



**森に学ぶ**  
**101の**  
**ヒント**

社団法人  
**日本林業**  
**技術協会**

森に学ぶ  
101の  
ヒント

社団法人  
日本林業  
技術協会

## はじめに

忙しく勤勉に都市生活をおくる多くの方々に、テレビは森林を美しく切り取って見せてくれます。それは確かに心身を「癒して」くれますが、時間をかけ、汗を流して歩くほんものの森林のよさには到底及びません。

山歩きの楽しみ方は各人各様、人の数だけバリエーションがあるでしょう。しかし、もっと知りたい、新しい自分なりの発見をしたいという気持ちは共通しています。こうした楽しみに応えてくれるものを森林は持っています。言葉を換えれば、多様性に富んでいるということでしょう。

スギの人工林を遠望すれば、同じような樹々の集まりに見えますが、林内を歩いてみれば、形・大きさが必ずしも一定というわけではないことに気づきますし、さらに観察すれば、細かな地形などの変化と成長との関連も見えてきます。また、今ではわずかしか残っています。江戸時代に自然の森林に手を加えつつスギを優先的に残したり、植え込んだりしてつくられた森林では、さまざまな顔を持ったスギ林のあることに気づくでしょう。スギのような大木ばかりではなく、地表近くの植物にも注目すれば、さらに複雑（多様）な森林の様子に好奇心がかきたてら

れます。

確かに、森とのつきあい方には、経験がものをいう部分もありますが、ちよつとしたヒントをもらうだけでも、見えるもの聞こえるものが増して、世界が広がります。

遠い祖先が、温暖多雨で植物の生育環境に恵まれているとともに複雑な地形を持つ日本列島に住みついてくれたことに感謝したい気持ちです。

これから山歩きを始めたいという方々にも、すでにベテランの方々にも、本書は、さまざまなレベルで森に学ぶ手がかりを与えてくれるでしょう。

終わりに、ご多忙の中、ご執筆をいただいた皆様に心よりお礼申し上げます。

二〇〇二年二月

編者

森に学ぶ一〇一のヒント

目次

# I 森林の姿

20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
特異な植生、蛇の紋に秘密あり	森の土、田圃の土	空から見てもわかるの？	無常の生態系―溪畔林	永久凍土の森の生い立ちは山火事から？	この道はいつもくる道	疲れない山歩きのコツ教えます！	回り灯籠の絵のように変わる景色の面白さ	永遠のアイドル、高山植物の不思議	森の片隅の日陰者たち	親の上で子が育つ―北の針葉樹	じわりと重い雪のフトン	台風とともに生きる	噴火とともに生きる	峠を越えれば別世界	高くなるほど小さくなるものナ―ニ？	森を訪ねて三〇〇〇キロ	森は動いた	当世森林事情	森と林、同じものですか？
48	46	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	16	14	12	10	

## II 発芽から結実まで

2 1	出るべきか、出ざるべきか？	5 2
2 2	緑の復活劇の立役者―埋土種子	5 4
2 3	「木の渴きのシグナル」をとらえる	5 6
2 4	伊達でよろよろしているわけじゃない	5 8
2 5	木はどうやって大きくなるの？	6 0
2 6	日なたと日陰、どっちが好き？	6 2
2 7	こう暑くちやのどが渴くよ	6 4
2 8	空を見上げりや穴がある	6 6
2 9	暖かいほど効果は大？	6 8
3 0	地味ですが華です	7 0
3 1	キューピッドは誰？	7 2
3 2	雌花が歩む厳しい道のり―雌花からドングリへ	7 4
3 3	一浪ぐらい何でもないよ！	7 6
3 4	何年先までおあずけ？	7 8
3 5	風まかせ―種子の旅	8 0
3 6	他人まかせで大丈夫？	8 2
3 7	母に寄り添うもよし、旅するもよし	8 4
3 8	アクシデントに遭遇したら萌芽再生	8 6
3 9	根から芽：何を一個と数えるの？	8 8
4 0	花を見ればわかること	9 0

## III

森林を詳しく知る  
ために

4 1	樹木図鑑使いこなしの第一歩	9 4
4 2	君の名は？ 名もない野の花などありません	9 6
4 3	学名にまつわる話	9 8
4 4	樹木名の覚え方	1 0 0
4 5	ドングリのせいぐらべー同じようでもこんなに違う	1 0 2
4 6	防寒それとも防乾？ 芽鱗の役目	1 0 4
4 7	スネにきず：過去は隠せない？	1 0 6
4 8	君も樹木博士になれる	1 0 8
4 9	植物の名前を調べる	1 1 0
5 0	君とは兄弟だったなんて	1 1 2
5 1	測定よりも計算が大変―昔の毎木調査	1 1 4
5 2	込み具合が大切	1 1 6
5 3	プロは見えないところで頑張っています	1 1 8
5 4	たかが押し葉というなかれ	1 2 0
5 5	地球を切り取る―土壌モノリス	1 2 2
5 6	長く見守ることで、初めてわかる	1 2 4
5 7	タワ―周辺禁煙地帯？	1 2 6
5 8	川の流れを測る	1 2 8
5 9	森林生態系保護地域って、何？	1 3 0
6 0	森の情報収集網	1 3 2

IV  
水・土・大気と森林

6 1

一〇〇〇年前に気づいてた？ 1 3 6



V  
くらしと森林

8 2	8 1	北海道森林開拓物語	1 7 8	1 8 0
8 0	7 9	水道水源林が教えてくれること		
7 8	7 7	綿帽子とはよくいったもんだ	1 3 8	
7 7	7 6	ササが水を無駄遣い?	1 4 0	
7 5	7 4	地下水資源と土壌資源、どちらを選ぶ?	1 4 2	
7 4	7 3	地下の割れ目を流れる水をあぶり出す	1 4 4	
7 3	7 2	地底○年の旅―水の年齢	1 4 6	
7 2	7 1	核実験の灰は語る	1 4 8	
7 1	7 0	森の斜面の不思議な形	1 5 0	
7 0	6 9	樹木が語る土の動き	1 5 2	
6 9	6 8	斜面の骨粗鬆症	1 5 4	
6 8	6 7	ゆるゆる流れる山の土―アースフロ―	1 5 6	
6 7	6 6	奇妙な類似、火星と富士山の土石流	1 5 8	
6 6	6 5	落ち葉の意外な働き	1 6 0	
6 5	6 4	火山灰は何色?	1 6 2	
6 4	6 3	腐植の寿命	1 6 4	
6 3	6 2	腐植は森の掃除屋さん	1 6 6	
6 2	6 1	植物が石を溶かす	1 6 8	
		ヤツカイな置き土産	1 7 0	
		森は天然の濾過装置	1 7 2	
		森の魂を語る楽器「琵琶」	1 7 4	

83	人工林、人のつくりし山	182
84	「殿様の山、村人の山」	184
85	山伏修行体験	186
86	森や野が施肥する切替畑	188
87	木地師、小椋さんのお墨付き	190
88	目印の木、わかるかな	192
89	森の中のお花見	194
90	気がつきましたか、あの絶景	196
91	森林浴の生理学	198
92	あこがれの森林インストラクター	200
93	どうして間伐しなくちゃならないの？	202
94	皆でつくった複層林	204
95	露下に木を植えるな	206
96	スギを切れば花粉症はなくなる？	208
97	夢ではないバットの森、こけしの林	210
98	野鳥のさえずる人工林	212
99	現代の「けもの道」	214
100	一プラス一は一〇？	216

101 さらに勉強したい方のために―参考図書 218

I

森林の姿

# 森と林、同じものですか？

森も林も樹木の集まりです。ところで、森も林も、ついでに木も、「しげ」あるいは「しげる」と読まれます。では、森と林の違いは何なのでしょう。「森林」という言葉は明治時代になってからしか見られな  
いとか、明治になっても「モリハヤシ」と読まれたとか、ドイツでは森林一般を指す語のバルトと、領主が  
権利を持つ造成した林、利用する林とその含む範囲の集落、農地を指す語のフォルストという違いがあると  
かいう、歴史的事実に基づく考証がありますが、ここでは、もう少し身近なことから考えてみましょう。

森も林も木も「しげる」ものという認識ができたのは、「後は野となれ山となれ」というコトワザを持つ  
民族を育てた、植物成長の旺盛な日本の気候的特徴によるものでしょう。森は盛り上がっているところ、林  
は生やしたところだと聞いたことがあります。しかし、森と林の認識の違いは、おそらくその人の自我がで  
き上がるまでに何を勉強し、どんな環境で育ったかという、その人の歴史が決めているものだろうと思いま  
す。懐かしい故郷の景色や望郷の念という心理が形成されたときの環境が、奥深く重厚な「森」と明るく遊  
び場にする「林」とを分ける要因になっているのではないのでしょうか。英語にすれば森も林も同じものだし、  
森林についての日本での論考の歴史もそんなに古いものではないようです。しかも、政府でも使い分けてい  
ないのは、昨年成立した新しい森林・林業基本法でもその違いを定義していないことからわかります。



鎮守の森

つまり、あなたが思っているところが森であり、林です。と行ってしまったのでは実も蓋もない、とお思いの方にも少し<sup>うんちく</sup>温蓄を傾けます。

平地で盛り上がっているところは木が集団で生えているところです。鎮守の森という言葉がありますが、鎮守様はその村を守る神様がいる社です。神様の依代<sup>よりしろ</sup>としてふさわしいように大きくなる目立つ木が境内に植えられて、森というのにふさわしい景観をつくります。また、どこの集落にも農用林という樹林地があり

ましたが、薪集めや落ち葉拾い用のこれらの樹林地は林といっても森とは呼ばなかったように思います。そうすると、日常的に使う樹林地が林で、柱など構造材を育てる比較的長い期間樹林地であるところから奥山の自然林までを森といたのでしょうか。

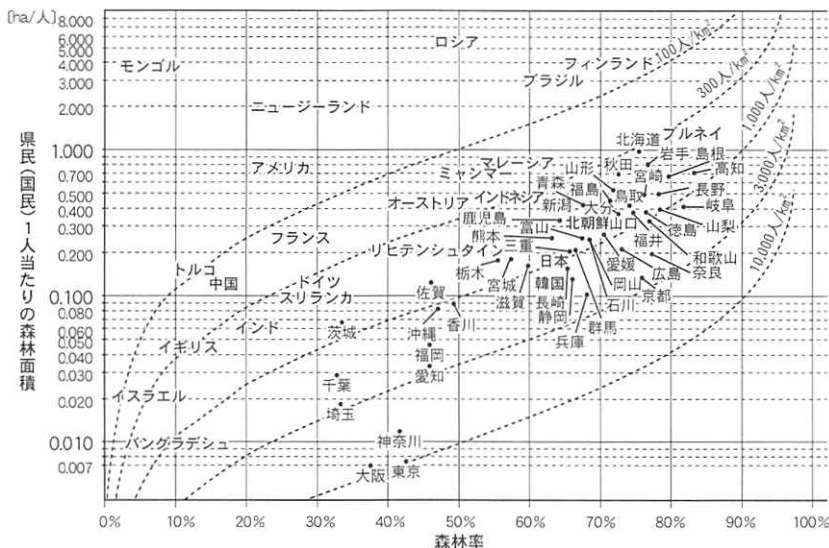
さて、盛り上がったところは山です。瓶<sup>かめ</sup>が森、笹<sup>ざる</sup>森など名前に「森」がつく山がありますが、山と森が同じ意味だという表れでしょう。平地でも木が繁つているところは「やま」でした。防風林や屋敷林のある田舎の家で育った子供たちは、その晩の煮炊きのために「背戸のやまで焚<sup>た</sup>き付けを拾ってこい」といわれたものでした。この場合、防風林のような小さな樹林地も「やま」と認識されていたのです。(桜井尚武)

## 当世森林事情

日本は豊かな森林に覆われています。日本は南北に長く亜寒帯から亜熱帯まで森林の変化に富み、また森林が国土に占める割合が高く、なかでもスギやヒノキなどの人工林の割合が非常に大きいという特徴があります。このうち森林の変化については後の章に譲り、ここでは森林の面積について考えてみましょう。

日本の森林率（国土に占める森林面積の割合）は約六七％に上ります（世界平均三〇％）。一方、人口が多い日本では国民一人当たりの森林面積は〇・二畝です（世界平均〇・七畝）。森林率も人口密度も高い、これは日本や韓国、北朝鮮などの特徴です。都道府県別では、森林率は平地の多い千葉、埼玉などで三〇％台、山地の多い高知、岐阜などでは八〇％台に達します。森林を除いた面積で人口密度を求めると各都道府県は千人／平方キロ前後に分布します。森林率と人口密度を組み合わせると、森林が多く人口希薄な県（北海道、岩手、秋田など）、森林が多く人口密度も高い県（京都、兵庫など）、森林は少なく人口希薄な県（茨城、佐賀など）、森林は少なく人口密度が高い県（東京、大阪、神奈川など）などに分けることができます。

人工林率（森林全体に占める人工林面積の割合）は日本全体で四四％に達します（世界平均五％）。国土全体に占める人工林面積の割合は二八％に上り（世界平均一％）、他の国々に比べ突出して高い値です。植えられている主な樹種は、本州ではスギやヒノキ、カラマツ（主に岩手、長野の両県）、沖縄では琉球マツ、



都道府県と主な国の森林率と1人当たりの森林面積および森林を除いた陸地の人口密度（諸外国の森林率は国名のほぼ中心が該当）

北海道ではエゾマツやトドマツ、カラマツです。

この五〇年間日本の森林率はほぼ横ばいです。人工林率は第二次世界大戦後の木材需要を受けて昭和五〇年代まで急増し、その後は木材輸入の増大による国内林業の不振などにより横ばいとなりました。

森林に対する国民の要求は、この数十年間で、木材生産と国土保全から、それらに加えて自然環境および生活環境の保全、地球温暖化の防止、レクリエーションへの利用など、大きく多様に変化しました。新たな社会情勢のなかで、日本の森林の望ましい新たな姿を描き、それに導いていくことが求められています。

（鷹尾 元）

# 3 森は動いた

風媒花の受粉は風まかせのため、大量の花粉が散布されます。その後地上に落ちた花粉は、中身が腐ってしまっても花粉の殻（外壁）が化石として土の中に長く保存されます。湿原や湖底などの堆積物から花粉化石を抽出して、過去の植生や環境を調べる方法を花粉分析といいます。ここでは、多くの研究者の花粉分析によって明らかになってきた最終氷期以降のブナ林の移動について紹介します。

最終氷期のなかでも最も寒かった二万年ごろ、ブナは、ほかの温帯性の植物とともに、寒さを逃れて福島県南部と新潟県南部を結ぶ線付近より南の海岸近くに避難しており、ブナが優占する林は日本列島から姿を消していたようです。気候が温暖化し始めた二万二〇〇〇年前から一万年前にかけて、中国地方から東北地方南部の日本海側にかけての地域でブナがほぼ一斉に増加を開始しました。その結果、一万年前までにこれらの地域にブナ林が成立しました。さらに、一万年前以降の気温上昇に伴って分布域の拡大が続き、およそ九〇〇〇年前には本州最北端の津軽・下北両半島に達しました。山脈が南北方向に走っている東日本では移動の障害があまりないため、ブナの北進は速かったようです（六二一―三三三〇年）。八〇〇〇年前から遅くとも五三〇〇年前までには津軽海峡を渡り、北海道の渡島半島に上陸しました。しかし、その後の北進は急にゆっくりになり（約二〇歳／年）、現在の分布北限である黒松内低地帯に到達したのは一二〇〇から





ブナの移動

太線は約2万年前の海岸線（日本第四紀学会（1987）による）

一〇〇〇年前ごろといわれていますが、この年代についてはいろいろな見解があります。一方、本州南西部では照葉樹林の拡大に伴ってブナが減少し、特に低地では実質的に消滅した結果、六〇〇〇年前ごろに現在とほぼ同じ分布域になりました。

北アメリカのブナは一万四〇〇〇年前にフロリダ半島の付け根付近を出発し、一万二〇〇〇年前には五大湖地方に到達していました。ヨーロッパではアルプスなどの山脈が移動の妨げになるため、ブナの拡大は九〇〇〇年前に始まり、三〇〇〇年前によくバルト海沿岸に達しました。このように、ブナの仲間は、最終氷期以降、北半球の各地でかなりの速度で移動したことがわかっています。その移動距離は、どこでも一〇〇〇キロを超えています。人間の影響がなければ、おそらく現在でも移動の最中です。花粉分析という手法を使うことによって、動かないものの代表のように考えられてきた森がダイナミックに動く姿をとらえることができます。（米林 伸）

# 4 森を訪ねて二〇〇〇キロ

南北に細長い国土を持つ日本は、その気候も亜寒帯から亜熱帯まで幅広いことに加えて地形も複雑であるため、さまざまな姿の森林を見ることができず。森林の姿は気候によっておおまかに決定され、地形などの影響によってさらに多様になります。人間が少なかった時代、日本列島のほとんどはそれぞれの環境に応じた原生林に覆われていました。では、その姿を北から南へ駆け足で眺めてみましょう。

北海道の大半はエゾマツ、トドマツなどの常緑針葉樹と、ミズナラ、シナノキなどの落葉広葉樹とが混じり合った針広混交林に覆われていました。雪と寒さのため、植物の種数はそれほど多くありませんが、ヒグマやエゾシカのすみかであり、鮭のさかのぼる川の源となる森です。北海道の南部から東北地方全域、そして日本の背骨にあたる山地にはブナやナラなどの落葉広葉樹からなる冷温帯林が広がっていました。ブナ林といえは世界遺産として保護されている白神山地の原生林が有名ですが、かつては広い範囲に原生林が広がっていたのです。狩の獲物となる動物も多く、また新緑の鮮やかな春には豊富な山菜が、紅葉の美しい秋には種々のドングリや遡上してくる鮭などが人々の糧となりました。

関東から沖縄の北部までの平地にはブロッコリーのような形の樹冠を持つシイノキやクスノキ、カシなどの常緑広葉樹からなる暖温帯林が広がっていました。一年を通じてうっそうと茂った木々のため、陰うつな



日本の植生図 (吉岡 1973)

霧囲気の森ですが、縄文時代からこの森は日本人の主な生活の場となってきました。古くは焼畑農業が行われ、後には伐り開かれて畑や水田として利用されました。映画『もののけ姫』の舞台になったのもこの森です。このように古くから開発されてきたため現在では原生林はほとんど残っていません。

沖縄南部の森林はシイやカシのほかガジュマル、アコウ、ヤシなどが見られる亜熱帯林です。外見は暖帯林とあまり変わりませんが、蒸し暑い林内には木生シダやつる植物、着生植物が多く見られるなど、熱帯林と共通する特徴を多く持っています。文化的にも南方の影響が強く見られます。

現在までに、平地ではこれらの原生林のほとんどが伐採されて畑や水田や町などに姿を変えています。山の多くは森林の姿を保っていますが、ほとんどがカラマツ、ヒノキ、スギなどの造林地やアカマツ、コナラなどの二次林で、原初の森林の姿を見ることは難しくなっています。しかし、日本がかつて深い原生林に覆われた森の国であったことを心の片隅にでもとめて置いて欲しいと思います。

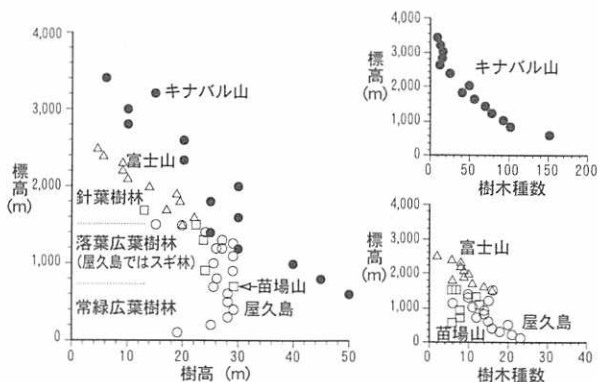
(五十嵐哲也)

## 高くなるほど小さくなるものナーニ？

群落の種類組成が標高によって変化することを植生の垂直分布と呼びます。例えば関東以西の山では、丘陵はシイ類やカシ類が優占する常緑広葉樹林（照葉樹林）、山地ではブナやカエデ類が優占する落葉広葉樹林、亜高山ではシラベやコメツガが優占する針葉樹林、高山ではハイマツやシラクナゲ類が優占する低木林や草原、と山を登るにつれて植生は変化します。つまり日本国内にしながら亜熱帯地域から極地域まで旅行するのと同様な体験ができます。

これは標高によって気温が変化するからです。通常、標高が一〇〇メートル上がることには気温は約〇・六℃低下します。各種生帯の分布域は植物が生育可能な期間の積算温度（温度指数）月平均気温が五℃以上の月について、月平均気温から五℃引いた値の積算値）とよく対応し、熱帯低地林は温度指数が一八〇以上のところに、常緑広葉樹林は八五以上に、落葉広葉樹林は四五以上に、針葉樹林は一五以上に、ハイマツなどの低木林や草原は一五未満に分布することが知られています。

種類組成のほかにも標高が上がると変化するものがあります。それは樹木の大きさです。図に日本と熱帯の山（ボルネオ島のキナバル山）での標高に沿った樹高の変化を示しました。両地域とも標高が上がると樹高は低くなります。しかし、日本と熱帯の山とでは樹高の変化の仕方に少し違いがあります。熱帯の山では



日本と熱帯の山での標高に沿った樹高（群落最上層の樹木の高さ）と樹木種数の変化。日本の山での植生の垂直分布帯を合わせて示す。

標高に沿って一定して樹高は低下しません。同様な傾向は樹木の種数にも見ることができ、標高による樹高の変化の仕方が熱帯と温帯と

で異なる要因はまだよくわかっていませんが、温帯には季節があることが重要な要因ではないかと考えられています。熱帯には季節がありませんから山の上では一年中寒い状態が続きます。一方、温帯の山の上では夏の間だけは暑くなります。落葉広葉樹はそうした気候の季節性に適応し、夏の間だけ葉をつけ一年分の稼ぎをすませます。その結果、低地の林と山地の落葉広葉樹林とで樹木の大きさがあまり違わないのではないかと考えられています。種数が減少しないのも落葉広葉樹が多数出現するからです。

日本は狭い国土ながら山があることで豊かな生物相がはぐくまれてきました。しかし、現在では植生の垂直分布を観察できる山は少なくなり、低地を含めた山全体の保全が必要となっています。

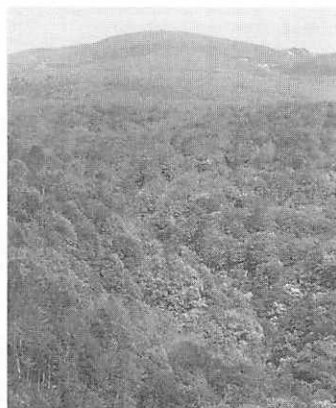
（武生雅明）

## 峠を越えれば別世界

関越トンネルのような脊梁山脈を一気に通り抜ける場所では、天候の違いに驚かされることが多いものです。このような天候の違いは、特に北または北西からの季節風が強まる冬季に大きくなります。実際に「長いトンネルを抜けたら雪景色」ということを体験した方は多いのではないのでしょうか。

ご存じのとおり、冬になると脊梁山脈を挟んで、日本海側では雪の日が続く、太平洋側ではからからに乾燥した快晴が続くことが多くなります。このような気候の違いから、植生にも違いが生じます。

ところで、皆さんは、雪が多いところと晴れが続くところのどちらが暖かいとお思いますか？ 雪が多いと寒そうだと感じる方も多いと思います。しかし、気温が氷点下になる地域では、雪が保温材の働きをすることもあるのです。積雪は、多くの空気を含んでいるため、断熱効果があります。そのため、五〇センチ程度積もれば、たとえ気温がマイナス二〇℃くらいになっても、地面の温度はほぼ〇℃に保たれるのです。これは、植物にとって大きな意味を持ちます。つまり、積雪が多い場所では、気温がどんなに低くなくても地面が凍ることがほとんどないわけですから、積雪によって地面に倒れた植物は、強い寒さや凍結を避けることができるのです。このようなことから、例えばヒメモチ、エゾユズリハ、ユキツバキなどのような常緑性の低木で、分布が多雪域に偏る植物があります。それでは、積雪の上に出てしまう高木はどうなるのでしょうか？



太平洋側のブナ林



日本海側のブナ林

太平洋側の寒い地域にも分布している植物ならば、積雪から出てしまっても、十分に生きていけそうな気がします。しかし、日本海側の多雪域では、林冠を構成する高木の種類は太平洋側よりもずっと少なくなります。そして、高木のほとんどがブナという林がよく見られます。

実は、ヒメモチなどの低木は雪で枝などが曲がっても柔軟で折れにくいという特徴を持っています。多雪域で生き抜くためには、枝葉に着雪して折れることや、積雪による雪圧の害などに対して強くなければなりません。高木のなかでもブナは雪害に最も強く、他の樹種が好まない環境のもとで優占することができるのです。このように剛健と思われるブナですが、太平洋側では日本海側のようなブナの純林をつくることはあまりありません。太平洋側では、雪害がほとんどないため、ブナよりも雪害に弱い植物もたくさん生育することができるところです。

(八木橋 勉)

## 噴火とともに生きる

三宅島は二〇〇〇年六月から火山活動が活発化し、七月と八月には噴火により大量の火山灰を放出しました。今回の噴火以前にも、この一〇〇年間に三回（一九八三年、一九六二年、一九四〇年）も噴火しており、三宅島の植物は噴火とともに生き、世代を重ねてきたといえます。

三宅島を含めた伊豆諸島には、オオバヤシヤブシという樹木が生育しています。このオオバヤシヤブシは、噴火によってできた裸地に一番最初に侵入する樹木です（写真）。なぜ、一見植物が生えそうにない溶岩の上で生活できるのでしょうか？ これには、伊豆諸島が温暖湿潤で植物の生育に適していることと、溶岩や火山灰には、植物だけでなく人間を含めたすべての生物に必要なミネラル（リン、カルシウム、カリウムなど）が含まれていることが関係しています。溶岩の中のミネラルは、そのままでは植物は利用することはできませんが、雨などによる岩石の風化作用によって植物が根から吸収することが可能な形態に変化します。オオバヤシヤブシは、この潜在的に豊富なミネラルを吸収しているものと考えられます。

しかし、一つだけ岩石の中に含まれていない成分があります。それは窒素です。この窒素（窒素分子）は大気中に豊富にあります。多くの植物はこれを利用することができます。ところが、オオバヤシヤブシは、根の部分で放線菌と共生することによってこの大気中の窒素を固定する（吸収する）ことができるので





1983年に噴火した溶岩上に生育するオオバヤシャブシ(1998年11月撮影)

す。オオバヤシャブシの種子は軽く(一〜二ミリ)、風によって新しい裸地に運ばれ、そのごく一部が無事に定着し、岩石から供給されるミネラルと大気中の窒素を吸収して生育するものと考えられます。

伊豆諸島ではこのオオバヤシャブシ(島ではハンノキと呼ぶ)を利用した、切替畑と呼ばれる焼畑に類似した農業が行われています。この切替畑施業では、サトイモやアシタバなどの耕作とオオバヤシャブシ林の育成を数年から十数年単位で繰り返します。オオバヤシャブシ林の育成には、窒素固定を含めた地力回復効果があり、自然資源を有効に利用した農法といえます。

三宅島の植生は、火山灰と現在も放出が続く火山ガスによって大きな被害を受けています。火山活動が収まった後、オオバヤシャブシは新たにできた裸地に侵入し、島の緑回復の一翼を担うことになるでしょう。

(上條隆志)

# 8 台風とともに生きる

照葉樹林は常緑広葉樹が優占する森林です。葉のクチクラ層が厚く、照りがあることから「照葉樹林」と呼ばれています。伐採などの人の手が加わった後に発生した林（二次林）ではコジイやアラカシが、林齢が二〇〇年を超すような成熟した林ではイスノキやウラジログシなどがそれぞれ代表的な樹種です。落葉広葉樹林や常緑針葉樹林などに比べて生産力（一定期間に葉や幹をつくる量）が高いのも特徴の一つです。照葉樹林の分布域は、西日本の温暖多雨の地域であり、台風の進路と重なります。つまり照葉樹林は、台風の影響を避けることのできない環境ではぐくまれてきた森林だといえます。

台風による強風は葉や枝を強制的に落としていきます。照葉樹林も例外ではなく、通常の五〜一〇倍の落葉が一気に起こります。台風被害後に森林の葉の量は一時的に減少し、その翌年の落葉量は減少します。しかし、ほぼ数年で葉量が回復するため、落葉量の低下はあまり長続きはしません。宮崎県綾町の観測では、台風被害後三年で落葉量が回復しました。照葉樹林の高い生産力が葉量の回復に貢献しているのです。

数十年に一度、最大風速が四〇m/s近い非常に強い台風が接近、または上陸することがあります。このような大型台風の場合、大量の葉や枝だけではなく、幹の一部もむしり取られてしまいます。林の中に入っていると、幹折れや根倒れが発生し、まるで天井に大きな穴が開いたかのように空を見ることができます。しか



新緑の美しい照葉樹林（宮崎県綾北川上流）

し、このような被害を受けても、死んでしまう木は意外と少ないのです。例えば、幹折れした木でも幹の途中や根元から枝（萌芽）を出すことにより、生き残りを図っています。照葉樹林では、被害を繰り返し受けることにより、長い時間をかけて台風強い樹種が残ったといえるでしょう。

しかし、病気がかかった木などは台風の被害を受けやすくなります。コジイ林は、かつて薪炭林として利用されてきた森林で、都市近郊にも普通に見られる二次林です。コジイは樹齢がおよそ五〇年を超えると幹の中に腐れが入り、非常に折れやすくなります。七〇〜八〇年生以上のコジイ林は、台風被害によりイスノキやウラジロガシ林に変化していきます。ここでは台風が世代交代の引き金となっているのです。

かつて照葉樹林が広がっていた場所は、農耕地や人工林へと変わってしまいました。成熟した照葉樹林は年々少なくなっています。「照葉樹林文化」という言葉があるように、照葉樹林は私たちの生活に古くからかわってきました。そのかわりを失わないためにも、私たちは照葉樹林の保全に向けて努力する必要があります。

（佐藤 保）

## じわりと重い雪のフトン

日本海側のブナ林は、太平洋側に比べてブナの優占度が高くしかも広い範囲で分布しています。また、亜高山帯においてもオオシラビソやミヤマナラなどは日本海側の特徴的な樹種として分布しています。これには、日本海側の山地帯から亜高山帯が、積雪四層以上にも達する豪雪地帯であることが関係していると考えられます。豪雪地帯では、こうした厳しい環境下にスギの拡大造林を行ってきたのですが、成林がおぼつかない場所が見られます。これには、多量の降積雪による雪害の影響が深くかかわっています。

豪雪地帯の森林の雪害は、主に雪圧（雪の圧力）害によるものです。とりわけ、雪圧害によって人工林では、「雪起こし」（雪によって倒れた木を起こす作業）に多額の経費投入を余儀なくされてきたのです。多量に降り積もった雪は、数日たつと圧縮され下方へ沈降するため、粒子が細かく、高密度で結合力の強い「シマリ雪」に変化します。このときに、下方にかかる雪の圧力を「沈降圧」といいます。まるで「フトン」を被せたように強く結合した積雪層全体が、雪中の樹木の上ののしかかり、じわじわと圧力をかけ続けます。傾斜地では、沈降圧に加え積雪が斜面の下方へ移動する力（移動圧）も加わるため、より大きなダメージを樹木に与えます。豪雪地帯で見られる樹木の根元曲がりは、埋雪による倒伏と消雪後の成長による立ち直りの繰り返し過程で形成されたもので、人工林では少しでも曲がりを小さくしようと雪起こしを行ってき



隣接のようなブナ林を伐採して造成された豪雪地帯のスギ人工造林地の積雪状況（標高1,000m）

たわけです。雪圧害が激しくなると、根浮きや根元割れが生じ、ついには根元折れや転倒など致命的なダメージとなり、不成績造林地が発生する大きな原因となります。

雪害にはもう一つ雪崩の害があります。雪崩は、多量の新雪が急激に降ったり暴風雪があった場合や、急な気温の上昇や大雨があった場合などに発生しやすく、一瞬にして壊滅的被害をもたらします。成熟した森林が成立しているところでは発生しませんが、ササやスキ原のほか、ミヤマナラやタニウツギなどの低木状の林叢しかなく、ミヤマナラやタニウツギなどの低木状の林叢しかなく、ところどころでは常習的に発生します。豪雪地帯の集落の裏山では、ところどころに守り神としてブナ林が原生に近い形で残されています。先人は、ブナ林の下では雪崩が起きないことを知っていたのです。また、豪雪地帯で天然生広葉樹の生育を比較すると、ブナの直立性が高いのがわかります。日本海側におけるブナの優占度の高さの一面がうかがえます。

（小倉 一郎）

## 親の上で子が育つ——北の針葉樹

北海道の山地帯には針葉樹林が広がり、そこに生育する針葉樹たちはちよつと変わった方法で世代交代を行っています。その方法を倒木更新といいます（写真）。それは、寿命や風などによって倒れた木（幹）や根株の上でタネが芽生え成長し、やがて親になること、つまり世代交代することを意味しています。それでは、なぜ針葉樹たちは自らの更新のために倒木を必要としているのでしょうか？

北海道にはモミ属（トドマツ）とトウヒ属（アカエゾマツ・エゾマツ）の針葉樹が優占しています。いずれの樹種も翼のついたタネをつけ、それは風に舞って落ちて行きます。ですから倒木の上と地表とに落ちるタネの密度は同じと考えられます。ところが春に芽生えを調査すると、倒木上では地表に対して、モミ属では約二倍、トウヒ属では三倍以上の密度で芽生えが発生していました。つまり、地表に落ちたタネは冬の間の死亡率が高いことがわかりました。そして、翌春にその年を越した芽生え（実生）を調べてみると、地表で発芽した実生のうち、モミ属では一〇〜三〇%が、トウヒ属では一〜五%が生き残っていました。一方、倒木の上の芽生えはそれぞれ三〇〜五〇%、一〇〜二〇%が生き残っていました。二年生を過ぎるといずれの樹種も死亡率は低くなりますが、生き残って成長した稚樹（高さ一〇センチから二メートル未満）の密度は、倒木上が地表に対してモミ属とトウヒ属でそれぞれ一〇倍および五〇倍以上と、大きな違いがあることがわかりま



倒木更新

した。つまり、タネの落下から成長初期にかけての子供たちにとって、地表は著しく死亡率が高い（更新するのに不適な）場所であることが判明しました。

この原因についてはいくつかの理由がわかってきています。ひとつは地表の腐植土壌に住む暗色雪腐れ病という菌類の一種が針葉樹のタネや芽生えにアタックすることです。特に小さくてひ弱なトウヒ属の実生たちにとってはまさに致命傷となります。また、光環境の違いも明らかになってきました。一般に林床にはサ

サが繁茂し、地表面は暗くなっています。そのササを押しつぶして倒れた木の上の方が光合成をして成長するために有利な場所なのです。

さらに、倒木は徐々に腐りスポンジ状に柔らかくなるため、夏の乾燥期でも十分な湿り気を保ち、実生が水切れで命を落とすこともありません。このような理由から、針葉樹の実生たちにとって枯れて倒れた親たちの幹の上は更新に有利な場所なのです。

自然界では子孫を残すためのさまざまな仕組みがありますが、枯れた親が子供の生存や成長を助けるこの倒木更新も、針葉樹が病気や他の植物との競争に負けることなく生き延びてきた一つの知恵といえるでしょう。

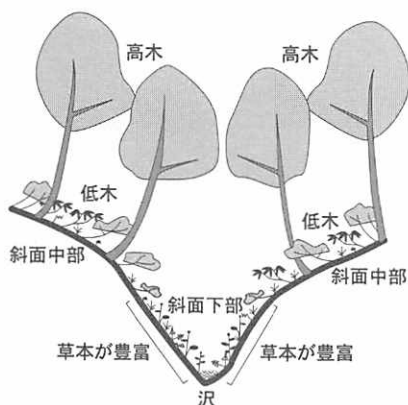
（田内裕之）

## 森の片隅の日陰者たち

「木を見て草を見ず」これが森林を研究する人々の実情ではないでしょうか。草など調べても林業にはあまり役に立ちそうもありませんが、森の植物の種多様性の半分以上は草が担っているのです。注意すべきは、立派な林が成立する場所と草本の種類数や個体数が豊かな場所とは、立地条件のうえでずれていることです。太い木々が林立した立派な林は、斜面の中部から上、尾根にかけて広がっていることが多いようです。こうした立地は比較的安定しているので、時間をかけて成長した樹木が保たれやすいためでしょう。立派な林といえるような自然林の代表は、中部地方から北の山地だとブナ林、関東地方から西の低山や丘陵ではシイ林、カシ林です。でも、破壊を免れて残されているこれらの自然林を歩いてみても、草本は種類数、個体数とも少ないことが多く、珍しい草本種もほとんど見当たりません。

一方、森林生の草本（林床草本）が豊かな場所は、斜面下部く沢筋の湿った環境、そして林縁や疎林などのやや明るい環境です。多くの草本は、地上部をほぼ毎年つくり替えながらプラスの収支を得なければならぬので、水や栄養分（沢筋で豊富）、光（林縁で豊富）といった収支の好転に役立つ条件が必要だからです。特に沢筋は、露岩があったり土が堆積していたりとミクロな環境変化にも富み、日本固有科（シラネアオイなど）や固有属（レンゲシヨウマなど）の主な生育地ともなっているなど、林床草本の多様性が高いと





高木・低木・草本の分布の模式図（日本海側のブナ林域を想定）

ころです。春先に沢沿いの登山道を歩くと、多くの可憐な草花に巡り会えるのはこのためです。

沢に接した斜面下部は一般に傾斜が急で立地が不安定なこともあって、大木はあまり見られませんが、シオジ、サワグルミ、ケヤキ、トチノキなどの大木が渓谷林を形成することもあります。その成立範囲は限られています。しかし、たとえ渓谷林が成立していても、沢の上流・源流域では谷幅が狭いため、斜面中部以上の木々が枝を伸ばしてトンネルのように上層を覆い、日陰の環境をつくっています。〇〇林といった名称ではとらえきれないこうした片隅の環境こそが多くの林床草本をはぐくんでいるのです。

このように、谷・尾根という地形的傾度のなかで、草本と樹木とは相補的な関係にあり、両者あいまって豊かな植物相・植生を形づくっています。この傾度が持つ、「水・栄養分の得やすさ⇔立地の安定」という二律背反が、草本（水・栄養分志向）と樹木（安定志向）との分布をずらしながらの共存を生み出しているのでしょう。

林相の立派さといった視点だけでなく、さまざまな草本植物やその生育環境の存在にも注目していきたいものです。

（大野啓一）

## 永遠のアイドル、高山植物の不思議

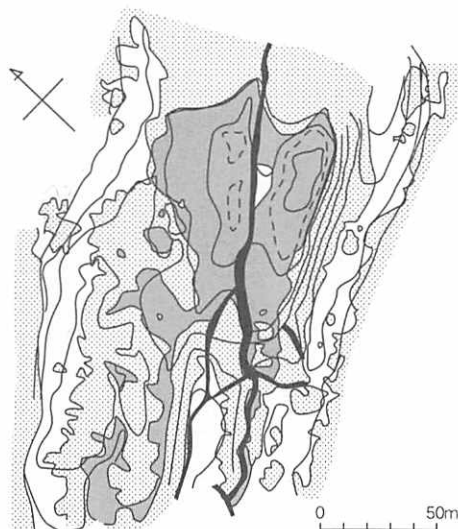
高い山に登って樹林を抜け出すと、お花畑と呼ばれる草原が広がる明るい風景になります。草丈が小さいわりには大きく鮮やかな色の花が咲いて、この花を見たいがために、苦勞して山に登る人もいるほどです。

このような風景は、日本アルプスでは標高約二四〇〇〜二六〇〇メートル以上になると現れます。

この地域はハイマツ帯とも呼ばれますが、すべてがお花畑になっているわけではありません。むしろハイマツが覆っていて、お花畑にはならないところの方が多いのです。ハイマツとお花畑は相入れないもののように、場所を分け合っています。それではどんなところをハイマツが覆い、どんなところにお花畑はあるのでしょうか？ それには夏の花が咲いているときのことだけでなく、冬の環境も考えなくてはなりません。

高い山には、同じ地域の平地に比べても、たくさん雪が積もります。けれども、世界でも最も強い風の吹く地域の一つである日本の山では、雪は風で動かされて、吹きさらしと吹きだまりができます。冬の風は北西の風です。それで東側斜面には、特に雪がたくさんたまりません。雪は、冬の間は風や寒さや乾燥から植物を守ってくれ、雪解けのときには水を供給してくれます。ところが雪が多すぎると、解けるのが遅くなって、ただでさえ短い夏がもっと短くなり、植物は生きるのが難しくなります。

ハイマツは雪が積もらないと冬を越せない植物です。同時に、夏が十分長くないと生きていけない植物で



■ ハイマツが覆うところ    □ 吹きさらし型お花畑  
 ■ 雪の吹きだまり型お花畑    ■ 登山道  
 南アルプス百間平（標高約2,700m）の植物分布。等高線は1m間隔。

す。適当に雪が積もる場所ではハイマツはほかの植物よりずっと大きくなるので、他の植物から光を奪ってしまします。お花畑はハイマツに光を奪われないうちにしかできません。また、雪があまりにも遅くまで残るところや、砂礫が動きやすくて不安定なところは裸の地面になります。お花畑ができる条件は結構難しいのです。そうしてお花畑になったところは、その場所の環境にに応じて、違った花が咲くようになります。ときには亜高山帯でも、樹木が大きくなれない環境があると、そこがお花畑になることもあります。

さらに、お花畑のメンバーのなかには、寒くて夏の短い北極圏から氷河時代に日本にやってきて、今は高い山にだけ生き残っている植物がたくさんあります。花こそ地味ですが、ハイマツもまた氷河時代に北の寒い地方からやってきて、日本に住みついた植物の一つです。こうした気候変動の歴史の証言者たちが、高い山のお花畑を、ほかの場所では見ることのできない華麗な花で彩っているのです。

（森廣信子）

## 回り灯籠の絵のようにならざる景色の面白さ

ところ変われば風土も変わる。このことに最初に注目したのは、きっと旅行者だったでしょう。明治になり、画期的な高速遠距離交通手段として登場した鉄道は、人々に風土の変化をさらに強く印象づけたことでしょう。何しろ、それまでは何日もかけて歩きながら体験した変化を、車窓からわずか一日のうちに観察できるようになったのですから。本田静六の森林帯論や柳田國男の民俗学などに見られる、国土というスケールの形成にも、鉄道の登場が一役買っていたのではないのでしょうか。

森林や木々も、また、車窓から眺められてきました。以前、四手井綱英氏が、京都から北陸道を越後にかけて、田の畦に植えられたハサギがクヌギからハンノキ、そしてトネリコへと変わっていく様子を觀察された文を読んだことがあります。関西、東海の松林が関東では雑木林に変わる。里から森林地帯へと環境が変わると、草屋根から石置ききの板屋根へと、家々の屋根の素材やデザインも変わる。そんな、少し前まであった地域による移り変わりを見る車窓の楽しみも、耕地整理でハサギが伐られ、アカマツは枯れ、家は建て代わり、今ではほとんど失われてしまいました。でも気をつけて見れば、まだまだ楽しめるものです。例えば太平洋側の山間では、人家が山の高みに点在している景色に出会うでしょう。山の上に竹林があることから人家があるとわかったりします。これらの多くは焼畑を営んでいた集落で、その周辺の広葉樹林は、たぶん

放棄した焼畑や薪炭林であると推測できます。このような地域は一般的に少雪で、ヒノキの人工林が多く見られることでしょう。一方、日本海側ではこのような景色はまれです。多雪地域では、人家は谷沿いに集落して集落をつくるのが普通で、山には雪に強いスギ林が多く造成されていることが多いからです。

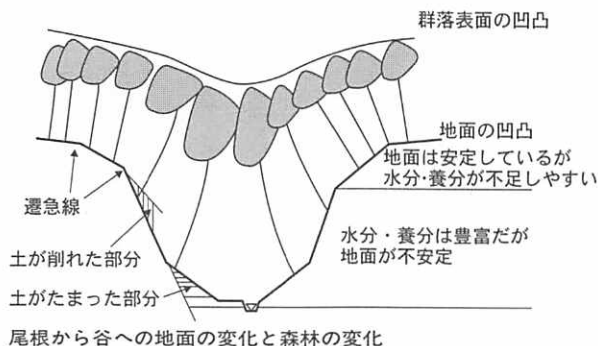
少し興味が湧いたら、メモをとってみるのもよいでしょう。山にどんな木が生えているか、あるいは、造林地や街路樹にどんな種類の木が植えられているかといったことを、駅などを目安に記録すれば、地理的な変化がわかります。樹種を見分けるのは、少し大変かもしれませんが、わかりやすい樹種を選んで気をつけて見れば、慣れてくるものです。例えば、関東や関西ではコナラ、クヌギやアベマキなどが多かった落葉樹二次林にシラカンバが混じってくる、あるいは反対に、すっかり常緑樹と入れ替わるという現象に注意していれば、そこがかなり冷涼であるか、温暖であるかがわかります。西日本であれば、モミやホオノキの出現は、里から少し山間に入ったことの目安になるでしょう。また樹木だけではなく、人家の屋根の雪止めの有無などにも気をつければ、冬の気候が推測できます。このことと、その地域の神社の大木が、クスノキかケヤキかということが連動していたりして、興味深いものです。

車窓の楽しみは自動車にもありますがやはり鉄道が一番でしょう。まず基本的に鉄道の方が見晴らしが効きます。また、全国一律になってしまった道路沿いの風景と異なり、線路から見る集落の裏側はまだ地方ごとの風情を残しているものです。そして何より、鉄道ならわき見運転の心配がありません。（大住克博）

# 疲れのない山歩きのコツ教えます！

森の中を気分よく散策。でも、坂道では少し息があがります。場所によっては一歩足を進めるたびに土が崩れて、なかなか前に進めません。それならちよつと立ち止まって、足元の地面でも眺めてみましょう。改めて地面の形をよく見ると、決してなだらかな曲面ばかりではなく、地面が途中で折れ曲がる場所が目につくはず。これは「遷急線」と呼ばれるもので、地面の傾斜（緩急）が急激に変わる地点を表します（図）。なぜ地面にこんな折れ目があるのでしょうか？ 実はこれ、土の動きによるものなのです。基本的に、傾斜の急な場所は土が削れたところで、傾斜の緩い場所は土が削られていないか、土がたまったところと考えていいようです。私たちが「谷」や「尾根」と呼ぶ地面の凹凸の多くは、このような土の動きによつて形づくられているのです。そういう目で見ると、急斜面で露出した木の根や岩盤もうなずけますし、ふかふかの土やさらさらと崩れやすい地面があるのも納得できます。たまにはこのように地面を眺めて、その凹凸がどうやってできたかを想像しながら歩くのも一つの楽しみ方です。

さて、今度は上を見ましょう。斜面の上と下で樹木の高さがずいぶん違いますか？ 斜面の下の方は水や養分が集まりやすく、樹木の生育に適した環境なので樹木は大きくなれます。これに対して斜面の上の方では、養分や水分が下方に流れてしまふし、風当たりも強いので、樹木があまり大きくなれないのです。ま



た、斜面の上と下とは生えている樹木が違うのにも気づくでしょう。斜面下部には北の林だとカツラやヤチダモ、サワグルミ、シオジなど、南の林ではイチイガシやタブノキなどが多く出現しますし、上部ではツガやコジイなど乾燥に強い樹木がはばをきかせます。地面の凹凸は樹木の成長だけでなく分布にも大きく影響しているのです。

このような地面の凹凸を等高線で図にしたのが、「地形図」です。ちなみに私たちが手にする地形図の多くは、空から撮影した空中写真をもとにつくられているので、森林地帯では地面の細かい凹凸ではなく群落の表面の大まかな凹凸を反映しています。図のように、谷底に近いほど樹木の背が高いので、地形図では実際の地面の凹凸よりも緩やかな等高線が描かれているのが普通です。ですから、地形図上の「ちよつとしたくぼみ」を渡るつもりが、実際にはとんでもない崖を上り下りすることにもなりかねません。

上手に地形図を読んで、安定した地面を見極めつつ、地面の凹凸に沿った森の変化をゆっくり楽しみながら歩く。これぞ疲れない山歩きのコツです！

(伊藤 哲)

## この道はいつもくる道

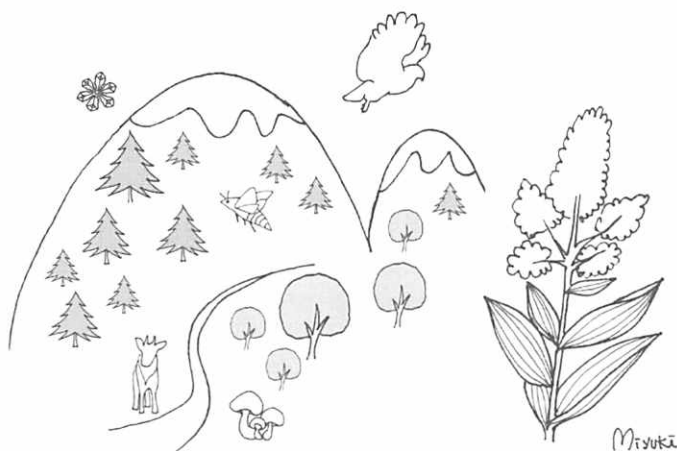
あなたは、森林とどのような付き合い方をしていますか？ 一度歩いた森、一度登った山のことはその一回だけですべてわかった気になってしまい、二度と訪れないのではないですか？

一歩進んだ森との付き合い方として、私は「自分の森（山）」を持つてみることをおすすめします。つまり、歩き慣れた、ホームグラウンド的な道を持つてみては？ ということです。専門的な調査法である「定

点観測」や「モニタリング調査」という手法も、ほぼ同じような考え方の延長にあるものといえるでしょう。

同じ道でも、一週間も違えば違う花やきのが見られ、すばしい動物に会えるかどうかはほんの少しの時間の違いが運命の分かれ道です。そして年によって季節の進み具合はかなり変わってきますので、以前とまったく同じ日に歩いたとしても、違う森の姿を楽しむことができますでしょう。そして、そのような記録の積み重ねが、思わぬ発見につながるかもしれません。一つの例をご紹介します。一九九六年に白山に登ってみたところ、いつもはたくさん咲いているコバイケイソウがまったく咲いていないことがありました。そこで生態学のメーリングリストで全国の研究者に確かめてみたところ、この年には全国の多くの山でコバイケイソウの開花が見られなかったのです。その理由について明確に答えることのできる研究者は、まだいないと思います。





歩き慣れた道にも、歩くたびに新しい発見がきっとあります。

このように、年による違い、季節による違いを自分自身の目で確かめることは、気候変動やその他の環境の変化、そして生き物のあり方を見つめていくうえで、非常に大事なことです。そして疑問に思うことがあつたら、インターネットの掲示板やメールで尋ねてみましょう。あなたの小さな発見が、もつとずっと大きな発見につながるかもしれません。

そして、「自分の森」では、鳥や花、昆虫などといった特定の対象だけでなく、きのこやほ乳類の生息痕（フイールドサイン）、残雪の残り方など、広い対象に気を配ってみてください。そうすることで、生き物と環境が互いにつながりあつて形づくられている生態系の姿を、実感として知ることができるでしょう。…歩き慣れた「自分の森」を持つこと、それが、森をより深く知るための第一歩になると思います。

（矢田 豊）

## 永久凍土の森の生い立ちは山火事から？

成田空港から、シベリア經由航路でヨーロッパへ旅行をする人は多いのですが、窓の外の景色に注意を払う方はほとんどいないでしょう。機内誌や映画を見るのもよいのですが、「地球の炭素貯蔵庫」であるシベリアの森林をご覧になってください。とてつもなく広大なカラマツ林が広がっているはずですが、冬になれば、曲がりくねった自然河川が道路になり、目を凝らせば、その上を走るトラックやわだちさえも見てとれます。冬季の最低気温はマイナス六〇℃、こうした森林の地下は深さ数十センチから数百メートルの地中まで凍結しており、夏にも解けず「永久凍土」と呼ばれ、多数の冷凍マンモスも発見されています。つまり、シベリアのカラマツ林は「氷上の森」にほかならないのです。

シベリアのカラマツ森林生態系では、永久凍土のおかげで土壌は低温に置かれ、土壌中に植物遺体（有機炭素）を大量に蓄積します。地球上の北方林全体は、熱帯林全体の炭素蓄積（植物体と土壌中の炭素を合わせた量）の二倍を持っていると推定されています。しかも、両者の総面積には大きな差はありません。この点からも、北方林の重要性は認識されるはずですが、

さて、こうしたシベリア森林は山火事から始まることをご存じでしょうか？ これはカラマツ林に限ったことではなく北米のクロトウヒやジャックパインなど北方の針葉樹には広く知られていることです。球果

(まつぼっくり) は脂に覆われ、それが火災で溶けて鱗片が開き種子が散布され、火災後に一斉に同齡の実生が発生して単純な森林ができるのです。乾燥した夏にはあちらこちらから火の手が上がり、煙がたなびく様子も飛行機から見るができます。北方林で一年間に発生する森林火災は五〇〇〜二二〇〇万鈔と見積もられており、少ない年でも北海道の三分の二、多い年では本州の半分相当が消失しているのです。このように、シベリア航路はまさに、「森林の生々流転」と「変動する地球環境」を観察する絶好の空の散歩道なのです。



インターネットで、「森林火災 (Forest fire)」あるいは「火災生態学 (Fire Ecology)」を検索してみると、森林にとって火災にはさまざまな側面があることがわかります。アメリカ農務省のホームページ (<http://www.fs.fed.us/database/feis/>) には森林火災の生態学的情報データベースがアップされ、これまでに調べられた森林火災へのあらゆる生物の適応性が公開されており、森林生態系の生物のなかには、進化の過程で火災に適応した性質を獲得した種も少なくないことがわかります。多くの北方林を抱えた地域では森林火災が病害虫を抑えたり、森林の新しい更新場所を提供したりする面を重視しています。さらに、近年は自然に発生する小規模な定期的森林火災には消火活動を行わず、燃える森を燃やして、逆に大規模火災による人間社会への危険を減らそうとさえも考えられているのです。

(森 茂太)

## 無常の生態系——溪畔林

日本の山奥の溪流沿いには、溪畔林と呼ばれる美しい森林があります。せせらぎの音、涼しい風、岩魚の魚影、堂々たる大木……どこか懐かしく、癒されるような空間です。溪畔林の散策を手軽に楽しみたかったら、十和田湖から流れ出る奥入瀬溪流沿いの溪畔林などがよいでしょう。ここは観光地としても有名で、多くの人が訪れています。

溪畔林には独特の木が生えています。樹皮のごついトチノキ、無数の幹を根元から広げるカツラ、まっすぐ上に伸びるサワグルミやシオジ。原生林では、これらの樹種は溪畔林だけに出ています。例えば東北地方の冷温帯では、溪畔林から離れて斜面に上るとほとんどブナだけの森林になってしまします。ですから溪畔林は、生態系の樹木の多様性に大きく貢献しているのです。多様な樹木が生えているので、多くの動物・昆虫にとっても住みやすい森林です。

溪畔林は人間にとっても大切です。溪畔林では樹木が水面を覆うので溪流の水温は安定します。また、葉に止まっていた昆虫がしばしば水面に落下してきます。岩魚などの川魚が住む環境としては最高ですね。お蔭で私たちは、溪流釣りを楽しむことができます。また、土砂や落ち葉の流出を木が止めてくれるので下流の人は安心して暮らせます。それに、溪畔林では空気も土壌も湿っているため、アイコ（ミヤマイラク

サ)、ワサビ、ミズ(ウワバミソウ)などの山菜がたくさん採れます。

一方、溪畔林はきわめて微妙なバランスの上に成立している森林です。溪畔林の世代交代のためには、溪流が増水・氾濫して、砂礫が移動・堆積することが必要です。なぜなら、砂礫が堆積した場所では草がしばらくの間消えているので、芽生えた樹木が定着できるからです。それ以外の場所では、樹木の芽生えはなかなか定着できません。溪畔林では山菜がたくさん採れるということをお願いしてください。これは、樹木の芽生えの成長を妨げるほど草が繁っているということなのです。しかし、砂礫が動きすぎると、芽生えが成長する前に埋もれたり流されたりして、結局定着できません。かといって、砂礫が安定しすぎると草がまた繁ってしまいます。微妙なバランスとはこういう意味です。

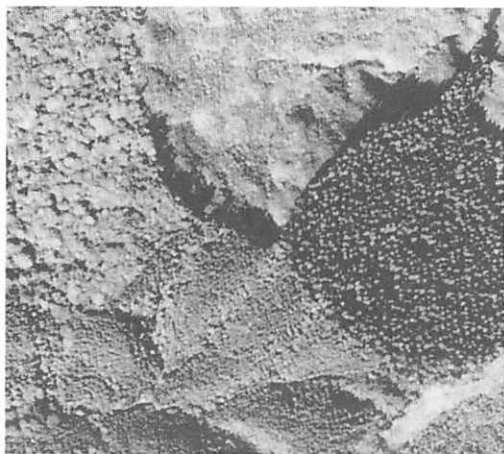
このように繊細な溪畔林は、少なくとも日本では絶滅の危機に瀕しています。一つは、ダムによるものです。我々は溪畔林が土砂を抑える機能を過小評価し、しばしば溪流にダムをつくって土砂の流出を抑えてきました。土砂の移動がなくなれば、溪畔林は衰退していきます。もう一つは、道路です。日本では、道路の建設は沢谷に集中します。当然溪畔林は伐採され、工事の際に出る土砂が沢に捨てられることもあります。こうして、溪畔林は荒廃の一途をたどります。美しい奥入瀬の溪畔林の将来も楽観はできません。奥入瀬の溪流では、十和田湖から流入する水量をコントロールして増水による被害を防いでいるからです。実は、もはやこの国には美しい溪畔林はほとんど残っていないのです……。

(正木 隆)

## 空から見てもわかるの？

日本では全国をくまなく、五年に一回の頻度で空中写真を撮影しています。この写真は白黒写真ですが誰でも購入できます。また、さまざまな行政組織や民間の会社が全国至るところでカラーや白黒の空中写真を撮影しています。写真の縮尺は一万分の一ぐらいのものが多くようですが、解像度が高いので、拡大すれば木々の細かい様子を識別できます。では、樹木の種類を見分けることができるでしょうか。

樹木の葉のついた固まり全体を樹冠と呼びます。針葉樹はクリスマスツリーのような円錐形の樹冠をしているものが多く、広葉樹は樹冠が大きく不定形のものが多いのです。写真上ではこのような樹冠の違いをはっきり識別できます。しかし、シラカバなどのカバノキの仲間（落葉広葉樹）とカラマツ（落葉針葉樹）のように、慣れないと樹冠の形を見誤る例もあります。一年中葉をつけている常緑樹は葉の色が深緑ですが、冬に葉を落とす落葉樹は常緑樹より明るい緑色をしています。カラー写真では色の違いは明らかで、白黒の空中写真でもかなり正確に見分けられます。例えば、写真の左上は落葉広葉樹ですが、樹冠が大きくもこもこして白っぽい木が多いのに対して、写真右中央はスギで樹冠は小さな円形です。明らかに違いますね。このような凹凸の様子を肌理と呼び、樹木の種類を識別するには重要な情報です。広葉樹に比べるとスギはずいぶん小さく見えますが、このスギは林齢九〇年、高さが三〇メートルを超える巨木の森です。ステレオペアと呼



スギと落葉広葉樹の空中写真（秋田県仁鮎小掛山）  
写真下は若いスギ林で、右は樹齢90年を超えるスギ林である。若いスギは樹冠が小さく、こまごまとした感じに写っている。樹齢90年のスギは樹冠1つ1つが独立した小円として識別できる。写真左上は落葉広葉樹で、大きな丸い樹冠が写っている。

ばれる二枚の空中写真を利用すると、地表物を立体的に見ることができて木の高さがわかるので、広葉樹とスギのどちらが高いのかがわかります。

ところで、針葉樹同士や広葉樹同士を見分けられるのでしょうか。スギとヒノキはどちらも常緑針葉樹ですが、樹冠の形が微妙に違うので大木ならば識別できます。この場合、地面に映る影も参考にしますが、相

当熟練した人でも正確に見分けることは難しいでしょう。広葉樹の場合は同じ種類でも樹冠の形が一定していないので、樹冠の形で見分けることは困難です。落葉広葉樹の場合は種類によって新緑や紅葉の色がほぼ決まっているので、カラー空中写真を利用すると識別しやすくなります。ただし、標高や斜面の向きによって紅葉の具合がずいぶん違うのと、個々の木が紅葉している期間はあまり長くないため、どこでも同じように識別できるわけではありません。

（粟屋善雄）

## 森の土、田圃の土

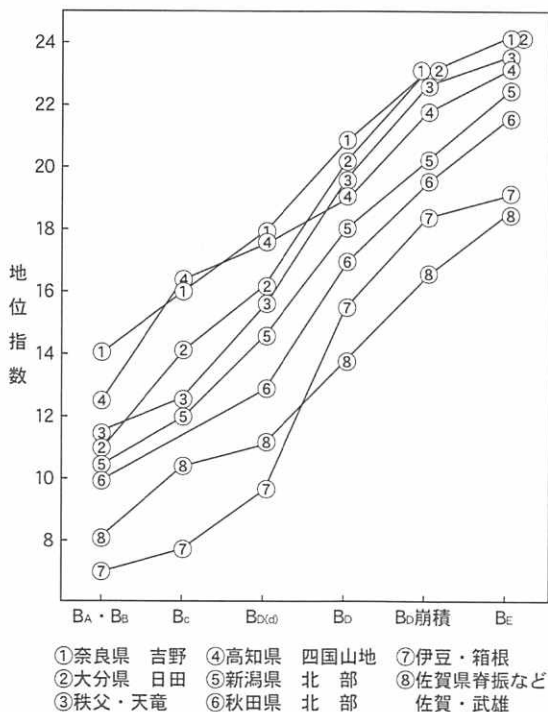
森の土は田圃たんぼの土とどこが一番違うのでしょうか。それは森の土の表面が落葉落枝やそれらが分解した堆積腐植で覆われていることです。堆積腐植は落葉の一部が分解したF層、原形をとどめないほど分解の進んだH層に分けられます。

堆積腐植の量は落葉の供給量とその分解のバランスで決まりますが、おおまかに見ると、温度が低い寒帯では分解が遅くて堆積腐植量は多くなり、温度が高く湿りやすい熱帯では、分解が速くて堆積腐植量は少なくなっています。我が国の森林下では堆積腐植の量や形態が異なる土が各地で混在しています。堆積腐植の分布様式には、温度だけでなく地形や季節風などさまざまな要因が関与していると考えられますが、堆積腐植の形態は土の水分環境と密接にかかわっています。我が国の山地帯に広く分布している褐色森林土を例にとると、乾燥が強い土ほどF層が厚くH層が薄くなります。反対に、湿りがちになるとF層が薄くH層が厚くなります。そして、微生物や土壤動物の生活に適当な湿り気を帯びるとF層もH層も極端に薄くなり、H層が点在するだけになります。土の水分環境の違いは土の固まり方（土壤構造）にも現れます。土を手にとって見ると、土がさまざまな大きさや形をした土粒の塊からできており、さらさらとした粒状のもの、堅くしまった角のある堅果状のもの、軟らかい球形（団粒）のものなど特徴的な固まり方がある。



ることがわかります。粒状や堅果状は乾燥が強い環境（乾性）で多く見られ、団粒は水分に富んで軟らかく、湿潤な環境（適潤性）で見られます。

堆積腐植の形態と土壌構造から土を区分すると土の水分環境と森林の関係がわかります。図は全国各地の



地域別土壌型とスギの成長 (真下まとめ)

真下育久2000。土壤調査を振り返る。林業技術 (704) 11-16。

褐色森林土におけるスギの成長 (四〇年生時の樹高) を比較したものです。図からスギの成長がどの地域においても乾性土壌 (BA・BB, BC) で低く、適潤性土壌 (BD, BE崩積) や湿性土壌 (BE) で高くなり、スギの適地が湿潤性から湿性土壌であることがわかります。地域による成長の違いには土壌母材の影響が考えられます。

(森貞和仁)

## 特異な植生、蛇の紋に秘密あり

うつそうとした森林を歩いていると、同じ植生帯なのに突然がらつと景観が変わる場所に遭遇することがあります。例えばブナ林や亜高山帯林でよく出くわすのが、草原や湿原とこれらに伴う背丈の低い疎らな樹林などです。こうした現象は植物の生育環境と密接に関係していて、その原因は地形的に排水条件が悪く水分がありすぎたり、岩がごろごろしていて表土がないために養分の供給が不十分だったりする場合がほとんどで、ちよつと観察すれば、その場所が森林の発達に適さない場所であることがわかると思います。しかしこの世の中には、一応、土壌が存在するにもかかわらず、生育する高木樹種が限られたり、その高木種が矮<sup>わい</sup>生化<sup>せい</sup>していたり、そこで見られない特異的な植物が生育するような場所があります。それは蛇紋岩由来の土壌が分布する場所です。

蛇紋岩の名前は表面に光沢があり蛇の皮のような模様があることに由来していて、これが風化したものを母材とする土壌を蛇紋岩土壌と呼びます。蛇紋岩土壌に成立する植生が特異的であることは古くから知られていました。例えば、北海道を代表する森林は針広混交林で、主にミズナラ、ダケカンバなどの広葉樹とトドマツ、エゾマツなどの針葉樹から構成されています。ところが蛇紋岩土壌が分布する場所では、アカエゾマツを主とする針葉樹林になることが知られています。また本州の低山帯では、シイやカシなどの森林が発

達すると考えられるようなところでも、蛇紋岩土壤が分布する場所では普通の植物は生育することができずアカマツ林になります。しかもそのアカマツの成長は非常に悪く、たいてい草本植生を伴った疎らな低木林になることが多いようです。

では、蛇紋岩土壤とはいったいどんな特徴を持った土なのでしょう。本州の低山帯では蛇紋岩土壤は褐色森林土になる例もありますが、普通は暗い赤色をした暗赤色土という土壤になります。北海道では表層が溶脱のために白っぽくなるポドゾル性土壤というものになることが知られており、蛇紋岩土壤も一般的な土壤と同様に、その土地の気候・植生などの影響を受けて発達すると考えられます。しかし一方では、蛇紋岩を母材とする土壤には一般の土壤には見ることのできない共通の特徴があります。それはpHが高いこと、カルシウムが少ないこと、マグネシウムを非常に多く含むこと、そしてクロムやニッケルなどの重金属を含むことです。そしてこれらの中に植物の成長を阻害する原因があるのだろうかと考えられて、過剰なマグネシウムが根の水分吸収機能を妨げるとか、重金属の毒性が成長を阻害するなどといった諸説が唱えられています。しかし蛇紋岩土壤が植物の成長を阻害する原因についてはまだまだ不明な点が多いのが現状です。

日本では蛇紋岩の分布する場所は非常に少ないので、蛇紋岩土壤の植生を見かけることは少ないと思われる。でももしアカエゾマツの純林（北海道）や矮生のアカマツ林などを見かけたら、辺りをよく観察してみてください。つややかで蛇の紋の入った岩を見ることができるともかもしれません。（酒井寿夫）



## II 発芽から結実まで

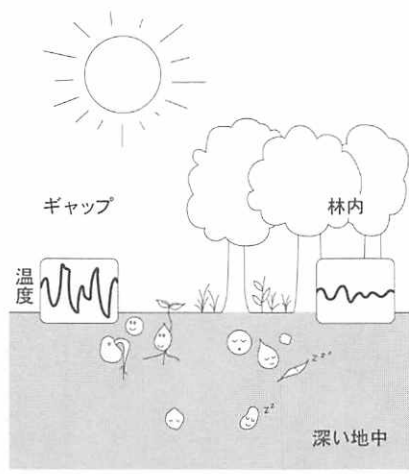
## 出るべきか、出ざるべきか？

森を構成しているたくさんの植物は、大きな木も下草も最初は一粒のタネでした。その種子（タネ）が芽して成長を始める環境は、形や生活の戦略が種によって大きく違うように、実にさまざまです。

種子にとって「どこでいつ発芽するか？」は一生を左右する大きなかけといえます。種皮に包まれている種子は乾燥や低温などの厳しい環境条件にも耐えられるのに、小さな芽生えは生活史の中でも最も死にやすい危険な段階だからです。ひとたび発芽すれば、移動も後戻りもできません。時期外れの発芽や見当違いな場所での発芽は、芽生えの成長に不利だけでなく、まさに命取りにもなります。そのため、芽生えの定着に適した環境条件にならないと発芽しないよう、いろいろな生理的な仕組みを備えています。

秋に実った種子をどんな条件に置いても発芽しないことがよくあります。休眠しているからです。そのおかげで温度が春と似ている秋にうっかり発芽することなく、種子のまま冬をやり過ごせます。そして冬の冷たく湿った条件で休眠が解除されるので春には発芽できます。逆に冬一年生植物では、夏の高温で休眠が解除されて秋に発芽します。このように四季の温度変化を利用して発芽季節を検知しているのです。

老木が枯死して空いた林冠の穴の下や、土砂崩れ跡の裸地に、いち早く芽生えた植物を見たことがあるでしょう。ギャップ（植被の透き間）は成長に必要な光などの資源に恵まれた場所ですが、そこで発芽する



ためにも温度がよいシグナルになります。裸地の地表面温度は、例えば五月の関東地方であれば晴れた昼間には簡単に $50^{\circ}\text{C}$ を超え、夜は $0^{\circ}\text{C}$ 近くまで下がることもあるように、高い最高温度と大きな日較差が特徴です。一方、植生の下や地中では、植被が厚いほどまた深いほど温度は安定します。ヌルデの種子は硬い皮に包まれた休眠状態にありますが、 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ を数時間経験すると広い温度範囲で発芽できるようになります。アカメガシワは発芽の過程で $33\sim 40^{\circ}\text{C}$ の高温を経験することが必要です。この生理的な特性のため、これら代表的な先駆樹種はギャップで発芽できるのです。

温度が安定していると発芽せず、温度の変動に応じて発芽する種も少なくありません。その一種で、ギャップでよく見られるオオイヌタデの種子を地下 $0\cdot 5$ と $1\cdot 0$ に埋めました。温度日較差が $12^{\circ}\text{C}$ 以上と大きくなった日が春に四一日もあつた地下 $0\cdot 5$ では九三%の種子が発芽したのに、九日しかなかつた地下 $1\cdot 0$ では四%でした。春の間に温度が大きく変動する回数<sup>が</sup>シグナルになっているようです。小さな種子<sup>が</sup>大きなかけに勝つための絶妙な発芽戦略<sup>が</sup>繰り広げられているのです。

(荒木佐智子)

## 緑の復活劇の立役者——埋土種子

二〇〇〇年二月一七日、埼玉県秩父山系にある父不見山（標高一〇六五<sup>米</sup>）の山頂付近から起きた山火事は、約二五<sup>分</sup>のスギやヒノキの林を焼き尽くしました。大きく育ったスギの木も焼けこげ、地面には一面真っ黒な炭が積もっているだけです。この後、この林はどうなるのでしょうか。

同じ年の夏に火事跡に行ってみると、黒い地面はすっかり緑に覆われていました。この大復活劇の立役者は誰なのか、火事跡の緑の再生過程を調べてみることにしましょう。

火事や伐採などの植生の破壊の跡に植物が再生する過程は大きく二つに分かれます。一つ目は地下に生き残っていた芽が伸びてくる場合、二つ目は種子から発芽してくる場合です。父不見山では出現した個体の約二〇％は、地下の芽からの再生でした。モミジイチゴやタチツボスミレなどがそれに当たります。一方、ツクシハギやタケニグサ、オオネバリタテ、チチミザサ、ヌルデ、ツユクサなど、残りの約八〇％の個体は種子から発芽したものでした。種子発芽個体には、火事後に周りから運ばれた種子が芽生える場合と、地下に蓄えられていた種子（埋土種子）が芽生える場合が考えられます。この例では、火事から夏までの間は芽生えが見られた種の種子ができる季節ではないので、埋土種子が発芽したと考えるのが自然です。実際に、土壌中にはどのような種子が含まれているのか、山火事直後の地表付近の土壌をとって調べてみました。





山火事直後の土の中から見つかった種子

すると、ツクシハギやタケニグサ、オオネバリタデ、チヂミザサなど火事跡植生に種子発芽個体が見られた種の種子が見つかりました。また、その数は地上に生育している個体数の一〇倍以上に上りました。土の中

には、植生を復活させるとも大きな力が眠っていたのです。

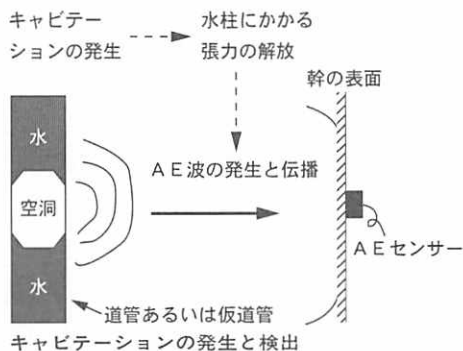
埋土種子の多くは通常、休眠状態にあります。それを解除する条件がそろって発芽し、地上の植生の一員になります。眠っている種子になったつもりで火事跡の環境を見てみると、目覚めを促すいろいろな環境のシグナルを考えることができます。例えば、山火事の際の地表面は一時的に高温になりますが、ツクシハギ、オオネバリタデ、ヌルデ、ツユクサなどは、加熱により発芽率が向上することがわかっています。また地上部が焼失して地表まで日光が届くようになると、発芽に光が必要な植物が芽生えることができます。さらに、地表に黒く積もった炭は熱を吸収して地温を高めるため、昼夜の温度差は二〇℃以上になります。これにより、発芽に温度変動を必要とする植物の発芽が促進されます。山火事跡地を緑で覆った立役者は、土壌中で長い間発芽の機会を待っていた種子たちだったので。

(安島美穂)

## “木の渴きのシグナル”をとらえる

土の中の水は根で吸収され、根の道管や仮道管といった毛管状の水分通道組織に達し、幹と枝を経由して葉へ運ばれます。この経路の中で、水は根から葉までの連続した柱（水柱）となって存在します。つまり、木の中では非常に多くの水柱が束になった状態で、水は上向きに動いているのです。この水は、例えば心臓から血液が押し出されるように、木の下の方から押し出されるのではなく、木の上、つまり葉で引き上げられていくのです。引き上げる力（張力）は、葉からの蒸散を原動力としています。張力は通常一五から二〇気圧という大きな力になりますが、水柱は水分子相互の凝集力と道管や仮道管の壁と水分子との粘着力でなかなか切れません。しかし、張力がある限界を超えると水柱が切れて水の連続性が失われるため、水は上がらなくなり、このように水が切れて道管や仮道管の中が空になって空気が入り込む現象をキャビテーションと呼びます。その結果、水分通道組織で水が通らなくなった状態をエンボリズムといいます。この現象が頻繁に起こると木には十分な水が供給されなくなり、成長が低下したり枯れたりすることもあります。

では、どのようなメカニズムでキャビテーションは発生するのでしょうか。木の中にはさまざまな原因（傷や落葉など）ですでに空洞化している道管や仮道管が存在します。木の水不足がきびしくなると、道管や仮道管の中の水柱にかかる張力が大きくなり、ある限界を超えると隣り合った空洞化している道管や仮道



管から水で満たされている。道管や仮道管へ壁孔という小さな孔を通して空気が引き込まれて広がり、新たにキャピテーションが発生するのです。

キャピテーションが発生して水柱が切れると、水柱にかかっていた張力に相当するエネルギーが解放され、その一部が弾性波となって放出されます。この現象をアコースティック・エミッション (AE) と呼びます。発生したAE波は木の中を伝播して幹の表面にたどり着きます。この波は幹の表面に取りつけたセン

サーで検出することができます。さてこの検出方法、何かに似ていませんか？ そうです、原理は地震計と同じことなのです。

木の幹に聴診器を当てると水の流れる音が聞こえるといわれていますが、水は木の中を穏やかにゆっくり流れているので、音を立てることはありません。あれは枝と枝が擦れ合っただけのような音が幹を伝わって聞こえているのです。ところが、AEを測定することで、私たちの耳では聞き取ることのできないキャピテーションの発生を知ることができます。

キャピテーションは樹木が水不足を、つまり渴きを訴えているシグナルなのです。

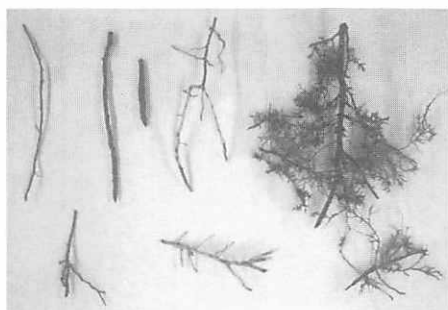
(池田武文)

## 伊達でによろによろしているわけじゃない

樹木の葉には形や質感や大きさの違ういろいろなものがあるのに、根はただによろによろしているばかりで、どれも似たようなものだと思っはいませんか？

根の主な役割は木を支えることと養分や水分の吸収ですが、そのための根が最初から別々につくられるわけではありません。種から芽が出たばかりのとき、根は全体が白っぽく、その表面全部を使って養・水分を吸収することができます。しかし、根の先端が伸びていった後、残された部分が古くなるにしたがって表面がはがれ落ち、残った細胞の壁が厚くなって、木を支えるための機能が充実してきます。もちろん、全部が支えるための根（支持根）に変わるわけではありません。支持根には吸収のための機能があまりありませんので、必要な養・水分を吸収するための新鮮な根（吸収根）をいつも持つていなければなりません。根は枝分かれして細かい吸収根をたくさんつくりますが、その大部分は寿命がくれば枯れてしまいます。

根は光合成をしませんので、根をつくるためには葉でつくられた光合成産物が使われます。葉や枝を伸ばして木を大きくするためには、根で使われる光合成産物は少ない方がいいわけです。実際に、日本の多くの樹木の根は地上部に比べて重さで二〜三割くらいしかありません。限られた原料を使って効率よく養・水分を吸収し、体を支えるために木はさまざまな工夫を凝らします。例えば、細くてたくさん枝分かれした根を



10cm 角で切り取った土の中のスギの根

つくれば少しの原料で吸収のための面積を増やすことができます。ただし、細い根は乾燥や病気、虫などの影響で枯死しやすいため、せつせと新しい根をつくる必要があります。また、細い根は遠くに新しい居場所を開拓するには不向きです。逆に太くて枝分かれが少なく、固くて丈夫で長持ち、という根をつくるものもあります。この場合は乾燥や病虫害に強い反面、吸収は得意でないため、地上部が養・水分の無駄使いを控えるようにしてバランスをとっていることが多いようです。また、根の表面にできる根毛という器官を上手

に使う木や、根と仲よしの共生菌（菌根菌や根粒菌など）と共同生活を  
して補い合っている木もたくさんあります。

形だけでなく、根を張る場所も重要です。森林の土の表面は落葉落枝の分解によって供給される栄養が豊富で、そこが一番「おいしい」場所になるため、競争は激烈です。激戦区で勝ち抜くためにそこに根を集中させるものもあれば、競争を避けて比較的深くに根を張り、貧乏暮らしを楽しむものもあります。木を支える根も、土の深くまでくさびのように太い根を張るものや、広く浅く網のように根を張り巡らせるものがあります。こうした樹木それぞれのこだわりが、根の形と土の中の根の分布を決めているわけです。

（溝口岳男）

# 木はどうやって大きくなるの？

木も私たちヒトと同じように背丈を伸ばし、体重を増やしながら成長していきます。ヒトなどの脊椎動物とどういふところが同じで、どういふところが違うのでしょうか。

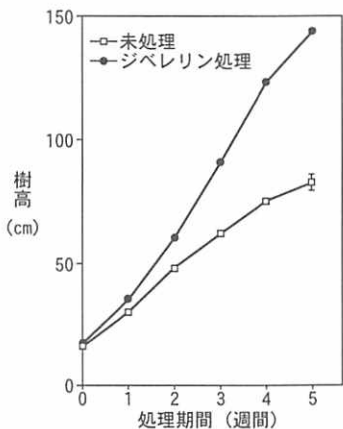
脊椎動物は脳下垂体という器官から血液中に成長ホルモンが分泌されると、IGF-1（ソマトメジンC）と呼ばれる成長因子が主に肝臓でつくられるようになります。これが血液中を伝って骨に達すると、軟骨細胞が増殖し、骨が大きくなり、この結果、体が大きくなります。

木や草などの植物もこれとよく似ています。木や草には脳下垂体に相当する器官はありませんが、成長ホルモンに相当する植物ホルモンと呼ばれる物質を芽や根などでつくり、血管に相当する師管や道管を通して目的の場所まで送り、細胞の分裂や伸長を促進しながら、体を大きくします。特に、木は細胞分裂をする維管束形成層という部分の内側に長年にわたり木部細胞を蓄積しながら大きくなります。この蓄積された木部細胞の部分を私たちは木材やパルプ原料として使っています。

では、体をつくるための栄養はどうしているのでしょうか。動物は食物から栄養を摂取しなければ、骨や肉などをつくれませんが、木や草などの植物は空気中の二酸化炭素を体の大部分を構成する炭水化物に変換する「光合成」ができます。近年、大気中の二酸化炭素の量が増加し、「地球温暖化」が問題となっていま

すが、たくさん光合成をし、どんどん大きくなる木があれば、この対策に役立つはずですが。

植物ホルモンの一つジベレリンは主に成長のコントロールをする物質です。ポプラは外からジベレリンを与えると成長が速くなり、地上部が大きくなります(図)。それならば、ポプラに大量のジベレリンをつくらせ、成長をよくすることはできないのでしょうか。どうやら、そんな簡単にはいかないようです。木や草は、ジベレリン、オーキシシン、エチレン、サイトカイニン、アブジン酸、ブラシノライドといった多様な植物ホルモンを微妙なバランスで保ちながら、正常に生育しているのです。ヒトは成長ホルモンが増えすぎるとホルモンのバランスが崩れると「巨人症」という病気になります。同じように木で



ジベレリン処理によるポプラの成長量の変化

も、体内のジベレリンが増えすぎると各所にさまざまな変化が起こり、正常に育たなくなってしまう。つまり、役に立つ成長のよい木をつくるには、異常が生じない最高の条件を見極めたうえで、遺伝子組換えなどの遺伝子工学的な手法で、体内のジベレリン量を適切にコントロールすることが求められます。こうした研究は森林総合研究所や環境問題に真剣に取り組むヨーロッパで精力的に進められています。

(伊ヶ崎知弘)

## 日なたと日陰、どっちが好き？

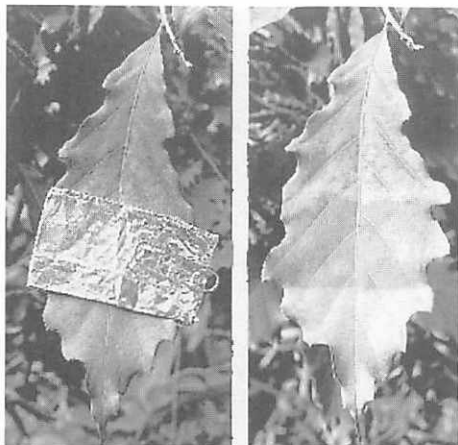
「日焼けすると健康になる」と昔はいわれていましたが、最近では「日焼けは百害あって一利無し」とまでいわれるようになってきました。日光浴は人間の体では合成できないビタミンDの合成を助けるなどの効用もありますが、それよりも皮膚がんを引き起こすような強い紫外線の方がずっと悪さをします。一方、植物にとっては、光合成をするために日光は必要不可欠です。光合成とは、細胞の中にある葉緑体の中で光エネルギーを使って水を分解し、出てきた水素を二酸化炭素にくっつけて（還元し）ブドウ糖をつくる反応です。水を分解して出てきた酸素は、一部は呼吸に使われますが残りは大気に放出されます。

しかし植物にとっても、光があればあるほどよいというわけではありません。強すぎる光はそのエネルギーによって活性酸素をつくり出し、活性酸素は葉緑体を分解してしまいます。特に暗い場所で育った植物を突然強い日光の下に出すと、葉が白く変色してしまいます。これは光阻害と呼ばれ、葉緑体が分解されて葉は光合成ができなくなっている状態なのです。葉緑体の中では光が当たっているときに酸素が多くつくられるので、特に日中は危険な活性酸素ができやすいのです。過度の光エネルギーを熱として放出する反応経路や、できてしまった活性酸素を消すスカベンジャーと呼ばれるさまざまな物質が、植物の細胞の中にあります。また、葉の表面に毛を生やすとか葉を巻き込んだり傾けたりして、葉が強すぎる光を受けないようにす



るといった仕組みもあります。

このような過度の光エネルギーや活性酸素を取り除く能力は、植物の種類によって異なります。一般に明るい場所が好きな植物（陽生植物や陽樹と呼ばれる）は、暗い場所が好きな植物（陰生植物や陰樹と呼ばれる）よりも、この能力は高くなっています。陽生植物は強い光を利用して活発な光合成を行いながら、過度の光エネルギーや活性酸素を取り除いています。一方、陰生植物は光合成能力は低いのですが、過度の光エネ



コナラの葉に、前日の夕方にパラコートを塗布し、葉の一部をアルミ箔で覆って光を遮断し、晴れた翌朝にとった写真。光が当たったところは白く変色(光阻害)してしまっている。

ルギーや活性酸素を取り除くことに多くの労力を割くことはしていません。したがって陰生植物は、明るい場所では生きていけないのです。

雑草を枯らす除草剤には現在三五〇種類以上の化学物質が使われています。なかでもパラコートは、葉の中で活性酸素を増やしてしまうことにより、光が当たっているときに葉に効く強い除草剤です。逆にいえば、過度の光エネルギーをいかに消去するかということが、植物にとって重要な死活問題なのです。

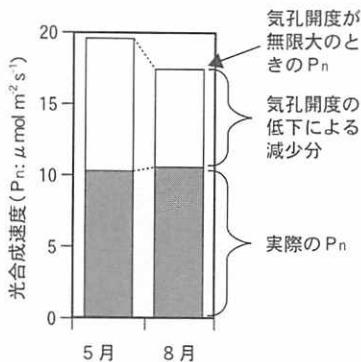
(石田 厚)

## こう暑くちやのどが渴くよ

天氣のよい夏の暑い日。そのような日の炎天下では、私たちは、すぐにバテて冷たい飲み物が欲しくなります。一方、樹木は、そのような環境下でも生き生きとしているように見えます。しかし実際、樹木の生育の源である光合成という面からみて、夏の晴れた日中はどのような環境なのでしょうか？

夏の晴れた日中は、大氣の水蒸気飽差（飽差）が一年中で最も大きくなります。飽差とは、大氣の乾燥具合を示す指標の一つで、飽差が大きくなるほど乾燥し、物から水分を奪う力も大きくなります。ですから、飽差が大きくなる夏の晴れた日中は、植物の葉から大氣への水の移動（蒸散）を引き起こす力も他の季節より大きくなります。そこで植物は、葉から失われていく水をすばやく葉に供給しなければなりません。

しかし、土壌から（根、幹、枝を通じて）葉の間の水の通り道には抵抗（通水抵抗）があり、蒸散速度があまりに速いと給水が間に合わないといった状況が生じやすくなります。もし、そのような状況で同じペーパースでさらに蒸散し続けると、葉は脱水が進み、やがてはしおれて枯れてしまうこととなります。植物は枯れてしまうと困りますから、葉のしおれを防ごうとする仕組みを持っています。蒸散は主に葉の表面にある気孔という穴を通じて起こるのですが、この穴の開き具合（気孔開度）を調節できるのです。すなわち、気孔開度を低下させて蒸散を減らし、葉の過度の脱水を避けるのです。



ブナ葉の光合成速度(Pn)に対する気孔開度の低下による影響の季節変化

ここで植物にとって重要なことがあります。それは、気孔は葉内から大気への水の通り道であると同時に、光合成に必要な原料である二酸化炭素の葉内への通り道でもあるということです。ですから、低い気孔開度で葉からの水の損失を抑えることは、同時に光合成も制限するということになります。ここまで読まれたらおわかりと思いますが、飽差の大きくなる夏の日中は、光が十分あるにもかかわらず、気孔開度の低下によって光合成が低下する（光合成の日中低下現象）といった植物がストレスを受けやすい環境条件なのです。このことは、個体サイズが大きく個体内の通水抵抗が大きくなる樹木にとって、特に重要です。

しかし、最近の調査によって、ブナなどの樹木は、飽差が大きくなる春から夏にかけて、葉の水分特性を変化させたり、土壌と葉の間の通水抵抗を減少させたりして、春よりも夏に大きな気孔開度を持つことがわかりました。また、その結果、光合成に対する気孔開度の低下による影響も夏に小さくなりました（図）。

このように、脱水に対して樹木がどのようにそれを回避しているか、あるいは耐えているのかを明らかにしていくことは、樹木の光合成に対する環境変化の影響を解明していくうえでも重要なことです。

（上村 章）

## 空を見上げりや穴がある

多くの樹木は葉に光を十分受ければ、実をたくさんつくることができます。そのため木々が集まった場所では、隣の木より背が高くなれる者が有利です。しかし身体が大きくなれば水や養分も多く必要になり、また風や雷、雪などで倒れたり傷ついたりしやすくなります。だから長い間には、種類や年齢が違う木々でもだいたい同じくらいの高さに葉を茂らせて空間を分け合うようになります。こうして、森のてっぺんには枝や葉が詰まった層ができます。これを「森のかんむり」という意味で林冠と呼びます。

森で大きな木が死んだり太い枝が折れたりすれば、林冠に穴が開きます。複数の木が同時にまたは相次いで倒れた場合には、数百平方メートル以上の大きさになることもあります。この穴は林冠のギャップ（透き間、不連続という意味）と呼ばれています。ギャップができると、それまで空を覆われて暗かった森の中に強い光が差し込み、風が吹き込むようになります。雨や雪は遮るものなく草や若木に降りかかり、晴れば地表は急速に乾燥します。ギャップは、森の中の環境を部分的に大きく変えるのです。

ところで樹木はその長い一生の間に、たくさんの種子をつくりまわします。樹種によってそれは数百、数千万もの数になり、たくさんの実生（芽生え）が生まれ育っていきます。しかし、ほとんどの子供たちは生き残ることができません。さらに、成熟した豊かな森では、林冠をつくる木々の密度は多くは平衡状態つまり満員



となっています。子供たちがとれだけ待っても、大人になれるとはかぎらないのです。

ギャップは、森の多くの植物には貴重なチャンスです。暗い森の中である者は種子のまま、またある者は若木のまま何十年も耐え続けます。そして大人が席を譲り、空が開かれたその瞬間から、彼らは競って成長を始めます。いま私たちが目にする林冠の木々は、それぞれが何百万分の一という確率で生き残り、機会をつかんだ一本といえるでしょう。また一方、暗い森の中では生きられない植物も、風などによって種子がギャップに運ばれると、その機会を逃さず成長していきます。

ギャップによって森の一部分は若返り、また豊かな生物相が保たれていきます。森は、たくさんの部分がパッチワークのように組み合わさってきていて、少しずつ常に移り変わっているのです。

(阿部 真)

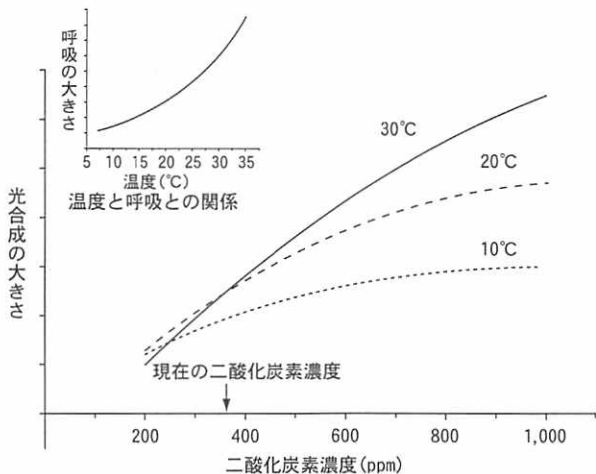
## 暖かいほど効果は大?

昔に比べて、最近では暖かくなったと感じることはないでしょうか。二〇世紀の間に、地上の平均気温は〇・六℃上昇しました。この温暖化は、大気中で二酸化炭素などの温室効果ガスが増えていることが原因となつていきます。一〇〇年後には、二酸化炭素が現在の一・五〜二・七倍に増え、それに伴い、気温は一・四〜五・八℃高くなるのではないかと考えられています。

樹木は光合成によつて大気中の二酸化炭素を吸収して炭水化物をつくり、幹に蓄えていくことで大きく育つていきます。葉が二酸化炭素を吸収する速さ(光合成速度)は、原料である二酸化炭素がたくさんあると速くなります。どのくらい速くなるかは温度条件によつて異なり、低い温度では小さく、三五℃付近までは温度が高くなるほど大きくなるようです。また、一年間の単位で光合成による二酸化炭素の吸収を考えた場合、その量は、光合成速度と光合成を行った期間とを掛け算した値になります。暖かくなって葉が展開する時期が早くなつたりすれば、光合成を行える期間が長くなり、さらに多くの二酸化炭素を吸収できるようにすると考えられます。光合成の面からみれば、二酸化炭素濃度の上昇と温暖化は願つたりかなつたりのようにです。

よいことづくめのようですが、成長を考える場合には呼吸作用を忘れてはいけません。光合成によつて体

内に吸収した二酸化炭素の一部は、この作用によって再び大気へ戻されてしまいます。そのため、実際に樹体を大きくするのに使える二酸化炭素は、光合成によって吸収した量から呼吸によって放出した量を差し引いた分だけとなります。大きな木では、呼吸の量が光合成の量の七割近くになることもあります。無駄な消費のように思えますが、生命活動を維持し、新しい樹体をつくっていくためには必要なものなのです。この呼吸の速さは、温度の上昇に伴ってうなぎのぼりに大きくなってしまいます。呼吸の面からみれば、暖かくなることは、樹体からの二酸化炭素の放出量を増やすことにつながります。



二酸化炭素濃度、温度と光合成の関係

以上のような光合成と呼吸との関係や、あまり高温になりすぎると樹体自身が回復不可能なダメージを受ける危険性があることを考えると、高い二酸化炭素濃度とほどほどの暖かさが、樹木の成長にとっては都合のよい条件のようです。

(重永英年)

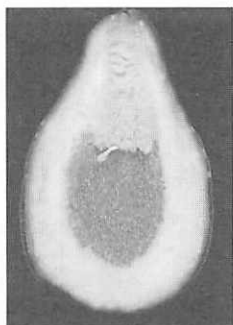
## 地味ですが華です

木の花にはサクラやツツジなど目につく美しいものもたくさんありますが、反面シラカンバの花つてどんなだっけ？ スギの花粉症は有名だけど一体どんな花が咲いているの？ と思うことはありませんか。木の花はしばしば高いところに咲くので見づらいうえに、どこが花なのかよくわからないものも多くあります。

花の定義ですが、花は<sup>がく</sup>萼、花弁、雄ずい（雄しべ）、雌ずい（雌しべ）の一組からなります。雄花、雌花で咲き分ける種類はそれぞれ雌ずい、雄ずいが退化したものと考えられます。花はしばしばまとまって咲き、これを見える部分と呼びます。ハナミズキは一つの花のように見えるのが花序であり、白またはピンクで花弁のように見える部分は葉が変形した<sup>そくほう</sup>総苞です。本当の花は中央にまとまってついています。スギやマツなど裸子植物は萼や花弁を欠いているので正確には「花」と呼べませんが、便宜的に「花」と呼ばれています。

カンバやナラの仲間、尾状花序と呼ばれるヒモのように垂れ下がった雄花序（花穂）をつけます。この形は花粉が風につけて飛びやすいようになっていのです。ミズナラでは四月に芽が開くとともに葉のつけ根から花穂が二〜一〇本ほど垂れ下がります（写真右）。一つの花穂に二〇〜三〇個ほどの雄花がついていて、一つの花の中に薄い膜のような花弁五〜七枚と雄ずいが四〜六本あります。一方、雌花は葉のつけ根に埋まるようにして一〜三個ほどつきます（写真中）。直径は二ミリのほどで丸く、四〜六枚の丸い小さな膜質の





[右] ミズナラの雄花序。 [中] ミズナラの雌花。周囲をかこむ葉を取り除いてある。 [左] オオイタビの花囊断面。上がコバチの出入口。

花卉が張りついています。その先には先が三つに分かれた一ミほど  
の雌しべを突出させています。これがあの大きなドングリになると  
は想像もつきません。

スギの「花」は三月に咲きます。雄花は枝先につき、褐色の五ミ  
ほどの小さなマツボックリのような形の花序をしています。雌花も  
やはり枝先につきますが、緑白色で注意して見ないと枝葉と区別が  
つきません。それぞれの花は種鱗しゅりん（まつかさ）とその上にかぶさる  
苞の間に生じます。

イチジクの仲間は花囊かのうと呼ばれる花が表に出ない独特の花序を持  
ちます。初めから果実のような形をしていてその内側に小さな花が  
たくさん咲くのです（写真左）。この仲間は、イチジクコバチ類と  
呼ばれるそれぞれの種に特別なハチが花囊の先にある穴から出入り  
して受粉されます。花序の中には雄花、雌花、コバチが育つための  
虫えい花があります。イチジクのように雄株と雌株が分かれている  
ものもあります。

（河原孝行）

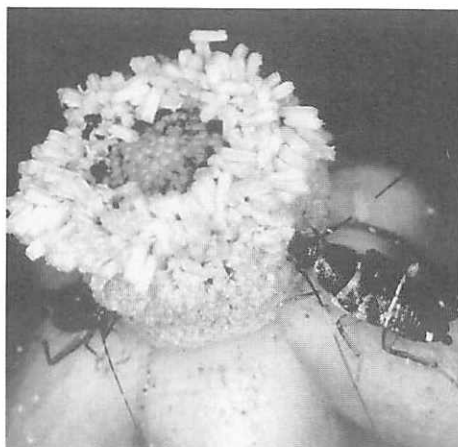
## キユーピッドは誰？

春になると空に漂う花粉はくしゃみや鼻水で私たちを悩ませます。しかし、花粉の本当の目的地は私たちの「鼻」の粘膜ではなく「花」の雌しべです。このように風まかせに花粉を送り届ける植物は大量の花粉をまき散らします。それは雌しべに到達する確率がとても低いからです。

より確実に花粉を送り届けるにはキユーピッド（送粉者）を呼ばなければなりません。花は、香りや鮮やかな色、甘い蜜でこの天使を呼びます。天使の誘惑はけっこう高くつくのです。長い進化の歴史のなかでさまざまな動物がキユーピッドの役を演じてきました。配役は、植物と動物との駆け引きによって決まります。

送粉者の主役は昆虫です。昆虫は、小さく、種類が多く、飛ぶことができるのでキユーピッドにうってつけです。しかし、恐竜が君臨していた一億四〇〇〇万年前のジュラ紀にはわずかに甲虫やハエが花を訪れていただけで、ハナバチやチョウはこの世にはいませんでした。そのころの森林は、シダやソテツ、針葉樹に覆われていました。ところが九〇〇〇万年前の白亜紀になると、広葉樹に覆われバラやツツジなどが咲く被子植物の森に変わりました。このころに、ハナバチとチョウが現れました。

送粉者の脇役は脊椎動物で、鳥とほ乳類（主にコウモリ）です。彼らは、一年を通じて餌を必要とするので、一年中花が咲く熱帯で送粉者となっています。花を訪れる脊椎動物が現れたのは五〇〇〇万年前ごろで



ゴキブリが送粉するバンレイシ科植物の一種

す。一方、昆虫は、花のない冬は休眠して過こせるため、温帯や冷帯でも送粉者として活躍しています。

送粉者のすべての役者を見ることが出来る場所は熱帯雨林だけです。一九九〇年代に、七〇％に達する林冠に研究者が登れるようになり、林冠から林床までさまざまな位置で咲いている植物の送粉者が明らかになつてきました。その結果、ほとんどの植物が動物に送粉を託していることがわかりました。風媒は〇〜二％、ほ乳類媒は二〜四％、鳥媒は七〜一五％で、大多数は虫媒植物でした。なかにはゴキブリが送粉する植物もあります。

熱帯雨林の林内は珍しい植物の宝庫ですが、送粉を行うには過酷な環境です。珍しいということは、同種の植物が周りにないということなので遠くまで花粉を届けなければいけません。しかし、薄暗い林内では、せっかく貯えたわずかな養分を送粉者に差し出すのはつらいことなのです。そこで、花を送粉者の雌に似せて、雄をおびき寄せる植物が現れました。

キューピッドも恋には弱い。こんな駆け引きがさまざまな花の美しさを進化させてきたのです。

(永光輝義)

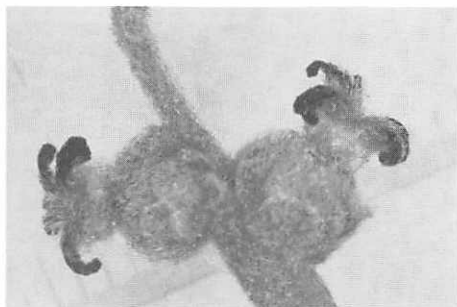
## 雌花が歩む厳しい道のり——雌花からドングリへ

春、多くの樹木が少しでも多くの子供を残そうと精一杯の花を咲かせます。しかし咲いた花が全部結実するとはかぎりません。さまざまな原因でその数は大幅に減ってしまうのが普通です。コナラを例に、結実までに花の中でいつ何が起きているのかを見ながら、その数が減っていく過程を追ってみましょう。

コナラは、関東地方あたりではゴールデンウィークの前半ごろ、一本の木に雄花と雌花両方を咲かせます。このうちドングリに育つ雌花はとても小さく、直径一・五<sup>mm</sup>程度の本体に小さな柱頭三枚をその上に突き出させている、とつても目立たない花です（写真）。雌花の中には六個の胚珠（タネのもと）があり、この中に一個の卵細胞ができます。それぞれの胚珠がドングリにまで育つチャンスを持っています。

雄花から放出された花粉は風に運ばれ、雌花の柱頭にたどり着きます。しかし花粉の有無にかかわらず、せっかく咲いた花の一部は開花後ほとんど発育せずに死んでしまいます。その数は母樹によって異なり、多い母樹では七〇%以上に及びます。なぜ母樹が多くの雌花を捨ててしまうのかはよくわかっていません。

この段階を生き延びた雌花は、母樹から栄養をもらってゆっくりと発育し始めます。その間、柱頭について花粉は花粉管を少しずつ伸ばし、一か月ほどかかって胚珠内の卵に到達し、花粉管内にある雄性核が卵と合一します（受精）。しかし一粒の花粉も受粉できなかった雌花はここでおしまい、発育をストップします。



受粉後10日ほど経過したコナラの雌花。直径1.4mm程度、3枚の柱頭は乾燥して黒ずんでいる。

また、受粉したのが母樹自身の花粉だけだった雌花は受精できず、やはりここで死んでしまいます。これは、「自家不和合性」という近親交配を防ぐ仕組みが働き、母樹自身の花粉はほとんど花粉管を伸ばすことができないためです。この段階で死んでしまう雌花の割合は、すぐそばに花粉をくれる木がいるかないかによって大きく変わります。その後、受精卵を持つ胚珠だけが発育を続け、そのうちの一つだけが最終的に勝ち残り、ドングリの原型ができていきます。時は七月上旬中旬、もうすぐ本格的な夏が到来するころです。

運よくここまで育ってきた雌花は、あとはドングりに育つべくどんどん成長するのみです。コナラの場合は、ここまで発育した雌花（若いドングリ）を母樹自らが栄養補給を絶って死なせてしまうことはほとんどありません。しかし、若いドングリは昆虫たちから見れば恰好のごちそうです。ガやゾウムシの仲間が多く、若いドングりに産卵し、ふ化した幼虫が栄養豊富なドングリの中身を食べてしまいます。

こうして、多くの場合、咲いた雌花の九〇%以上はいずれかの段階で息絶え、母樹から捨てられてしまいます。数々の試練に耐えた運のよかった雌花だけが、一〇月上旬ころようやく成熟したドングリになれるのです。

（金指達郎）

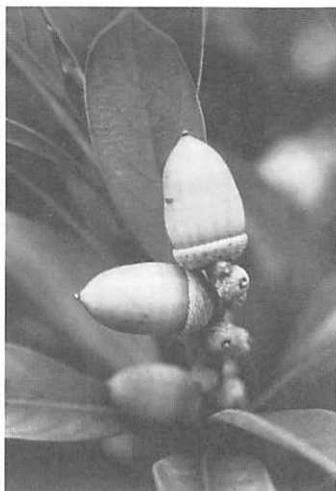
# 一浪ぐらい何でもないよ!

ドングリのなる木にはいろいろな種類があります。それらの木は通称、ナラ、カシ、シイと呼ばれるグループに大きく分けられますが、正確には、ナラはコナラ属のコナラ亜属、カシはアカガシ亜属、シイはシイノキ属のことで、それにマテバシイ属が加わります。これらのグループの木のほとんど全部が、春に開花し秋にドングリの実が熟しますが、開花した年に実が熟すものと、開花した翌年に実が熟すものがあります。すなわち、一年で実が熟すものと、二年かけて熟すものがあります。

例えば、里山でよく見かけるコナラとクヌギは両者ともコナラ亜属に属しますが、コナラの実が開花した年の秋に熟しますから一年もの、クヌギは翌年までかかるので二年ものです。カシの仲間では、シラカシ、イチイガシが一年もので、アカガシなどは二年ものです。ドングリのなかで一番おいしいシイの仲間のツブラジイ、スダジイや、すらつとしてやや大きめのマテバシイの実はすべて二年ものです。一般に、広葉樹の実是一年ものが大多数ですが、ドングリの仲間には二年ものが多く見られます。

針葉樹の実（球果）にも一年ものと二年ものがあります。スギとヒノキは一年ものですが、クロマツとアカマツは二年ものです。

実が熟れるまでに、なぜ二年もかけるのでしょうか。二年もの実をつけるドングリの木では、開花して



8月のマテバシイ 二年もののドングリ(左)と幼果(右)

雌花が花粉を受けるところまではスムーズに進みますが、その年のうちには卵細胞との受精には至らず、翌年の春にやっと受精し、それから実が大きくなつていきます。立派な実をつけるためにわざわざ一年待つことが必要で、ここに秘密のメカニズムが隠されています。

二年ものの実をつける木は、一年余計にかけることで立派な実をつける戦略を身につけ、「一浪ぐらい何でもないよ!」と、長い間実行しています。長い人生より充実するためには一年くらい余計にかけてもよかったです、と思うことって後から振り返るとあるものですよ。ちなみに、針葉樹のネズミサシの仲間で高山に生えるものでは、開花した二年後に実が熟すものがあり、二年余計にかけています。でも、一浪ぐらいにしておきたいですよ。

(近藤禎二)

## 何年先までおあずけ？

木の実には野ネズミなど山の動物たちにとってごちそうですが、毎年そのごちそうにありつけるわけではありません。多くの種類の木で、実が多くなる年と少ししかならない年があります。昨年はあれほどなっていたのに今年は少ししかドングリがならなかった、という経験を皆さんもされたことがありませんか。動物たちは、木の実のごちそうにありつくのにどれだけおあずけをくうのでしょうか。

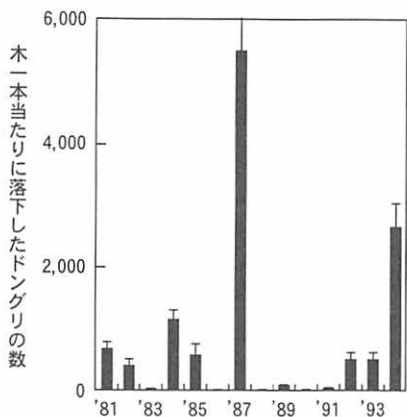
ブナでは、平均すると五年から七年に一度たくさん実がなりますが、その間にほとんどならない年や少ししかない年が続きます。ミズナラではドングリがたくさんなのは二年から三年に一度で、その年には一つの林の木がそろって実をつけるようです。このように、何年かの間隔をおいて多くの実がつく現象のことを豊凶といいます。何年かおきに実が多くつくだけではなく、種類によって様子は違いますが、実が多くなる年は林の中で同じ種類の木がそろって実をつけることや、実の多くなる年の合間にはほとんどならない年があることも知られています。

その最も極端な例は、一生に一度だけ一斉に結実して枯れてしまうタケの仲間に見られます。樹木はそこまで極端ではなく、実の多い年と少ない年が交互に繰り返されるものもあれば、ブナやミズナラのように数年間隔で多くの実をつけるものもあります。一年おきに結実が繰り返される例は、果樹では表年と裏年とい



う言葉で知られていますが野生の樹木にも見られ、隔年結実と呼ばれます。数年間隔で多くの実をつける代表例はブナやミズナラのほかに、東南アジアの熱帯林の一斉開花にも見ることができま

す。豊凶はどうして起きるのでしょうか。ある年にそろって結実する仕組みとして、気象条件を合図としていることが考えられます。かつてはその年の結実が多かったり少なかったりすることも気象条件のよし悪しによると考えられていましたが、結実の変動は気象の変動よりずっと大きいことが多く、それだけでは説明がつかえません。実が多い年と少ない年があるのには木の経済状況も関係しているようです。実をたくさんつける



ミズナラの堅果(ドングリ)落下数の年変動

と養分をたくさん費やすので次の年には実をつけることができません。隔年結実はこのようにして起こり、もっと年数がかかる数年間隔になる、と考えられます。ではなぜ数年間の養分をためてたくさん実をつけるのでしょうか。そこに豊凶の意味がありそうです。貴重な養分をつぎ込んだ花を確実に実にするためにある年に一斉に花を咲かせるというのが一つの説明ですが、実を虫や動物に食べ尽くされないようにある年に一斉にたくさんつくるのだとも考えられます。おあずけは木の作戦なのかもしれません。

(倉本恵生)

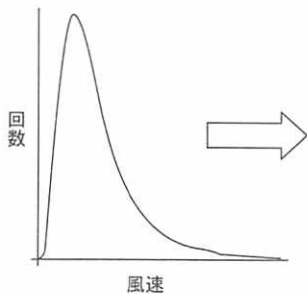
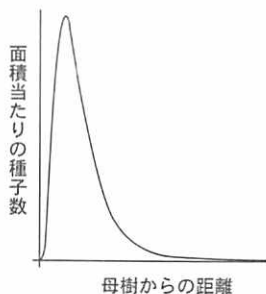
## 風まかせ——種子の旅

樹木は自力では移動できません。唯一の移動の機会は、タネ（種子）として風や動物に運んでもらうことです。動物が種子を運んでいる姿はおいそれと見ることはできませんが、風に運ばれている姿は、私の住んでいる北海道では、初夏になるとポプラやヤナギの綿毛が空中を漂っているので簡単に観察することができます。このように風に運ばれる種子を風散布種子と呼びます。風散布種子を持っている樹木は、前記のほか、カンバ類、ハンノキ類、カエデ類、タモ類、ニレ類、マツ類などたくさんの種類があります。

これらのタネを手で持つて頭上で離すと、ゆっくりと落下していくタネから速く落下していくタネまでいろいろあることがわかります。タネが小さくて軽いほど、またタネについている羽根が薄くて大きいほど落下速度が遅いことがわかります。タネの移動距離は地面に落ちるまでの時間が長いほど長くなるので、落下速度が遅いタネほど移動能力が高いこととなります。タネを遠くに飛ばそうとすれば、タネを小さくしなければなりません。しかし、タネが小さくなると芽生えも小さくなり、成長には不利です。逆にタネを大きくすれば有利になりますが、遠くの空き地などに到達するのは難しくなります。そこで、樹木は空き地の占有を目指すか、競争相手の植物が多い場所での確実な成長を目指すかの道を選ばざるを得ないのです。興味深いことに、小さくて遠くに飛べる種子を持っている樹木は競争相手のいない空き地での成長に適し、種子が

大きくてあまり遠くには飛んで行けない樹木は競争相手の多い日陰でも成長できる性質を持っています。

風散布種子は文字どおり風にまかせて飛んでいくため、飛び方を知るには風そのものの吹き方を知る必要



風の吹き方 (左) とタネの飛び方 (右)

があります。どの程度の風速がどのくらい多く吹くかというデータを見ると、風が全く吹かないということはまずなく、弱い風が吹く場合が最も多く、それ以上は風速が強まるほど吹く回数が減っていくことがわかります。したがって、真下に落ちるタネは少なく、少し離れた場所に落ちるタネが最も多く、それより遠い場所では母樹から離れるほど落ちるタネの数は減っていくということが予測されます。

いったいどのくらいの距離を飛んでいくのでしょうか？ 北海道の山地に多いダケカンバは重さが〇・五ミリアグラム程度のごく小さい、風に乗って飛びやすいタネをつけます。森林から空き地へは一〇〇〜三〇〇メートル程度飛んで、幼木として順調に生育していました。しかし、森林の中だけでは三〇メートルしか飛んでいませんでした。これは、森林内では乱流が生じているためです。散布距離は種類によって、またその時々風の吹き方によっても大きく異なり、詳しい実態についてはまだまだ研究が必要です。(佐藤 創)

## 他人まかせで大丈夫？

自分の足で動くことができない植物にとって、種子の散布は個体として移動できる唯一の機会です。その大事な機会を多くの樹木は動物に託しています。さくらんぼや野いちごは、種子の周りに多肉質の果肉をつけ、これを丸ごと動物に食べてもらい、消化されない種子だけが糞や吐き出しで排出されて散布されます。これを被食型（周食型）の動物散布と呼んでいます。どんぐりやくるみなどのナッツ類はこれとは異なり、種子そのものをリスや野ネズミなどの動物が冬や春の食料として地面下に貯蔵し、食べ残された種子が発芽します。これが貯蔵型（食べ残し型）の動物散布です。

被食型や貯蔵型の動物散布を行う植物の果実や種子は、動物たちを引きつける特徴をいろいろと持っています。被食型の果実は糖分や脂質などを多く含む果肉をつけるものが多く、サルナシやヤマボウシのように人をも魅了する野生の果実もあります。これらの果実の多くは、熟してくると赤や黒の目だつ色に鮮やかに変身して、色が識別できる鳥やサルたちを引きつけます。地味な色の果実では、甘い香りを漂わせて鼻がきくタヌキなどの動物をおびき寄せるものもあります。貯蔵型のナッツ類は貯蔵がきき、栄養価が高く、運ぶ効率のよい大型の種子であることが特徴です。

では、動物に適応したこれらの種子は、本当に効率よく散布されているのでしょうか？ 実はそうとも限



日本を代表する被食型の散布者の鳥ヒヨドリ

らないのです。例えば、赤や黒に色づくカスミザクラの果実はさくらんぼと同様にみずみずしい果実で、典型的な被食型の鳥散布の果実ですが、ヒヨドリなどの鳥によって食べられて樹冠外へ運ばれるもののほか、大半は樹冠下に果実のまま落ちてしまいます。落下した果実は、タヌキやテンなどの動物に食べられて、より遠くに散布されるものもありますが、多くの種子は野ネズミに食べられています。被食型はある特定の

動物だけに散布されるものよりも、多くの動物がかかわっているものが多いようです。それに対し、貯蔵型のオニグルミ種子はリスとアカネズミだけがその大きくて堅い殻を持つ種子を貯蔵して散布しています。両動物ともにオニグルミ種子が大好物で真っ先に貯蔵しますが、そのために貯蔵後に回収されて食べられる確率も高く、残って発芽できる種子はほんのわずかな数なのです。

このように、実際は必ずしも植物に都合よく散布されているわけではないようですが、それでも樹木の多くが動物に依存しているのは、動物散布がやはり比較的効率がよいからなのかもしれません。

(林田光祐)

# 母に寄り添うもよし、旅するもよし

潮の満ち引きで、あるときは海あるときは干潟となる潮間帯、そこに生育する植物を総称してマングローブといいます。日本では南西諸島にその分布が限られあまりなじみがありませんが、タコ足状の支柱根を持つオオバヒルギは観光ガイドブックなどで見られたことがあるかと思えます。ところで、海になったり干潟になったりする不安定な場所でマングローブはどのように種子を散布し定着するのでしょうか。日本のマングローブの顔的存在であるオオバヒルギを例に、その面白い種子散布の方法を紹介しましょう。

オオバヒルギの花が咲き、そして散り、実ができます。ここまでは植物にとって当たり前の世界です。ところがここからがオオバヒルギは違います。しばらくして実を突き破って幼根が出てきます。根は槍のように細長く伸びその重さで枝先に垂れ下がります（写真左）。根のようで種のような、成熟すると長さ六〇センチぐらいになる、この不思議な物体を胎生種子といいます。熟した種子は自然に実から離れ落ち、その槍先のような先端は干潟に容易に突き刺さります。潮が満ちてきても流されないわけです。泥土に刺さった部分からは白根が出る一方で、種子上端の芽はその貯蔵養分を使って葉を展開させるために伸び始めます。

なかなか賢い戦略です。でも種子の落下が干潟のときではなく海の時だったらどうでしょう。槍のような先端でも水面下の泥土に突き刺さることは無理で、悲しく干満の潮の流れに漂い沖へ沖へと運ばれ帰らぬ



オオバヒルギの垂れ下がった幼根



泥土の中の鈎状の先端が自立の証

種子に……。ところが逆境のなか、定着に成功する種子があるのです。満ち潮で漂い、引き潮で干潟に取り残されて横たわる種子が、そのわずかなチャンスに白根を出して泥土をつかまえます。不思議なことに、いったん泥土に根を張った種子は次第にその上体を起こし、完全に立ち上がります。知らないと、初めから泥土に突き刺さって定着したように錯誤してしまいます。種子立ち上がりの証は、泥土に隠された先端部の鈎状かぎの形態にしっかり残っているのです（写真右）。

母親の木の下に育ったのは種子が泥土に突き刺さってきた子供、母親から遠く離れた干潟に育ったのは一人旅の末に自立した子供です。母親の周りでタコ足のスクラムを組み地盤を安定させる子供たち、新たな干潟で開拓者となる子供たち、オオバヒルギの分布拡大にはどちらの子供も大切な役割を担っています。

（中村松三）

## アクシデントに遭遇したら萌芽再生

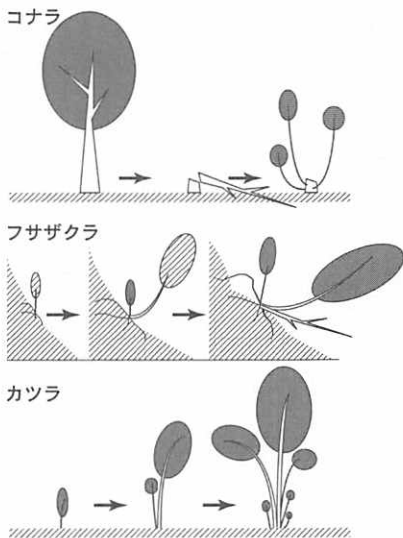
自力で動くことができない植物は、たまたま芽生えた場所で生涯を過ごさなくてはなりません。例えば、火事が起きても逃げることはできません。もし芽生えた場所が柔らかく崩れやすい斜面だったりしたら大変です。動物や昆虫に食べられたり人に切られたりすることもあてはまらざるを得ないでしょう。

こうしたアクシデント（攪乱）をやり過ぎるために、多くの樹木は損傷を修復する機能（萌芽再生機能）を持っています。数十年から数百年、ときに数千年という長い寿命を全うするために大切な機能です。

例えば雑木林（二次林）に普通に見られるコナラは、伐採されると残った切り株からたくさんの新しい萌芽幹が出てきます。かつて人里の周りには、薪や炭を得るために、定期的に伐採を行う薪炭林がありました。現在の多くの雑木林はその名残です。コナラをはじめコナラ属の樹木は、切り株からの萌芽再生能力が高く、そのため雑木林で優占しているのです。またコナラ属のつける大きな種子（ドングリ）は、たくさんの養分を含んでいます。それは動物の餌となり、その代わり遠くまで運んでもらうのに役立っているのですが、それと同時に、ミズナラでの最近の研究によると、ドングリに含まれる養分は発芽後には根に移動し、地上部が動物にかじられたときに萌芽再生するために役立っていることがわかっています。

ほとんど人手が入らない自然林の中にも、萌芽能力によって斜面崩落などの自然攪乱に適応している樹木





樹木のいろいろな萌芽

があります。例えばフサザクラは、丘陵地の崩れやすい斜面や崩れた土砂が堆積した小さな河川の縁などを主な生育場所とします。地面が軟弱なため、成長とともに幹が自然と傾いてしまうのですが、フサザクラは完全に転倒（根返り）してしまいう前に根際から次々と新しい幹を出すことによって、そうした場所でも大きく成長できるのです。成熟木の近くで再び地面が崩れると、その上で種子が発芽し次世代が育ちます。攪乱されがちな場所を生育地に選んだフサザクラは、損傷することを前提として生きているかのようです。

山間部の河谷に分布するカツラもまた地表攪乱に適応した樹種です。大規模な河川氾濫や斜面崩落が発生すると、種子が発芽し、萌芽幹の枯死再生を行いながら成長し、やがて巨大な株立ち樹形になります。カツラの場合、目立った損傷がなくても萌芽によって幹の更新を行うことで個体の寿命を長くし、まれにしか起きない世代交代のチャンス을待っているのではないかと考えられています。

森林には、生育環境の攪乱の種類や発生頻度に応じて、さまざまな萌芽再生能力を持つ樹木が見られます。

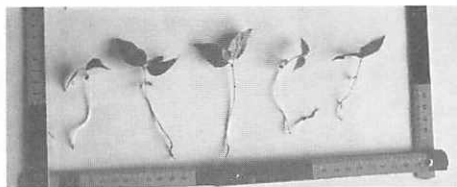
（酒井暁子）

## 根から芽……何を一個と数えるの？

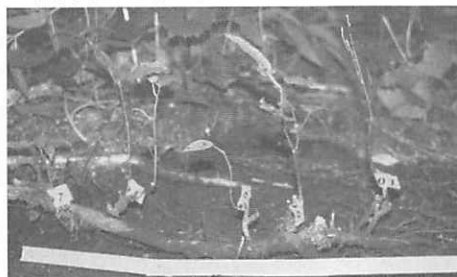
森の中で、木を一本、二本……と数えることができますね。このような数え方は、私たちが人間を一人、二人、……と数えるのと同じでしょうか？ 森の木にはちよつと変わり者がいます。地上部だけを見ていた場合には、幹を人間でいうAさんとBさんというように、別々に数えることができましたが、土の中を掘り返してみると根でつながっている場合にはどのように数えたらよいのでしょうか。この根でつながった幹同士は、血筋的には全く同じです。そして、少し見方を変えて、人間のように父と母から生まれた子、すなわち種子から生まれたものだけを一つの個と見なすと、根でつながった幹すべてをまとめて、一個と数えることもできます。この根から生まれてきた幹のことを根萌芽と呼びます。ただし、根萌芽は幹と幹をつないでいる根が切断されても生き続けることができるので、それぞれが独立する可能性を持っているのです。

日本の森で根萌芽を出すことが知られている木には、北海道と本州の冷温帯に分布しているシウリザクラ、ヤマナラシ、本州、四国、九州の暖温帯に分布しているアカメガシワなどがあります。それから、タラノキやヌルデも根萌芽を出します。外来種では河川に植栽されているニセアカシア、庭木として植えられるナツメやニワウルシなども根萌芽を出します。

さて、根萌芽を出す木々の暮らしぶりは、地下茎で増えるササやタケとどんな点で異なっているのでしょうか。



シウリザクラの芽生え



シウリザクラの根萌芽由来の稚樹

う。ササやタケは一生のうち一回だけ花を咲かせ、花が咲いたら枯れます。また、タケノコはあつという間に成長して周りのササやタケと同じ背丈になります。一方、根萌芽を出す木は、一生のうち何度も花を咲かせます。また、根萌芽由来の稚樹は何年も、ときには何十年もかけて徐々に太りながら、周りの木と同じ高さになります。したがって、根萌芽を出す木が生えている森の地面近くには、さまざまな大きさの根萌芽に由来した稚樹と種子に由来した稚樹が混在しています。

写真上はシウリザクラの種子から芽生えたもの（実生）、写真下は根萌芽に由来した稚樹です。どちらも森の中に生えていました。シウリザクラの場合には、林床では実生は少数派です。実生には子葉があり、数年間は幹に子葉痕が残っています。根萌芽には子葉はなく、当年枝の出たては赤いので見分けることができます。念のため、稚樹が一列に並んでいたら根萌芽かどうか疑ってみてください。そつと探ってみて、横にはう根が出てきたら、他の幹とつながっていないかどうか確かめてみてください。

（小川みふゆ）

## 花を見ればわかること

花の魅力の楽しみ方の一端をご紹介します。まずは花を手にとってみましょう。手の届かない高木の花は、目線を変えて足元に注目し、地面に落ちた花を探してみてください。落ちる花として思いつくのはツバキですが、それをお見舞いには用いないところを見ると、「花は散るもの、花が落ちるなんて普通じゃない」という常識があるようです。ところが、花弁と雄しべだけ落ちるツバキどころではなく、花弁もがくも花柄も一緒に、花が丸ごと落ちるものもあります。落ちた花はまだ十分に美しく、シナノキでは塵に咲く花がなおも昆虫を引き寄せています。これらは実を結ばない徒花あなはななのでしょう。拾い上げてみると、雄しべの先端の葯やくは裂開して花粉がなくなっています。これらの花は雄としての役割を果たしているのです。

見るだけでは飽き足らなくなったら、数多くの個体と花を詳しく観察してみましょう。観察の鍵は一つの花に雄しべと雌しべがあるか、一つの個体に複数のタイプの花があるか、そして異なるタイプの個体があるかです。ウコギ科のタラノキは山菜としておなじみですが、タラノキの花は記憶にありますか。打ち上げ花火型（球形の散形花序）の形はウコギ科共通ですが、花のタイプはみごとにバラバラです。コシアブラがシンプルに両性花だけなのに対し、タラノキは同じ花序の中に両性花と雄花が同居しています。タカノツメは、雄花ばかりの雄株と雌花ばかりの雌株が存在します。雄花には花柱がありますが、雌花のそれより小さく、



白い花びらの基部に紅にじむアブラギリの花

退化していることが予想できません。公園にあるキツタはコシアブラタイプ、一方、庭木に多いカクレミノはタラノキに近いタイプですが、雄花と両性花が混じる花序と両性花だけの花序があります。ヤツデでは「雄花」と「雌花」が見つかると思います。花粉がある「雄花」にマジックで印をつけて、三日ばかり観察してみてください。花弁と雄しべがなくなつて、花柱が伸びた「雌花」に変わっていませんか。ヤツデの両性花は先に雄として花粉を出した後、雌として柱頭を開く雌性先熟なのです。

ヒサカキは雄株の方が早く咲きはじめますが、晩春には雄株、雌株、両性株が咲きそろいます。両性個体は一癖も二癖もあり、同一個体に雄花、雌花、両性花が咲きますが、「両性花」には、雌雄の機能をそろえた両性花と形は両性花でも機能は雌花という花が存在します。この「偽りの両性花」は発芽力のない花粉を持っています。さらにヒサカキにはサクラまであつて、「雄花」の一部は、花粉を持たない「見かけ倒しの雄花」です。見る者を軽やかにあしらう花々の秘密と嘘。その全体像と、振る舞いの理由を求めて、扉を開いてみませんか。

(伊藤江利子)



### III

森林を詳しく知るために

## 樹木図鑑使いこなしの第一歩

「どんな植物図鑑を買うといいですか」とよく質問されます。「どれでもいいですよ。大事なのは、その一冊をとことん使いこなすことです」と、私はいつも答えています。図鑑を使いこなすコツとは……。

第一のコツは、「読む」ということです。図鑑は、ふだんは本棚にしまっておいて、何か調べたいことが生じたときに開くものだと思います。開く方が多いようです。しかし、それでは遅すぎます。日ごろパラパラとページをめくって眺める習慣をつけておくと、日本にはどんな樹木があるのか、およその様子がつかめてきます。拾い読みをしていると、特に興味をひかれる内容が見つかります。初めての種類に出会ったときにも何か見覚えがある感じがして、どのあたりのページを開いたらよいか自然にわかることも多いのです。身近に見られる樹木を覚えようと考えたら、毎日図鑑を開くというのが第一歩でしょう。

第二のコツは「読み込む」ということです。漠然と眺めるというのではなくて、記述してあることを一語一語たどりながら、しっかりと読むのです。そして、この読み込みは、初めて見つけて、名前を調べようという植物についてではなくて、自分のすでに知っている種類についてやってみるのが大切です。例えば、花の咲いたヤブツバキを一枝取ってきます。そして図鑑のページを開き、そこに解説されたことを実物で確認しながら読んでみるのです。花卉がどう、雄しべがどうなど、図鑑にはいろいろ細かいことが書いてあります。



それを確かめていくことで、その意味が理解できるようになっていくのです。この段階では、できれば二冊の図鑑を読み比べてみたいところです。図書館などを活用するとよいでしょう。

第三のコツは「書き込む」ということです。大切な本に書き込みをするなどもつてのほかと思う方が多いかもしれませんが。しかし、図鑑は使うものです。そして使い込むためには、自分の経験や発見、疑問などを書き込んでいくことが大事なのです。その植物をいつどこで見たかを書き入れる、自分の目で確認できた内容にアンダーラインをつける、他の図鑑から情報を補うなど、書き込む内容はいろいろあります。



「読む」「読み込む」「書き込む」そうやって使っていくうちに、図鑑は、装幀がくずれバラバラになっていくかもしれません。まず一冊の図鑑を使いこむ。そこから図鑑の使いこなしが始まります。最初に買う図鑑は、種類が少ないハンディーなものでもかまいません。見た目と値段で選び、それをとことん使う。そうすれば次に買う図鑑にどんなものがよいかも自然にわかるようになるはずです。

(浜口哲一)

## 君の名は？ 名もない野の花などありません

新聞やテレビで「名もない野の花もけなげに咲いています」などという言葉を見たり聞いたりしたことはありませんか。実際は、日本のほとんどの植物に名前がついています。もちろん熱帯林の奥深くのまだ採集されていない植物には、名前がついていない種類もあることでしょう。しかし、少なくとも日本には、名もない野の花はありません。図鑑で調べればその植物の名前（地方名、標準和名、学名）はわかるはずです。では植物の名前は簡単につけられるかというと、そうではありません。同じハリギリ（これは標準和名）という樹種でも、北海道ではセンノキ、九州南部ではミヤコダラと地方名で呼びます。また、日本語でブナ、クリなどといっても、日本語の話せない世界の多くの国の人々には通じません。日本語の植物名は標準和名であって学名ではないのです。学名はすべてラテン語で書かれ、世界中、どこの国でも通用するようにできています（表1）。なぜラテン語かというと、ヨーロッパの伝統として学問・研究にラテン語が使われていたからです。加えて、英語でもロシア語でももちろん中国語でも、現実はその言葉を使う国家があるために不公平が生じ、世界中で共通の学名として受け入れられないからです。植物だけでなく、生物はすべてラテン語で学名がつけられています。

世界で最初にこの命名法を考えたのがリンネという学者です。それは二名法といって、属名と種小名で植

表1 ブナの学名

---

Scientific name = *Fagus crenata* Blume  
 学名 = 属名 + 種小名 + 命名者  
*Fagus* = ラテン語でブナのこと  
*crenata* = ラテン語で葉の縁が波打っているという意味  
 標準和名 = ブナ  
 地方名 = シロブナ、ソバグリなど

---

表2 マレーシアの樹種の現地名

---

Scientific name = *Shorea platyclados* V. Sl. ex Foxw.  
*Shorea* = サラノキ属のラテン名  
*platyclados* = ラテン語で平らな枝を持つという意味  
 現地名 = Meranti bukit  
 Meranti = *Shorea* の現地名の一つ  
 bukit = マレー語で丘という意味

---

物の名前を決める方法です。これは人の名前が姓と名の二つの部分で構成されているのとよく似ています。例えばブナの学名は、葉の縁が波打っているブナ、という意味のラテン語で書かれています（表1）。

日本語でも、アカシデ（赤いシデ）、イヌシデ（イヌのように毛があるシデ）のように二名法とよく似た方法で名前をつけています。このような命名法はマレーシアの熱帯林に暮らす人々も現地言語で同様に使っています。例えば、熱帯林に生えるフタバガキ科の樹木で学名がシヨレア・プラチクラドス（平らな枝を持つシヨレア）という木がありますが、現地名はメランティ・ブキット（丘に生えるメランティ）です（表2）。これは学名とほぼ同じ命名法です。このように二名法は人間が名前をつけるときの共通の方法のようです。

名もない野の花などと、植物を悲しませる呼び方はやめて、ぜひ標準和名や学名で呼んでください。もちろん地方名でも現地名でもかまいません。名前をつけるということ、その名前を知ること、植物を知り、森を知るためのまさに第一歩なのです。

（新山 馨）

## 学名にまつわる話

学名は植物に限らず生物の名前を示す世界共通の呼び名です。学名はラテン語で表記され、似た種類のグループを表す属のラテン名と、種小名と呼ばれるその種を表すラテン名で構成されています。現在使われている学名のつけ方は二名法と呼ばれ、スウェーデンの植物学者リンネによって確立されました。例えばブナの学名は *Fagus crenata* (ファグス・クレナータ) です。正式には、そのあとに命名者である *Blume* がつきます。リンネが二名法を用いるまでは、ダイアグノシスという植物の特徴を表すラテン語の文章で、ある特定の種類を表したそうです。つまり、その当時の学名は、その植物の特徴的な形質を「葉は丸く、縁には鋸歯がある四枚の黄色い花弁を持つ樹木」というような長いもので表現していました。落語の「じゅげむじゅげむ」ほどではありませんが、ずいぶん長く使いくらいものであったようです。

リンネが生まれたのは一七〇七年ですから、いまから三〇〇年近く前になります。スウェーデン南部のウプサラという町の近郊にはリンネの別荘がいまでも残されています。大切な植物の標本が火事で焼失するのを避けるために、別荘はわざわざ郊外に建てられたそうです。そこにあるリンネの寝室は壁から天井まで至るところに植物画が張られていて、直筆のメモが記されています。ここでリンネはいつも植物のことに思いをはせていたのでしょう。別荘は林に囲まれ、敷地内の小高い丘にはあずまや風の建物があり、リンネはそ



ウブサラ郊外にあるリンネの別荘には、林に囲まれたあずまや風の建物がある。

ここで弟子たちに講義をしたとされています。リンネの名前の由来は菩提樹のラテン語名。これのリンネウスをスウェーデン語にするとリンネとなるようで、もともとはラテン語です。当時の学者や聖職者にとって、ラテン語は今の我々よりもっと身近な存在でした。

学名は日本人にはなじみにくいものですが、他の国の研究者と植物の話をするためには知っている必要があります。学名に用いられているラテン語の意味を理解することで親しみが持てるようになります。植物の学名にはその植物の特徴や生育している場所や地域を表したものが最初にあります。最初に紹介したアナの学名は「波状の鋸歯を持つアナの仲間」という意味です。クロマツやエビツルの学名はツンベリーというスウェーデン人の名前にちなんだものです。彼はリンネの教えを受けた植物学者のひとりで、長崎には医師としてやってきました。スウェーデンに帰国した後書いた『日本植物誌』(フロラ・ヤポニカ)の著者として有名です。(星野義延)

# 樹木名の覚え方

我が国にはおよそ九〇〇種くらいの樹木があります。人づきあいと同様に樹木とおつきあひもまず名前を覚えることから始まります。人間一人一人に人生のドラマがあるように、木にもそれぞれの種類ごとに生まれてから死ぬまでの一生、種ごとに背負っている歴史、地理的分布などといった大きな世界を持っています。いきなり九〇〇種を暗記しようと思つたら苦痛ですが、まずは手近な木から種類ずつ確実に覚えていきます。たとえ一種でも、その覚えた種を手がかりに、さまざま自然の一端に触れることができます。一種類覚えるごとに世界が一つずつ広がるといっても過言ではありません。では、覚えるためのカンどころを紹介します。

「その一 植物の世界の全体像を知る」手近な入門用の図鑑を初めから通して読んでみてください。いきなり全部覚える必要はありません。ここで大事なことは、植物にはどういふものがあるのか、といった植物の世界の全体像を知ることです。そして、図鑑のどのあたりに載っていたのか思い出せるようになります、なおいでしよう。慣れてくれば、実際に目にした木を覚えようとするときに、それがおおよそどの仲間なのか、だんだんカンが働くようになってきます。

「その二 基本種を覚える」最初は、よく見られるようなありふれた種から順次覚えていってください。

ある程度の種類を覚えると、後で新しい種を見たときに「前に見たアレに似ている」などといった具合に、カンが働いて芋づる式に覚えられるようになります。観察会に参加するなどして、よく知っている人たちからとつかかりを教わると覚えるのが早くなります。現物を前にして、図鑑には書いていないようなことも聞かせてもらうことができます。

〔その三 名前由来を想像する〕木の名前は人間がつけたものですから、必ず何かしらの由来があります。例えばハナイカダという木は、花が葉の真中に咲くので、花が筏に乗っているようだという事で名づけられたといわれています。命名の由来がわかると、覚えるときにイメージしやすいと思います。

〔その四 植物を見分けるチェックポイントを覚える〕多くの図鑑には検索表というものがついています。これはよく似た植物を見分けるチェックリストです。慣れてきたら、この検索表にチャレンジしてみよう。検索表は専門用語で書かれていることが多いので、使いこなせるようになるまでには時間がかかります。簡単な用語集があると便利です。

〔その五 標本を採集する〕樹木を覚えるためには実物をじっくり観察することが必要です。標本を採集して家に持ち帰り、図鑑を参照しながら繰り返し観察することが、覚えるための早道です。大事なことは、中途半端な取り方をせず、あとで調べられるように正しい取り方をすることです。植物も命あるもの、採集したものにはちゃんと調べて、無駄にしないように。

(島田和則)

# ドングリのせいぐらべ——同じようでもこんなに違う

秋の夕暮れ、色づいた木々が林立する公園からポケット一杯にドングりを詰め込んだ子供たちが家路を急ぎます。日本の秋の風物詩です。「ドングリ」という言葉の語源は、使いにくい栗という意味で「どんな栗」という説、「団栗」という当て字で団が丸いものを指すことから丸い栗のような実という説、そして古い朝鮮語の「ドングル・イ」という丸いものを指す言葉からきたという説などがあります。後の二つの説ではドングリは丸くなければなりません、丸いドングリもあれば長細いドングリもあります。では、さまざまにドングリはどのように見分け、分類することができるのでしょうか。

ドングリのきちんとした定義があるわけではありません。しかし、普通はブナ科コナラ属とマテバシイ属の木の実を指すようです。ブナ科の木の実は堅果と呼ばれ、木質化した果皮が一個の種子を包んでいて成熟しても割れない果肉の無い果実です。その堅果は殻斗かくとと呼ばれる特徴的な構造に包まれています。実はこの殻斗、ドングリのお皿（はかま、帽子、パンツ？）のことです。同じブナ科でも、クリのイガのようにクリ属、シイ属およびブナ属では一つの殻斗に複数の堅果が入っていたり、堅果が殻斗にすっぽり包まれていたりする点が、コナラ属やマテバシイ属と異なり、ドングリと呼ばれない理由になっています。そして、この殻斗の形がドング리를分類する重要な決め手となります。日本で見られる野生のドングリ一七種を殻斗の形



日本のドングリ17種の殻斗の形、成熟年数および落葉性による分類

属	落葉性	殻斗の形		
		屋根瓦状	反り返り	縞状
コナラ属	落葉樹	 ミズナラ ナラガシワ コナラ	 カシワ クヌギ アベマキ	
	常緑樹	ウバメガシ		アラカシ、シラカシ、イチイガシ、ウラジロガシ、ツクバネガシ、アカガシ、ハナガシ、オキナワウラジロガシ
シマテバ属		マテバシイ シリブカガシ		

太字は2年成熟タイプのドングリ

で分類すると表のようになります。殻斗を細かく見ると、細かな鱗片が屋根瓦状に密に並んでいるもの、細長い鱗片が長く伸びて反り返っているもの、そして鱗片が輪のように縞状に並んでいるものです。面白いことに、鱗片が縞状のタイプはすべてカシと呼ばれる常緑樹のドングリです。ただし、ウバメガシとマテバシイ属二種は常緑ですが、殻斗の鱗片は屋根瓦状です。また、ドングリが持つタンニンという渋み成分の量は樹種によって大きく異なっています。さらに、花が咲いて受粉した年に成熟・落下する一年成熟タイプと、翌年に成熟・落下する二年成熟タイプがありますが、これらの性質と殻斗の形との関係はよくわかっていません。

では、なぜこんなにいろいろなドングリがあるのでしょうか。それはドングリが分布範囲を広げていく過程で気象、地形および土壌などの物理的環境や同じ資源を利用している植物、ドングリを食べたり運んだりする動物たちなどの生物的環境に可能な範囲で適応し、進化してきたからです。ドングリは森の歴史の語部かたべなのです。(箕口秀夫)

## 防寒それとも防乾？ 芽鱗の役目

木の芽は、できてすぐには伸び始めずに、冬芽<sup>ふゆめ</sup>として休眠し、越冬します。多くの場合、冬芽はたくさん  
の芽鱗を持っていて、中の若い葉や茎を冬の寒さや乾燥から守っています。この芽鱗は、普通の葉が特殊化  
したものとされています。

ところで、冬芽の芽鱗の第一の役割は寒さを防ぐためと温帯域に住む私たちは思いがちですが、果たして  
どうでしょう。

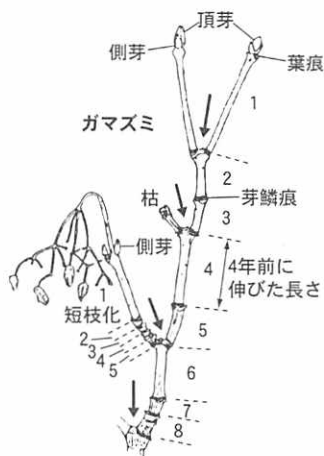
樹木の多くの種類は年中、温度と水分に恵まれた熱帯多雨林域で生まれたと考えられています。そこでは  
いつでも伸長できる条件が整っていて、茎頂を保護する器官は必要なかったでしょう。ところがこれらの樹  
木たちが北へあるいは南へと分布を広げた際、まず遭遇したのが熱帯サバンナ、つまり乾燥だったと考えら  
れます。ですから樹木はまず乾燥への適応が引き金になって、葉の芽鱗化が促されたと考えるのが合理的だ  
と思えます。そして乾燥に対する適応が同時に寒さへの対応ともなり、防寒の役割も果たしています。

さて春になって、温度の上昇に伴い冬芽がほころんで、茎が伸びだすと、芽鱗はその役割を終えたとはか  
りにわさりと落ちてしまいます。そして茎にはその落ちた跡（芽鱗痕）がはっきり残ります。茎のその位置  
に芽鱗痕群があることは、かつてそこに冬芽がついていたことの証です。私たちはこの芽鱗痕をたどること

により、過去数年あるいは十数年間の一年ごとに茎がどれだけ伸びたかを知ることができます。

この一年ごとに伸びた枝の長さを測ってみると、けっして毎年同じ長さで伸びていないことがわかります。初めの数年は長いのですが、だんだんと詰まってくる。つまり齢を重ねるにつれて枝の伸びは少なくなってくるのが普通です。また、勢いよく伸びた年の翌年は短いのも一般的です。

ところが、アブキやニガキなど、裸芽といって、芽鱗をもたない芽では、当然芽鱗痕は残りません。ですから、これらの樹木で年次成長を確認することはかなり困難です。芽鱗痕をたどる際に、さらに厄介なの



コナラの冬芽(右)とガマズミの枝で芽鱗痕をたどった図(左) 矢印は花序の脱落した痕を示し、1, 3, 5, 8年前に開花したことがわかる(「木の見かた、楽しみかた」より)

は一シーズンに二度伸長を繰り返す種群です。ブナ科のことにコナラやクヌギでごく普通に見られ、いったん形成した冬芽を初夏のころもう一度裂開して伸びるのです。そしてその茎にも芽鱗痕がはつきり残りますし、頂芽や側芽も再びつくりまわす。夏の間ならこれらのシユートはともに葉をつけていて、両者とも今年伸びたものとわかりますが、落葉後はこの見定めが難しく、一年分の伸長か、二年分の伸長かと悩まされます。

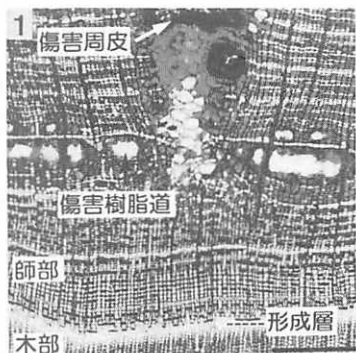
(八田洋章)

## スネにきざず……過去は隠せない？

樹木には免疫にかかわる抗原抗体反応がありません。病原菌や害虫が侵入しようとしたら樹木は一方的にやられるのでしょうか。いいえ、樹木は二次代謝物質を生産し、毒性のある成分でカビなど微生物の繁殖を抑えようとしています。マツ林の匂いとして知られるテルペン類も二次代謝物質です。また樹皮の中に堅い組織をつくって防御したり、傷口から樹脂（ヤニ）を出して昆虫を封じ込めたりもします。

マツには苗のときから樹脂道がたくさんありますが、スギやヒノキは攻撃されたときに初めて「傷害樹脂道」を内樹皮（篩部）の中につくり（写真左）、その部分は樹脂を分泌する能力を得て抵抗力を高めます。針葉樹には樹脂道をつくるものが多いのですが、どの樹木にもできるわけではありません。広葉樹では南洋材のラワンの仲間が材内（木部）に傷害樹脂道をつくります。ヒノキの幹が傷つてから傷害樹脂道ができるまで二〜四週間かかります。そんなにゆっくりでは防御にならないと思われるかもしれませんが、一度できた樹脂道は何年間も樹脂を生産できるので、昆虫に繰り返し侵入されることはまぬがれます。ただし、このような防御システムは万全ではなくて、病原菌などに負けてしまうことも結構あります。

さて、一本の樹木が過去にどれほど危機に出会ったのか、それを知る方法があります。枝や幹の断面をルーペや顕微鏡で観察すると、昆虫の食害や病気感染の部位、環境が悪化したときにできた組織などに痕跡を



ヒノキの内樹皮（師部）に形成された傷害樹脂道の顕微鏡写真（横断面）。  
スケール：0.5mm



トドマツ枝の傷害組織（黒矢印）と傷害樹脂道（白矢印）。数字は形成年

見つけることができるのです（写真右）。樹木が年々太くなるのは形成層（写真左）という部分で細胞が分裂するからです、その周辺の細胞が攻撃されて傷つくと、細胞分裂が乱れて傷害組織や傷害樹脂道が形成

され、二次代謝産物の蓄積で茶色く見えたりします。これらは樹木の成長とともに材の中に取り込まれ、消えることはありません。したがって、幹や枝に傷害組織を見つけて年輪を数えれば、いつトラブルに会ったのかがわかりますし、その季節もわかることがあります。写真右のように年輪の内側なら春です。樹皮の傷害樹脂道の場合はやや不正確な推定になりますが、写真左の樹脂道は、一〜二年前にできたものです。

切り株や枝の切り口を見る機会があれば、表面をナイフなどで平らにして、ルーペで少し拡大して見てください。樹木の中に刻まれた歴史を見つ

けられるかもしれません。  
（黒田慶子）

## 君も樹木博士になれる

木の葉や枝を見て種類を当てる。その実力に合わせて「段位」を認定することが、ここでの樹木博士です。平成一一年の秋、武蔵野の面影を残す府中市幸町の東京農工大学キャンパスで、三〇〇人の小中学生と家族がこれに挑戦しました。構内を教官や大学院生たちと散策しながら木々の名前や特徴、用途などを教わった後、教室にて直ちに実力試験（標本を見て種名を書き出す）を受けます。

覚えた樹木の数一種は一〇級となり、一一種は初段、二二種は二段と進みます。用意した最高位五段（五〇問全部正解）まで一五段階の認定証を二六四人に授与しました。平均は一〇二級との私たちの予想はみごとにはずれ、初段を授与された人が最も多く、有段者が七〇%を超えました。ちなみに、小学生の最高位は四年生の三段で、子供と一緒に参加したお母さん一人が、最高位の五段を獲得しました。

樹木名を覚えて称号（段・級）を認定してもらう企画は、学校の土曜休みが平成一四年度から完全実施されるのに向け、地域で子供を育てようと文部科学省が実施している「全国子供プラン」のひとつとして生まれました。「樹木博士」のネーミングや資格基準は、ゲーム感覚で樹木に親しんでもらえればと、木平勇吉東京農工大学名誉教授が中心になって考えました。子供たちの教科書から、森林・林業に関するスペースがどんどん狭められている昨今、クリーンヒットが久々に放たれました。

この「樹木博士」の認定のイベントは、またたくまに全国に広がりました。平成一二年度には、大学や森林管理署など全国一七か所で開催され、参加人員は一六四七名に達しました。また、全国的ネットワークが全国森林レクリエーション協会内に発足しました。



東京農工大学での翌年の授与式で、「樹木博士は、子供の心を森に招こうとするプログラムです。博士の称号や段位の認定は、その励みであり遊びです。このプログラムに参加した人をすべて博士と呼ぶなら、これから百万人の樹木博士が日本中に生まれてほしいものです。名前がわかれば次は樹木の性質を知る、そして生育地の自然環境を理解する、さらには人間の暮らしとの関係を考えてみる、というように子供たちへの期待が広がります」と、水平名誉教授はあいさつをされました。

なお、「子ども樹木博士」に参加希望者は、全国森林レクリエーション協会（TEL〇三―五八四〇―七四七二）に問い合わせると情報が得られます。また、実施の手引き書、認定証なども同協会で購入されています。

（岸 洋一）

## 植物の名前を調べる

今見ている植物が、なんという種なのかを知る作業を「同定」といいます。当然、地球上には、まだ誰も報告していない種がたくさんありますが、その種（いわゆる新種）の特徴をきちんと記述すること（あるいは記述そのもの）を「記載」といいます。「記載」をして、初めて種名が「命名」されるわけです。

植物を記載するためには、その植物が他の近縁の植物と比べて、どんな特徴を持っているのかを知らなくてはなりません。人間ならば、A子さんとB男君の違いは顔を見るとすぐにわかっています。それくらい、人間のパターン認識能力は偉大です。この能力を使って同定するのが、いわゆる「絵合わせ」です。日本には優れた植物図鑑がいろいろとあるので、植物を片手にペラペラとページをめくり……「これだ！」ということになります。単に名前を知りたいという方はここまででいいでしょう。

ところが、植物分類学的にきちんと同定しようと思うと、そういうわけにはいきません。全体のパターンやイメージは似ていても、写真や絵だけではどちらとも決めかねる植物がたくさんあります。その場合にはそれぞれの種の「記載」を読むことになります。これで、似ている種どうしの違いがはつきりします。

プロにはもうひとつ道具があります。「検索表」です。これは対照的な特徴を「イエス」か「ノー」かでたどっていくと、自動的に種が同定される仕組みです（表）。わかりやすそうですが、実際には使われてい



検索表の例。1から始めて、調べようとする植物の特徴に合う番号をたどっていくと、その種名に行き着く。

- |                      |              |
|----------------------|--------------|
| 1. 葉は対生（向き合って着く）     | 2            |
| 1. 葉は互生（互い違いに着く）     | 5            |
| 2. 葉には鋸歯がある（ふちがギザギザ） | 3            |
| 2. 葉には鋸歯がない          | 4            |
| 3. 実丸い               | マルミギザギザソウ    |
| 3. 実三角               | カクミギザギザソウ    |
| 4. 花は白い              | シロバナマルバソウ    |
| 4. 花は赤い              | アカバナマルバソウ    |
| 5. 花は大きい（3 cm 以上）    | オオバナタガイチガイソウ |
| 5. 花は小さい（1 cm 未満）    | ヒメタガイチガイソウ   |

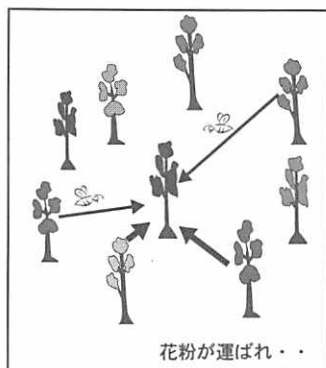
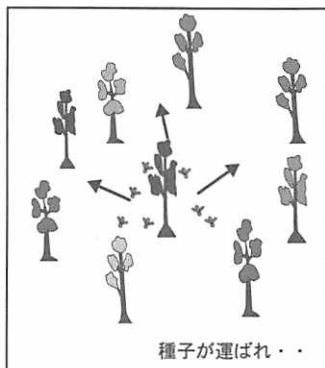
用語がかなり難しく、ある程度のトレーニングが必要です。

さて、とにかくにも、こういったやり方で植物はすべて同定できる……と思いがちですが、実際にはまだまだ難しい問題があります。例えば、植物を分類するときにも最も重要な特徴は繁殖にかかわる性質です。それは、その種が子孫をつくり代々続いてゆくことに直接関係があるからなのですが、逆に同定する作業として考えると、花や実がないと正確な同定ができないということでもあります。イネやカヤツリグサの仲間などは、花や果実以外はほとんど皆そっくり……という悩ましい世界です。花や実のある時期にもう一度採集に行く、なんてことも覚悟しなくてはなりません。樹木でも、花は高いところにしかない場合もありますしね。葉だけで種を同定できるようになるには、何度も出会って名前を確認し、パターンをのみ込むことです。それこそ、人の顔がわかるように、葉だけで植物もわかるようになるのですが……。

（中静 透）

## 君とは兄弟だったなんて

現代では面白い商売があるもので、父親鑑定 (Paternity testing) をインターネットで検索すると、いくつもの会社がこのような鑑定を商売にしています。この鑑定はDNAの型を基にヒトの親子または血縁関係があるかどうかを調べることです。ヒトゲノム計画で人間のゲノムのほぼすべての塩基配列が明らかにされ、この情報を利用して精度のよい鑑定が可能になってきています。植物でもシロイヌナズナ、イネなどいくつもの重要な種ではゲノムプロジェクトが行われており、これを活用した第二の緑の革命を目指して研究が行われています。樹木の世界では大規模なゲノムプロジェクトではなく、必要に応じてDNAマーカーが開発されています。これを活用して森林の中の花粉および種子の動きをDNAを通して見ることに、父親鑑定および近縁関係の調査が行われています。ここで用いられているDNAマーカーとは多型性の高いマイクロサテライトマーカーと呼ばれるもので、ゲノム内に多く散在する単純な繰り返し配列 (例、GTGTGTGTGTGTGTGTGTGT…) を活用したものです。これらのDNAも形質の遺伝子と同様に親から子供へと遺伝します。多型性が非常に高いため、マイクロサテライトマーカーを活用することによって血縁関係があるかどうかを正確に知ることができます。親子鑑定には特に威力を発揮しますので、他人だと思った仲間が実は兄弟姉妹だったりすることもあるでしょう。



え！君とぼくは兄弟だったの……

虫媒花の植物では、蜜を集めるために訪れた昆虫が花粉を体につけたまま次の花へと移動します。この花粉が他の花の柱頭につき、花粉管を伸ばして受精に至るわけです。またスギ、ヒノキのような風媒花植物では、花粉は風で数十キロメートル以上も運ばれることも珍しくありません。受精の結果、種子ができ成熟して林内に散布されます。餌になる種子はリスなどの小動物が運んでいるのが観察されます。このように林内では花粉も種子も動いていることがあるので、兄弟姉妹の関係も複雑になります。これまでの研究では花粉は一語近く運ばれ、種子も数十メートルも運ばれた例があります。このような研究成果の蓄積により、現在、伐採および開発により断片化または孤立化している森林を適切に保全することが可能になることでしょう。特に東南アジアなどで行われている択伐についても、種ごとに適切な択伐の指標を策定することもできるようになるでしょう。

(津村義彦)

## 測定よりも計算が大変——昔の毎木調査

電子輪尺、各種の樹高計、レラスコープなど、現代なら木を測るために多様な測定器具を利用することができます。それでも面積の大きな林分の毎木調査を行うのは大変な作業になります。林業経営を行うには、昔も木を測ることが必要でした。

例えば江戸時代中ごろに記録された『佐渡の国羽茂郡村々御林帳』（岩木文庫所蔵）を見ると、当時の佐渡奉行所が管理した御林について、所在地、面積、近隣の村あるいは浜までの距離と林分の内容が記されています。毎木調査の内容は「木数（調査樹木の総数）」とその内訳となっており、内訳は「松木四拾壹本 但 長壹式間ヨリ三間迄 目通廻壹尺ヨリ式尺五寸迄」のように記載されています。樹種別、大きさに別に分けて本数を記したのは利用を考えたためでしょう。太さに対して樹幹が短いのは、材として利用可能な部分を示しているからです。「松木拾八本 節曲木」の記載もあり、材として利用できないものは数だけを記載しています。また、奉行所に勤めていた役人が仕事の手引き書として利用していたものに『地方向覚書』があり、地方行政にかかわるさまざまなことが書かれています。このなかで、丸太の材積を計算するためのメモを紹介しましょう。カッコ内は筆者の注です。

「丸太拾本 但し壹丈三尺（二・七尺）、目通り廻り壹尺（三〇寸） この材積を知るには目通り廻りを

三一六（筆者注、円周率）で割り三寸沓（九・四寸）となる。元口は一寸（三寸）増し、末口は一寸減なので差し引きして（丸太の中央直径で以下の計算をするため実際には何も計算しない。目の高さを一・三寸とする）と二・七寸の丸太の中央部となるため、元の三寸沓（九・四寸）を二乗し九六沓（八八・三六平方寸）となる。これに七九を乗じ七才六分（〇・〇二五立方寸）となる。丸太の長さ沓丈三尺を乗じて九八八（〇・〇〇六七立方寸）となる。沓丈式尺の乗法（一般に一二尺が使われていた）で割り、尺を得る。」

各種の単位が出現し、数値の桁と小数点および次元の考えが無いため、理解が難しいのですが、このようなメモを基に算盤そろばんを利用して実用的な材積計算をしていました。

同書には材の運送に必要な人夫数や、丸太を板材に挽くための人夫数などの計算法も記されています。いずれも材積を計算し、一日分の工程で割って求めます。つまり、利用材積の計算が基本になっていました。



高さを測る



直径を測る



距離を測る（現代でも、山の中ではメートル縄をよく使う）

#### 現代の測定用具

江戸時代を通じて『地方向覧書』が利用されてきましたが、正確な円周率や体積計算の方法が林業に導入されたのは明治時代になってからのことなのです。

（斉藤昌宏）

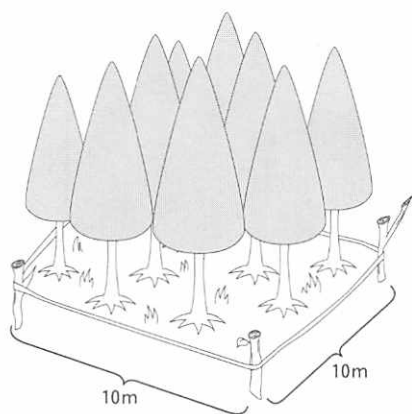
## 込み具合が大切

皆さんは、森に入つて何に目がいきますか？ 木の高さや太さでしょうか。それとも、木の種類、枝葉の様子でしょうか。もちろん、それらは森を形づくる大切な要素ですが、もう一つ大切なことに注目してください。森の木の込み具合です。

森の木の込み具合を表すときによく使われるのが、本数密度（立木密度ともいいます）です。森の本数密度を表すときには、普通一ヘクタール（一〇〇〇坪四方の正方形の面積）当たりに何本の木が立っているかを表します。

具体的な本数密度の例を挙げてみましょう。スギやヒノキの苗はヘクタール当たり三〇〇〇本植えます。三〇年生くらいのスギやヒノキ林のヘクタール当たり本数はおよそ一〇〇〇から一五〇〇本、五〇年生では五〇〇から一〇〇〇本でしょう。それよりも多いと林内が暗く感じますし、地面の草が少なくなります。また、広葉樹林の伐採跡では切り株から生えだした小さな木々が密生し、一鈴に何万本も生えることがよくあります。数年もたてば数千本程度に減ってしまいます。また、立派な太い木が立っている森の本数密度はおそらく五〇〇本以下でしょう。

このような本数密度を自分たちで測ってみましょう。森の中の適当な場所を決めます。その森の代表的な



#### 本数密度を測ってみよう

木が高い場合は、木の高さと同じくらいの辺を持つ枠にする。20m 四方の枠では枠内の本数の25倍、30m 四方であれば11倍して本数密度を算出する。

密度の場所を選びましょう。次に、落ちている枝を四隅の杭として使い、荷造り用のヒモを使って一〇〇倍四方の正方形の枠をつくります。そして、その中にある木の本数を数えましょう。数えた本数を一〇〇倍すれば、それが本数密度（本/畓）となります。

近くの森の本数密度を測ってみて、その込み具合を調べてみましょう。もし、気長に調べることができのなら、木が密生している若い林で、枠を固定して毎年本数密度を測り、その変化を調べてみるのも面白いでしょう。たくさんの森で本数密度を測ってみると、同じような樹種・樹高の森であれば、本数密度が高い

ほど木の直径は小さく、本数密度が小さいほど木の直径が大きいことに気がつくかもしれません。一般に、本数密度と木の大きさには関係があり、それを密度効果といいます。また、森が十分に成長した段階では、一定面積の中の森の木の重さは本数密度に関係なく一定になることが知られています。これを「最終収量一定の法則」といいます。そのため、密度が高ければそれぞれの木は小さく、密度が低ければそれぞれの木は大きくなるのです。（松本光朗）

## プロは見えないところで頑張っています

森林を育て、伐採し、製材品の原材料として販売する林業の世界では、木を測るときの関心は幹の太さと長さにあります。幹の太さ（胸高直径）を測るときは、樹木に対して斜面の側面に立ち、自分の胸の高さで幹に大きなノギスを当て、二桁単位で測ります。また幹の長さ（樹高）を測るには、切り倒さずに立ち木のままで測るため特別な器具を用いますが、少々手間がかかるので一部の樹木を一〜二桁単位で測るとどこめこれらを目安に他の樹高を類推するのが一般的です。

ちよつと大雑把な測り方だなあ、と思う読者も少なくないと思いますが、これには事情があります。まず、林業の対象になるスギやヒノキなどの樹高は二〇〜三〇メートルにも達し、幹は大人がやつと抱えきれぬぐらいの太さです。一区画として扱ふ森林の面積は数アール〜数十ヘクタール、その中に立っている樹木は太いものに限っても数十〜数千本に及ぶことがあります。特に日本の場合には、森林の多くが山地の斜面にあって内部はヤブに覆われ、歩道のないところを歩き回るだけでも一苦労です。このように相手が巨大で多数、かつ作業環境も厳しいので、工業製品のような精密な測定は難しいのです。

さらに、製材品に加工される前の木材は、穀物や鉄鋼など他の原材料に比べると、単位当たりの価格がだいぶ安いのも理由のひとつです。つまり測定が大まかで少しぐらいの誤差があっても、売買上の損得には





研究用のスギ人工林。背番号と胸高直径の位置がペンキで書かれている。

あまり影響しないから気にしない、むしろ精密にするための時間や労力をもつたない、というわけです。一方、同じ木を測るのでも、森林の生態を調べたり、林業技術を改良しようとする研究の世界では方法が異なります。あまり大雑把な測定では、環境による樹木の成長の違い、樹木と樹木の間での競争、人間が施した手入れの効果など、デリケートな現象が確かめられません。このため研究者たちは時間と労力をかけ、樹木の位置を表す見取り図を描く、樹木に背番号をふる、胸高直径は一メートル単位で記録する、胸高直径を測る高さに印をつける、樹高はすべて器械を使って一本一本丁寧に測る、幹だけでなく枝・葉・根も調べる、季節や年を追って変化を探る、などして精密なデータを集めようとしています。

樹木に限らず測定の精密さと測定にかかる費用は両立しない関係にあり、目的に応じて両者のバランスをとる必要があります。実務家は費用の少なさにウエイトを置き、研究者は逆に精密さにこだわっているといえます。なお、経験豊かな実務家が目分量で測った樹高は、器具を用いて測ったのと同じくらい正確なことが多い、ということも林業界の名譽のためにつけ加えておきたいと思います。

(細田和男)

## たかが押し葉といふなかれ

森の植物調査に限らず、野外で樹木や草を調べるときには、しばしば押し葉標本をつくります。それには特別高価な道具や高度なテクニックは要りません。採集した植物を挟んだ新聞紙と吸湿紙を交互に積み重ねて重しをのせ、吸湿紙を取り替えながら植物を乾燥すれば完成です。標本にはラベルをつけます。ラベルのデータについては、種名がわからなくても、採集日、採集場所、採集者を必ず記入します。種名は後で調べたり変更したりすることもできますが、日付や場所は採集したときに記録しておかないとわからなくなってしまうからです。美しくできた標本でも、データの不備なものは価値のある標本とはいえません。

江戸時代、鎖国中の日本で植物を研究した西欧人がいました。ケンペル、ツンベリー、シーボルトです。彼らは出島の三学者と呼ばれ、長崎出島にあったオランダ商館の医師として来日しました。ケンペルは一六九〇年に来日し、二年間の滞在中精力的に日本の植物を収集し、五〇〇種を超える植物を西欧に紹介しました。一七五三年、リンネによって、生物に世界共通の学術的な名前「学名」をラテン語でつける方法が提唱されました。このときから生物の標本は大きな役目を担うようになります。生物に学名をつけるとき、その生物の特徴を記録する基準となった標本を「タイプ標本」といいます。タイプ標本は、研究者がいつでも閲覧、参照できるように大切に保管されなければなりません。リンネの高弟であったツンベリーは一七七五年



ライデン国立植物標本館から寄贈されたシーボルト標本植物はゴンズイ。日蘭交流400周年を記念し贈られた（ミュージアムパーク茨城県自然博物館所蔵）。

に來日し、一年余の短い滞在の中に八〇〇種を超える植物を収集し、三〇〇種以上の植物に学名をつけました。シーボルトは一八二三年に來日し、六年間の滞在中、多くの日本人の協力を得て、およそ二〇〇〇種、一万二〇〇〇点の押し葉標本を収集し、四〇〇〇種に及ぶ新種の植物を発表しました。彼らの収集した標本は、現在も大切に保管され研究に役立っています。標本の利点の一つは、現地に行かなくても植物の研究ができることにあります。事実、シーボルトの共同研究者ツッカーニーや、シーボルトが持ち帰った標本を研究したミケール、ブルーメらは、來日することなく多くの日本の植物に命名することができました。

押し葉標本は一六世紀にヨーロッパで始まったといわれています。湿度が高く、カビの害や虫害が発生しやすい日本では、標本を保存するという文化はなかなか発達しませんでした。日本に里帰りしたシーボルトは、植物標本としては現在日本にある最も古い時代の標本であると思われる。科学の進歩した今、押し葉標本は単なる知的遺産にとどまらず、DNAやタンパク質を分析して類縁関係を調べる研究材料になったり、新しい薬や品種を開発する遺伝子資源としても注目されつつあります。

（小幡和男）

## 地球を切り取る——土壤モノリス

モノリスとは聞き慣れない言葉でしよう。建築や彫刻用の「一個の石でできた」大きな柱や像を指します。石像を掘り出すように、地球の表面を切り取ったものが土壤のモノリスです。深さ一メートルほどの穴を掘り、垂直な断面を削り、その一部を固定したものです。主に土壤の分類や研究、教材に用いますが、土壤の特徴を正確に再現したモノリスは芸術品の趣があります。

モノリスの作成法を簡単に説明します。切り取る土壤断面を木箱で持ち帰るため、箱の大きさに合わせて土壤を削り出し（写真右）、木枠をはめます。地表の落ち葉も箱に収めます。樹木の太い根や石が出てくることがあるので、土をきれいに箱に収めるのは時間がかかります。木枠にふたをした後、箱の周辺をさらに掘り進んで、土の詰まった木箱を切り離します。はみ出した部分を削り、上ぶたをし、持ち帰ります。土は水分を含んでいるので乾くと収縮し、箱の中の土はぼろぼろと崩れてしまいますので、考古学用の強力な接着剤で厚さ一〜二センチ分を板に固定します。最近は接着剤を直接土壤に塗布し、布で裏打ちして一晩乾かし、引きはがす方法も行われています。

モノリスの出来映えを左右するのはこの後の作業です。へらやはけで表面を削り直して、根や石の様子、土塊の形、色の混ざり具合や色調の変化などをリアルに再現し、できるだけ土壤の質感を引き出します。土



ポドゾル 褐色森林土

完成したモノリス



モノリスの切り出し

壤を中まで固めるため、薄めた木工用ボンドを染み込ませ、ゆっくりと乾燥させます。ボンドによる定着と乾燥の作業を繰り返し、土壌を固定します。仕上げに透明な塗料を吹きかけ湿った感じを出すこともあります（写真左）。遺跡や工芸品の修復のように根気のいる作業で、完成するまでには一か月以上かかります。泥炭や粘土の多い土では、しばらくするとひび割れることがあるので、現地の土を保存しておいて補修に用います。

土壌の色は茶色や黒だけではありません。赤や黄色、灰色や紫色などもあり、以外に色彩豊かです。自然の素顔の美しさを保つのは難しいものです。モノリスをご覧になるには博物館などに行くか、図書館で『フォト』（時事画報社）平成四年十二月一日号を見てください。また大江健三郎の『小説の経験』（朝日新聞社）の表紙にも採用されています。

（高橋正通）

## 長く見守ること、初めてわかる

「となりのトトロ」というアニメーション映画をご覧になった方は多いと思います。クスノキの大木に住む（子供たちだけに見える）妖精トトロと、母親が長期入院中の姉妹との交流を描いた物語です。この中で、主人公の姉妹がまいたドングリが、トトロのおかげであつという間に大木に成長する場面があります。枝が持ち上がったたりしてちよつと変なところもあるのですが（そういうところを見つけるのが専門家の嫌なところ）、樹木の一生の成長をこんな風に見届けられればいいなと森林研究者に羨望を起こさせる場面です。

実際には、一人の人間が森林の動きをまるごと見届けるのは不可能なことです。屋久島の縄文杉のように一〇〇〇年以上の寿命を持つスギの例は有名ですが、他の多くの樹木も数十年から数百年の寿命を持つことが知られています。ブナ林の中で親木の世代が倒れるのを待つ、高さわずか一メートルの稚樹の樹齢が五〇年を超えるなどというケースも珍しくはありません。森林を構成する樹木の一代代がこのように長いために、実際の森林の動き、そして世代交代は人間の一生に比べ、はるかにゆっくりとしたプロセスです。ブナ林や照葉樹林の世代交代も、親木が倒れたり枯死したりして生じた林冠ギャップと呼ばれる場所で起こるのですが、それが森林全体で一巡するには数百年の時間がかかる計算になります。

森林の動きや世代交代の仕組みを知るためには、長期間の観察（モニタリング）が欠かせません。多くの



1987年から長期森林動態調査が行われている小川群落保護林（茨城県）

森林の成り立ちに、洪水や大型台風の来襲、山火事などといったまれな自然攪乱（といっても、森林を構成する樹木の一生のうちには何度も起こること）が重要な役割を果たしていることがわかってきました。ブナの種子の豊凶やササの一斉開花・枯死など、数年から数十年に一度しか起こらない現象が、ブナ林の世代交代のカギになると考えられています。長期観測のデータを基にして、初めてこうしたまれなできごとがかかわる森林動態のメカニズムの解明が可能になります。また、森林の変化に伴って、森林の中に住む動植物や微生物の多様性や、水を蓄える機能がどのように変化するか、あるいは地球規模で進行する温暖化の影響が森林にどう現れるかなどといった重要な問いに答えるためにも、長期モニタリングの重要性は計りしれません。

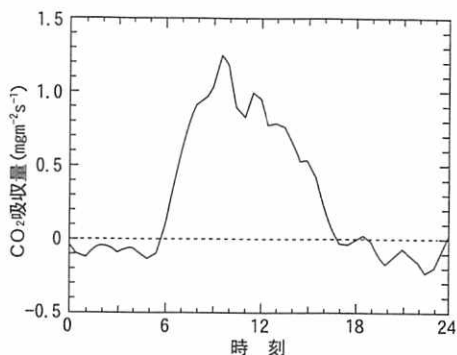
日本でも、大学の演習林や林業試験場（現森林総合研究所）で昭和の初期から継続している試験地や収穫試験地の歴史があり、一〇年ほど前からは大面積の長期森林生態研究調査区がいくつか設定されてきました。世代を超えて森林を見守ることで、少しずつ森林の謎が解けるのではないかと期待されます。（田中 浩）

## タワー周辺禁煙地帯？

近年、地球温暖化問題を背景として、森林がどれだけ<sup>が</sup>の二酸化炭素を吸収するのかを正確に調べることが求められています。しかし、森林による吸収量は、樹木の葉の光合成と呼吸、樹木の幹・枝・根の呼吸、土壌微生物による有機物の分解で生じる二酸化炭素の放出など、数多くの部分の差し引きによって決まります。そのため、個々の部分を別々に計測し、すべてを積算して森林全体の吸収量を評価しようとする、大変な作業量になってしまいます。そこで、それに代わる方法としてタワーによる測定が行われています。

測定の原理を知るため、仮に群落内には空気の出入りが全くないとしましょう。すると、昼間など光合成の方が呼吸よりも大きいときには、群落の中の二酸化炭素はほとんど減少し、いずれは無くなってしまわずです。しかし、実際はそのようなことにはなりません。吸収量とほぼ同量の二酸化炭素が上空から風によって群落の中へ運び込まれているからです。大気中には絶えず風が吹いていますが、その風はいつも整然と流れているわけではなく、大きささまざまな渦ができています。このような風のことを乱流といいます。乱流の状態にある風は空気中のものを効率よくかき混ぜる働きをします。煙突から出た煙が風下に流れるにつれて次第に薄められていく様子がこれに当たります。それは二酸化炭素にも当てはまり、乱流によって群落の中と上の空気がかき混ぜられることによって、大気から森林群落へ（あるいはその逆の方向に）二酸化炭素





落葉広葉樹林による二酸化炭素の吸収量の時間変化（1997年5月3日の例）

が運ばれるのです。そうすると、風の向きと強さおよび二酸化炭素の濃度を素早く（二〇分の一秒単位で）繰り返し測定すれば、それぞれの瞬間にどちらの向きにどれだけ二酸化炭素が運ばれたかを知ることができはります。そして、そのうち森林群落を出入りする垂直方向に運ばれた分だけがある一定の時間積算すれば、その間に群落の中へ（あるいは外へ）運ばれた二酸化炭素の量がわかります。

図は、こうして測定された、落葉広葉樹林による二酸化炭素吸収量の時間変化を示しています。昼間は個々の樹木が活発に光合成を行うため、森林全体では多くの二酸化炭素を吸収しています。夜間は日射がないので光合成は行われず、森林は呼吸による二酸化炭素を放出します（吸収量がマイナスになる）。図に示した測定結果にはそのような日変化がよく現れています。このような測定を長年続けていくと、その森林が長期的に二酸化炭素をどれだけ吸収したかがわかります。また、いろいろな種類の森林や気候条件の違う場所にある森林で同じような測定を行うことにより、地球上の森林がどれだけの二酸化炭素を吸収できるかを把握することも可能です。現在、そのような方向に向け、世界中で測定が継続されています。（渡辺 力）

## 川の流れを測る

流量とは単位時間に河川のある横断面を通過する水の量のことです。流量の単位は通常「 $m^3$ /秒」が用いられます。流量  $Q$  ( $m^3$ /秒) はある時点の河川の断面積  $A$  ( $m^2$ ) と川の流れの速さ (流速)  $V$  ( $m$ /秒) を測って、その積  $Q = A \times V$  から求められます。しかし、川の断面と流速を測って計算した流量はある時点での値で、この方法では流量の時々刻々の変化を観測することは困難です。これに対して川の水位 (水深) はその変動を簡単に連続的に観測することができます。また、水位と流量の間には水位流量曲線と呼ばれる関係があります。そこで川の流れをせき止めて、その上から水を流すような堰という構造物を利用して、堰を流れる水の水位を観測し、あらかじめ求めておいた水位流量曲線から流量に換算します。

通常、流量観測は流域という単位で行われます。流域というのはそこに降った雨を全部集めて一つの出口から排水するような地形を持つところをさします。流域内に森林が成立している場合、そこを森林流域と呼びます。この出口に堰をつくって、流量を観測するということは、水循環に果たす森林の役割を解明するうえで基礎となるのです。

森林流域においては次のような水収支式が成り立つと考えられます。

$$P = Q + ET$$

$$(P : \text{降水量} \quad Q : \text{流量} \quad ET : \text{蒸発散量})$$



堰による流量観測(森林総合研究所常陸太田試験地)

降水量と流量を測定すれば、水収支式から蒸発散量(ET+T<sub>crop</sub>)を知ることができます。日本各地の森林流域で堰が設置され、降水量とともに流量が観測されてきました。その結果、森林流域における流出率(Q/P)は五〇%前後であることがわかりました。つまり、降り込んでくる雨水のうち、川に流れ出てくるのは約半分で、残りは葉っぱに捕らえられて地中にしみ込むことなく蒸発したり、根によって地中から吸い

上げられて蒸散に使われたりしているのです。森林を構成している木々も鉢植えの草花と同じように生きていくために水を消費しているのです。

これを聞いて、「われわれの大切な水を使うとはけしからん、木を切つてしまえ」と考える人もいるでしょう。確かに、降水量の少ない乾燥地域においては、蒸発散量による水損失の問題は非常に深刻であり、水資源確保のために植生量を制御する必要があります。しかし、降水量が多い日本においては、洪水流量の低減や土砂流出の防止をしてくれる森林の恩恵は多大なのです。

(久保田多余子・壁谷直記)

## 森林生態系保護地域って、何？

日本は国土の六七％が森林に覆われていますが、その多くは人工林や二次林で、原生林に近い自然度の高い森林は限られた地域にしか残されていません。自然度の高い森林は、希少性だけでなく、多様な生物の生育地・生息地として、また研究・教育の場として、近年重要性がいつそう認識されるようになりました。

国有林では、一九一五年に制定された保護林制度に基づき、学術参考林、風致保護林などが指定されました。林野庁が一九八七年に設置した「林業と自然保護に関する検討委員会」は、新たな保護林として「森林生態系保護地域」の設定を提言しました。一九八九年に、林野庁は保護林制度を抜本的に改正し、保護林を七タイプに区分し、一九九六年までに全国で七九八箇所、四九万畝を指定しました。このうち、最も自然度が高く面積が広いのが「森林生態系保護地域」で、北は知床から南は西表島まで二六箇所、三三万畝が一九九〇年に指定されました。

森林生態系保護地域は、国有林野のうち主要な森林帯を代表する原生的な天然林地域、あるいは地域特有の希少な天然林地域です。最も自然度の高い地域を保存地区（コアエリア）とし、それを取り囲む周辺の環境変化が保存地区に及ばないように、緩衝帯として保全利用地区（バッファゾーン）を配置しました。森林生態系保護地域のなかで、白神山地と屋久島は、一九九三年に世界遺産条約に基づいて自然遺産にも登録

国有林における保護林の設定状況（1997年現在）

種 類	目 的	箇所数	面積 (ha)
1. 森林生態系保護地域	原生的な自然林を保存することにより、森林生態系からなる自然環境の維持、動植物の保護、遺伝資源の保存、森林施業・管理技術の発展、学術研究等に資する。	26	320,039
2. 森林生物遺伝資源保存林	森林と一体となって自然生態系を構成する生物の遺伝資源を森林生態系内に保存し、将来の利用可能性に資する。	7	24,423
3. 林木遺伝資源保存林	主要林業樹種および希少樹種にかかわる林木遺伝資源を森林生態系内に保存し、将来の利用可能性に資する。	333	9,340
4. 植物群落保存林	我が国または地域の自然を代表するものとして保護を必要とする植物群および歴史的、学術的価値等を有する個体の維持を図り、あわせて森林施業・管理技術の発展、学術研究等に資する。	342	90,344
5. 特定動物生息地保護林	特定の動物の繁殖地、生息地等の保護を図り、あわせて学術研究等に資する。	27	11,970
6. 特定地理等保護林	我が国における特異な地形、地質等の保護を図り、あわせて学術的な研究等に資する。	32	30,074
7. 郷土の森	地域における象徴としての意義を有する等により、森林の現状の維持について地元市町村の強い要請のある森林を保護し、あわせて地域の振興に資する。	31	2,300
合 計		798	488,490

されました。

国有林野の中に森林生態系保護地域が明確に指定されたことは意義深いことですが、今後は自然状態のモニタリングを行って健全な生態系が保たれるように保護活動が必要です。また、個々の森林生態系保護地域はいろいろな問題を抱えています。例えば、登山者による高山植生の劣化、山小屋施設の排水・し尿処理、環境教育的活用未熟、帰化生物の影響、温暖化や酸性降水等地球環境変動の影響などです。今後は、これらの問題解決に向けた取り組みとともに、啓発のための環境教育的利用が重要となります。

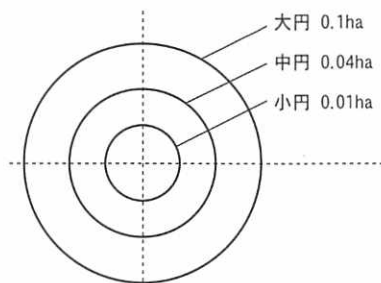
（田中信行）

## 森の情報収集網

日本に森林面積がどれくらいあるか、あるいは木材資源としての森林蓄積がどれくらいあるか、といった森林に関する情報をどのように集めているかご存じですか。答えは「森林簿という一種のデータベースを集計して推定する」です。

森林は所有、森林タイプ、樹種、林齢などが異なることに区画に区切って管理されています。この管理の単位となる最小区画を小班といいます。森林簿には、この小班ごとに地番や最寄り林道など位置情報、所有者に関する情報、樹種や林齢、蓄積や成長量など林木に関する情報、森林機能や各種制限など森林計画に関する情報が詳細に集められています。民有林の森林簿は都道府県が、国有林の森林簿は森林管理局がそれぞれ責任をもって管理し、更新しています。森林簿のエッセンスは林野庁に定期的に報告され、それが集計されて全国レベルの林業統計がつくられています。日本の小班の平均面積は比較的小さいので、全国では三〇〇〇万を超える小班があると推定されます。この膨大かつ詳細な森林簿データは、二五〇〇〇分の一の森林計画概要図、五〇〇〇分の一の森林基本図と組み合わせられて、地域の森林計画や林家の経営に活用されています。

しかし森林簿にも限界はあります。それは森林簿に記入された蓄積や成長量は地域の平均的な値であって、



モニタリング調査のプロット

大円では胸高直径24cm以上の樹木を、中円では同18cm以上の樹木を、小円では同5cm以上のすべての樹木と下層植生の調査をする。

小班ごとの実態を反映したものではないということです。つまり森林簿の値からは、それぞれの森林が病虫害や気象被害を受けていてもわからないのです。また森林簿には天然林や二次林の樹種構成などの情報もありありませんでした。このような限界を補うため、平成一一年度から森林資源モニタリングシステムが新たに全国に導入されました。これは、日本の森林に四捨の格子をかぶせ、格子点に固定プロットを設定し、定期的に森林調査を行うというものです。調査項目は樹種構成や健全度、林業活動、野生生物、枯損など多岐にわたります。調査プロットは同心円状をしており、効率と精度を調和させた設計となっています。

このモニタリングシステムにより、森林簿からはわからない森林の実態のデータが定期的に収集できるようになりました。今後調査が二巡目になれば正確な成長量や、森林の変化の傾向も把握できると期待されています。しかしこのモニタリングシステムも、一六平方メートルに小さなプロット一つというピンポイント的なサンプリング調査です。こうした方法では希少な野生動物の生息や植物群落などは見つからない恐れがあり、その目的のためには別な設計の調査が必要でしょう。森林の情報を集めるためにはさまざまな情報網を組み合わせて張り巡らすことが重要です。

(白石則彦)





IV  
水・土・大気と森林

## 一〇〇〇年前に気づいてた？

最近、日本の古典文学である今昔物語や宇治拾遺物語などを基にした、夢枕獮原作・岡野玲子画の『陰陽師』（白泉社刊）が大人気の様です。この物語りは、平安時代中期（西暦九〇〇年代）に朝廷に仕えた安倍晴明を主人公にしています。陰陽師とは、現代流に平たくいえば占い師・調伏師となるわけですが、當時では自然の理や天変地異を司る国立研究機関（陰陽寮）の研究者であり、星の運行など宇宙における天体現象も扱う科学者でした。当時は、夜にはまっ暗な闇があった時代です。百鬼夜行といつて、鬼や魍魎魍魎たちが通りを闊歩することが信じられ、菅原道真や平将門の怨霊が恐れられていました。しかし、このような時代でも、現代の科学を先取りしたような話が、先の『陰陽師』の一節に出てきます。

ある年の夏、都では日照りが続き大きな水飢饉がありました。このとき、多くのお坊さんや陰陽師がときどき帝に呼び出され、雨乞いの儀式が執り行われました。しかし、安倍晴明はその儀式には参加せず、彼の友人で雅楽（琵琶、笛、琴、笙、箏、篳篥、など）の天才である源博雅とともに天の水が得られると考えた場所を巡りました。そして、瓜が割れて流れ出した水が天の河になったという伝説に基づいて、それらの場所に水の象徴である瓜を捧げたそうです。図に示したのは、このときに彼が訪ね歩いた場所です。どこも、現在でも豊かな森があり、大気がどれだけ乾いていようと岩の割れ目から水がこんこんと流れ出しています。



安倍晴明が雨乞いのときに巡った地点（○印）

この話に「若狭の国の鶴の瀬で湧いた水が再び大地の中に潜り込んで、奈良の東大寺で湧き出している」というくだりが出てきます。日本海の近くから内陸部の奈良まで、地下水脈が延々一〇〇ほども続いているというわけです。現実にはあり得ない話です。でも、そのあり得ない話が、逆に、災害を引き起こす山崩れや地震・火山の噴火などに関係する地下深くの岩盤の中の水という、あり得る話を連想させるのです。今から一〇〇〇年以上も前の時代に、最新の大地の学問で話題となることが語られていたわけです。

宇は空間、宙は時間という意味になります。そして、陰陽師が得意で今でも我々がよく目にする「木・火・土・金・水」。これらをあわせて現代流に翻訳すれば、「森・火（戦略兵器を含む）・土・金属・水が、それぞれの場所の違いや時の経過でどのように変化するのか」とでもなるのでしょうか。古来、日本の科学は「自然の理はこれらの組み合わせで成り立っている」と考えてきました。では、現代の大地の謎を解き明かす学問は、「木・火・土・金・水」やそれらと森林との関係をどのように見ているのでしょうか。

（寺嶋智巳）

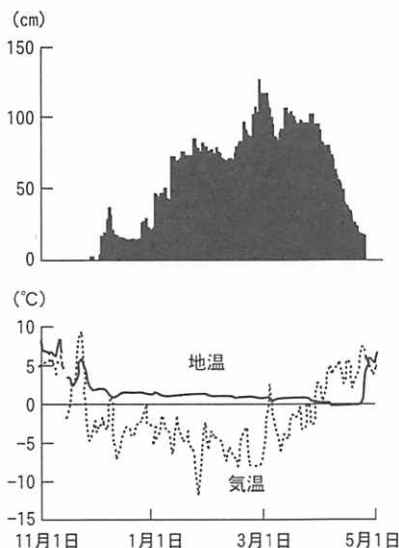
## 綿帽子とはよくいったもんだ

「雪やこんこ、あられやこんこ…、山も野原も綿帽子かぶり…」という童謡をご存じでしょう。ここでは雪の綿帽子の性質と、そこを通過して大気へ出ていく二酸化炭素の話をしめます。

冬の森林は一面の銀世界で、すべての生き物が冬眠していて何も起こってないように思えるかもしれませんが、ところが、積雪の下の土壌では生物が活発に活動しているのです。

札幌近郊の林で測定した積雪深、気温、地温のグラフを見てみましょう。気温は最低でマイナス一二度まで低下したのに、積雪下の地温は常にプラスになっていました。この理由は雪を手にとって観察してみるとわかります。雪の結晶の間にたくさん空気が含まれているはずで、普通、積もった雪の半分以上は空気です。空気は熱を伝える能力（熱伝導率）が氷の約一〇〇分の一で、非常に熱を伝えにくいものですから、積雪があると大気の低い温度が土壌まで伝わりにくいのです。つまり、雪が綿のように空気をたくさん含むので地表を覆うことによって、土壌の保温材となっているのです。綿帽子という言葉の語源は綿でつくった防寒用の帽子だそうです。それはまさしく雪の性質をいい当てているわけですね。

雪の性質を踏まえて、さらに話を進めましょう。土壌中の微生物は落ち葉などの有機物を分解しています。積雪によって土壌の温度が高く保たれば、それだけ活発に活動して二酸化炭素をたくさんつくり出し



積雪深(上)と気温・地温(下)の日平均値の変化

四月の地温は雪解け水が土壌にしみ込むので0°Cになっている。

ます。積雪が二酸化炭素の移動を妨げるので、積雪の下には大気中の何倍も高濃度の二酸化炭素がたまることになります。そして、たまった二酸化炭素は積雪中の空気を伝わって徐々に大気に放出されるのです。つい最近まで、雪面から二酸化炭素はほとんど出てこないものと考えられていました。しかし、北海道よりも寒く、土壌中の微生物の活動性が低いと考えられるアラスカやシベリアなどの永久凍土地帯ですら、積雪の下から二酸化炭素が発生してくることがわかっています。

最近では地球環境問題の面から、雪面から出てくる二酸化炭素に広く関心が持たれています。アラスカやシベリアが二酸化炭素の放出源になっているといわれるように、高緯度地帯は地球温暖化による気温の上昇が大きいと考えられています。そこで、そうした地域から出てくる二酸化炭素の量を知りたいわけです。

このように、積雪の下の出来事を知ることが、地球温暖化という視点からとても重要なことなのです。(鈴木 覚)

## ササが水を無駄遣い？

北海道では、山地ばかりでなく平地にもごく普通にササ原が見られ、ササは生態系を構成する主要な植物の一つになっています。すべての植物は、水を根から吸って葉の気孔から大気中に放出（蒸散）しています。これらのことを通して、植物は土壌中の栄養素を体内に運搬したり、体温の調節を行ったりしています。しかし、植物が蒸散を行うということは、大地に蓄えられた水を消費することでもあります。降った雨は地面にしみ込み、その一部は植物に利用されます。私たち人間はその残りの河川水を利用しています。ですから降雨のうちどのくらいをササなどの植物が蒸散で消費してしまうのか、無関心ではいられません。

それではササ原ではどのくらいの水を消費するのでしょうか。札幌近郊の樹木に覆われていないササ原（クマイザサ）で観測してみると、平均して一日当たり一・五<sup>リットル</sup>の蒸散量になることがわかりました。これは、一畝の面積のササ原があるとすると、一畝のペットボトルで一万五〇〇〇本分に相当する量になります。日本的一般家庭での一人一日当たりの水の使用量は二五〇<sup>リットル</sup>ほどとされています。ですから、たった一畝のササ地でも六〇人分の使用量に相当する水を大地から失わせてしまっていることになりました。ところで、森林の蒸散量は、札幌近郊の針広混交林では一日当たり約二<sup>リットル</sup>と見積もられています。森林と比べるとササ原の蒸散量は四分の三と少なく見えます。でも、ササは体の大きさが樹木などよりかなり小さいので、小粒なが

からも結構多くの水を使っているということになります。

植物は思いのほかたくさんの水を使っていることがわかりましたが、これを無駄遣いだと思わないでください。このことが一方では気候の緩和に役立っているのです。植物がないアスファルト面では、太陽から受けたエネルギーの多くは地面の温度や気温を上げることに使われます。しかし、植物があるところでは、植物の蒸散作用にも太陽から受けたエネルギーが使われるので、蒸散が盛んなほど気温の上昇が抑えられることとなります。ここ数年、

都市部でヒートアイランド現象が問題となっていますが、エアコンや産業活動の廃熱のほかに、都市化に伴う緑地の減少も原因の一つとなっています。

ササは樹木の発芽・成長を邪魔するので林業では厄介者扱いされます。でも、小粒ながらも森林の四分の三にも上る蒸散能力がまるでエアコンのように作用して、人間が住みやすい気温環境を形成することに一役買ってくれることにもなり得るのです。ビルの屋上などを手が掛からない小粒なササで緑化するのもよい考えかもしれません。

(北村兼三)



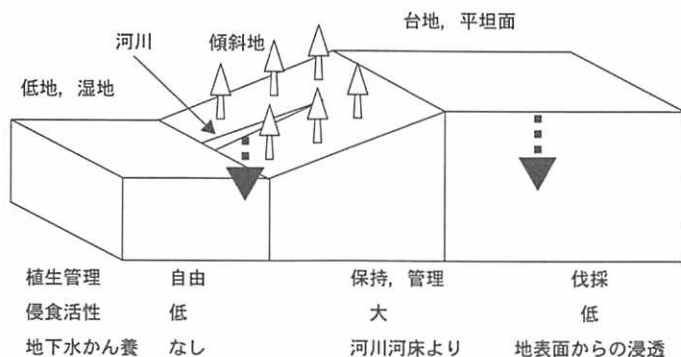
ササ群落 (クマイザサ)

## 地下水資源と土壤資源、どちらを選ぶ？

表題にあるようなジレンマを抱えるのは、地球上の陸地の三〇%以上を占める乾燥地域です。乾燥地域では、降雨が地表面に到達する際に次のようなことが起こります。植生の密度が低く、雨が地表面に直接衝突するため土粒子間の透き間が目詰まりを起こし、土壤の持つ水の浸透能力（浸透能）が低下します。さらに、降雨強度が強く地表面の浸透能を上回った場合、余剰分の水は地表面を流下し（地表流）、地表を削ります（土壤侵食）。土壤侵食は、地表を凸凹にするだけでなく、植物に利用可能な有用な成分（有機成分およびミネラル）に富む表層土壤を奪い、土壤資源の価値を低下させます。ここで、植生が覆っていると地表面の粗度が増し地表流速が低下します。さらに、植物から供給された有機物成分により土粒子間に電気的な結合を生じ、侵食への抵抗性が増加します。以上の効果により、植生は土壤侵食を抑制しています。

一方で、降水量が少ないうえに地表流として一部が流出してしまうため、地下へ浸透する成分は少なくなります。一般に乾燥地域の表層土壤は水不足のため、十分に水がある状態に比べて蒸発量が抑制されます。しかし、植生は根系を地下に伸ばして水を吸い上げるため、裸地面での蒸発に比べて蒸散（光合成により水を葉から大気へ発散すること）によって水をより多く消費します。そのため、植生密度が増加すると蒸発散量（蒸発と蒸散を合わせたもの）が上昇し、結果的にはますます地下への浸透量（地下水かん養量）は減少





乾燥地域の地形面と植生管理, 侵食管理および地下水管理

します。すなわち、地下水のことを考えれば、植生の密度を低下させた方がよいこととなります。

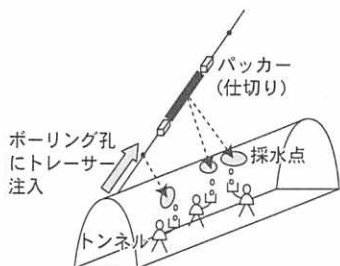
では、どうすればよいのでしょうか。その答えは、次のようなものになるでしょう。台地上の平坦面では植生は除去してもかまわないでしょう。ただし、地下水を飲料用にするのであれば、汚染物質（農地の場合、農薬や肥料）の混入は避けなければなりません。また、同じ平坦地でも低地の場合は、そこが地下水流出域（地下水が地表へ流出する場所のこと、低地では地下水表面が地表面まで達している場合）でなくても不透水性の粘土が堆積している場合があります、あまり地下への浸透量は期待できません。一方で、傾斜地では植生を保持し、侵食防止に努める必要があります。傾斜地の定義は、筆者のアフリカでの経験によれば二度程度以上から十分に注意が必要です。また、傾斜地で見られる河川は乾燥地域であれば通常河床より地下水表面が低く、降雨時の洪水の際、河床から集中的に地下水かん養が生じる例もあります。

（小野寺真一）

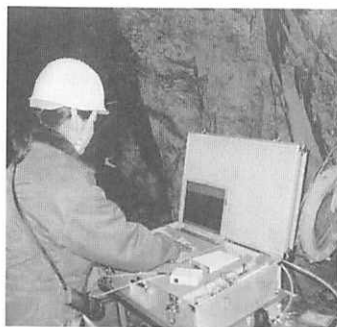
## 地下の割れ目を流れる水をあぶり出す

山や大地の表面は通常、森をほぐくむ柔らかい土壤に覆われていることが多いのですが、その下は硬い岩石で構成されています。森に降った雨はまず土壤にしみ込み、木々にとって不可欠な水分を根に与えた後、残った水は土壤の中を通り抜けて、一部は川に、また一部は蒸発して空気中の水蒸気になります。それ以外の水は今度は硬い岩石の表面にまで到達します。岩石に割れ目があれば、そこを一日に一センチ一〇〇倍くらいの速さで流れていきます。割れ目がない場所でも、水は一年に数センチとかの一見動いていないような速さで岩石の中にしみ込んでいくことがわかっていますが、割れ目に比べれば圧倒的に遅いのです。

このような岩石の割れ目を流れる水は、湧き水として私たちの生活に潤いをもたらしてくれますが、同時に少しやっかいな問題を起こすことがあります。近年我が国では、地下空間利用といって地下に眠る岩盤を積極的に活用する試みが始まっています。例えば、景観や生態系に優しい地下ダム建設や効率的なガスタービン発電のための圧縮空気や燃料の地下貯蔵、さらに原子力発電所から排出される放射性廃棄物の地下岩盤への処分などです。しかし、岩石の割れ目から貯蔵物が漏れたり、割れ目を通る地下水の圧力によって岩盤が壊れたり、放射性廃棄物中の有害な元素が地下水に溶け出したりしては大変です。そのため、岩盤の中の地下水がどの割れ目を流れるのか（水みちという）を予め知っておくことが重要なのです。



湧水量の多い割れ目を選んで採水し、直ちに分析する。



岩盤の中の水みちを知る方法はいくつか考えられていますが、ここでは流れる水に印をつけて、水が岩盤のどの割れ目をどれくらいの速さと量で流れるかを、直接的に調べるトレーサー試験(上図)を紹介しましょう。トレーサーとして使う物質には、対象としている岩盤中に存在せずしかも無毒なものを用います。私たちは黄色く黄緑色の蛍光を発する色素であるフルオレセインという物質を使っています。私たちの試験では、地下のトンネルから図のように直径六〇<sup>mm</sup>ほどの穴を開けて、色素を含んだ水を流し込みます。そして、トンネル壁面の割れ目にしみ出してくる水を一定時間おきに採取し、その水に含まれる色素の蛍光の強さが時間の経過とともにどのように変化するかを調べると、どの割れ目からどのくらいの速さで水が出てきたのかを知ることができます。私たちはファイバマルチチャンネル蛍光分光光度計(写真)という蛍光の強さを現場で直ちに測れる装置を新たに開発し、水みちをその場ですぐに判断できるようにしました。この技術は地下空間の利用の際に役立つだけでなく、岩盤中の地下水汚染の監視など幅広い利用が可能です。

(伊藤由紀)

## 地底〇年の旅——水の年齢

森を循環する水、例えば地下水や湧水などほどのくらの時間をかけて動いてきたのでしょうか。自然界を循環する水には「年齢」を示すラベルがついています。年齢とは、雨水が地中に浸透してからどのくらいの時間がたっているかを示すもので「滞留時間」とも呼ばれています。このラベルは、残念ながら私たちが直接目で見ることはできませんが、水の中に含まれる微量な分子や成分を測定できる機器を使えば、ラベルに書いてある情報を読みとることが可能になります。水の分子は水素と酸素原子からできていますが、水素原子の中にトリチウムと呼ばれる放射性同位体がわずかながら含まれています。雨水に含まれるトリチウムの量は、地中に浸透すると二・四年の半減期で減少していきます。したがって、雨水の半分のトリチウム量を持つ湧水や地下水は、地中に浸透してから二・四年を経ていることとなります。

図1は、雨水に含まれるトリチウムの濃度を東京と茨城県のつくばで観測した結果を示したものです。雨水中のトリチウム濃度は、一九五二年以降世界各国で行われた核実験によって大きく上昇し、一九六三年に自然レベルのおよそ一六〇倍にまで達した後、徐々に低下して現在ではほぼ自然の状態に戻っています。このような雨水におけるトリチウム濃度の時間変化は地下水にも保存されるので、地下水中のトリチウム濃度を雨水のそれと比較することによって、地下水の大まかな年齢を推定することができます。

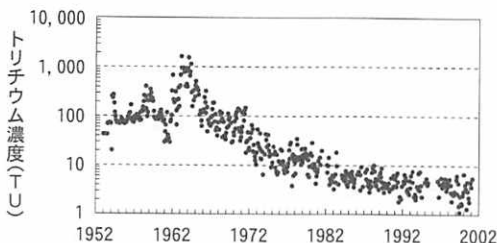


図1 雨水中に含まれるトリチウム濃度の変化 (近藤, 1985)

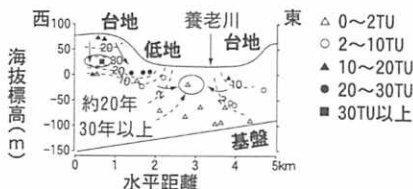


図2 千葉県養老川下流域における地下水のトリチウム濃度, 年齢, 流動方向 (近藤, 1985)

図2は、千葉県の養老川下流域で、一九八二年に測定された地下水のトリチウム濃度とそこから推定された地下水の年齢、そして地下水の流動方向を示したものです。地下水は周辺の台地から養老川に向かって流れていますが、この流れに沿って地下水の年齢も異なっています。西側の台地の地下約五〇メートルには、最もトリチウム濃度の高い地下水が存在しており、この部分の地下水の年齢が約二〇年であることを示しています。

また養老川が流れている低地では、地下水の年齢は三〇年以上であることがわかります。したがって、養老川の水はおよそ三〇年以上の年齢を持つ地下水によって供給されていることになります。図1に示したように雨水中のトリチウム濃度が自然レベルに戻ってから一〇年以上たちますので、現在ではこの方法によって年齢を推定できるのは、一〇〜六〇年程度の年齢の水ということになります。またトリチウム以外にも、炭素一四や塩素三六など数種の放射性同位体を使って地下水の年齢を推定することも可能です。

(辻村真貴)

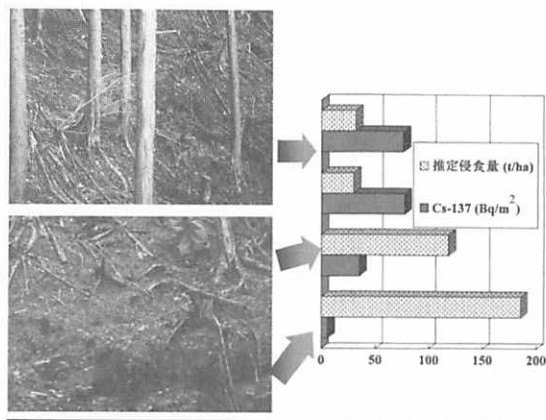
## 核実験の灰は語る

私は子供のころ、雨にぬれて家に帰ると「放射能で髪の毛がなくなってしまっよ」といわれたものです。学生にその話をすると、そんな話は聞いたことがないと言うのです。その代わり「酸性雨で髪の毛が……」だそうです。一九六〇年代初頭には、アメリカとソ連が冷戦のまったただ中、各地で大気中核実験を行っていました。そして、そのピークが一九六二年ごろです。大気中核実験が禁止されてからはなくなりましたが当時は実際に多くの放射性核種が大気大循環に乗り、雨とともに地表に降下してきました。放射性核種の代表的なものは、セシウム一三七 ( $^{137}\text{Cs}$ ) で広島の大原爆の結果生成されたものと同じです。セシウム一三七はガンマ線を放射しながら改変し、安定した核種 ( $\text{Ba}137$ ) に変化します。

セシウム一三七は土壌に雨水が浸透する際、土壌中にしっかりと吸着されます。セシウム一三七の半減期は三〇・四年ですから、現在も残っています。その量は微々たるものなので、健康には全く影響ありません。チェルノブイリ原発事故によるセシウム一三七の放出も影響は主に北ヨーロッパに限られています。

さて、吸着されたセシウム一三七の単位面積の土壌中に含まれる総量、または深度別の濃度を測定することにより、森林の荒廃状況がわかってきます。例えばその場所のセシウム一三七が少なければ、一九六〇年以來の侵食で失われたと考えられます。また、他の場所より多ければ他の場所からの土砂が堆積しているこ

とになります。かつては森林内では、セシウム一三七は樹冠遮断や樹幹流としての供給があるため不均一に分布しているという指摘もありましたが、チェルノブイリ原発事故で放出されたセシウム一三七の森林環境内での挙動の研究によって、いったん葉などの表面にトラップされ、その後は落葉などを通じて徐々に



比較的均質に地表面にもたらされることが明らかになりつつあります。このように最近、森林内での土壌侵食の推定に放射性核種が使えるという根拠も蓄積されてきています。また、セシウムの存在量と土壌侵食量の間にもいくつかの関係式が提案されており、かなり良好な関係が得られています。

図は土壌中に存在するセシウム一三七の総量から荒廃したヒノキ人工林の土壌侵食量を推定した結果です。斜面上部のやや侵食が起きていると思われる部分(写真上)よりも、斜面下方の根が露出している部分(写真下)でセシウム一三七が少なくなっています。放射性同位体を用いた手法は森林内の土壌侵食の推定に極めて有効であり、今後、この方面の研究がますます発展していくと思われれます。

(恩田裕一)

## 森の斜面の不思議な形

遠くから見れば滑らかな形に見える森林の表面も、中に入ると地表面は意外に起伏が多く複雑な形をしていることをご存じでしょうか？ 実際に尾根まで続く斜面の下に立ち、山道を離れて尾根まで一直線に登ってみましょう。思いのほか難しいものです。行く手を阻むいくつもの崖や段があります。山の斜面にはいくつもの起伏があつて、斜面の下の方ほどそれが激しくなっています。斜面の形がうねっているのです。これはどうしてでしょう。一言でいうと、森林の斜面には、透き間が小さく硬い岩質の上に数十センチの厚みを持った透き間が大きく軟らかい土層が載っている場合が多く、それが水を含んでゆるみ、斜面の下の方に動くからです。

斜面に木や草が生え、数十年、数百年たつと、表層には植物の遺体とそれを分解したものである腐植が増加します。そして、腐植を分解する微生物、それを餌とする虫類、さらに小動物などが増加し、それらが植物の生育と相まって豊かな活動を展開し、その舞台としての土壌空間が形成されます。花崗岩が風化したマサ土の場合では（図1）、最上層に植物遺体と腐植が集積して黒色を帯びたA<sub>0</sub>層およびA層があり、その下に鉱物質に腐植が混じった褐色のB層が見られます。B層の上部は、鉱物が風化して細かくなった粘土粒径の物質の比率が相対的に多く、それが腐植と結合して土壌を団粒化させ、透き間の多い（六〇〜七〇％）土



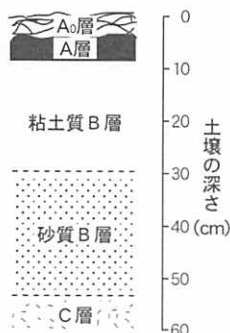


図1 マサ土からなる森林斜面の土壌断面

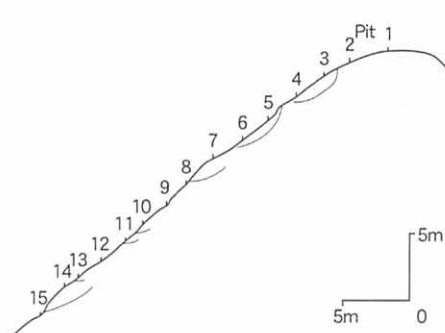


図2 大雨のときに生じるせん断ひずみの集中域(計算による) Pit 1~15は試掘孔の位置

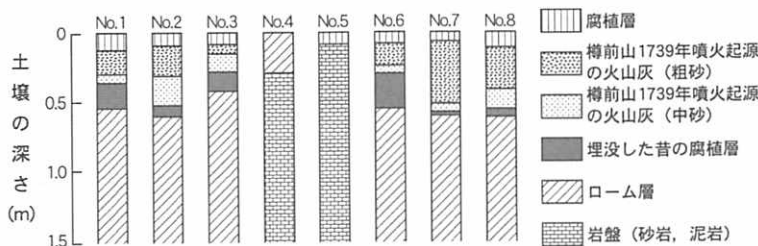
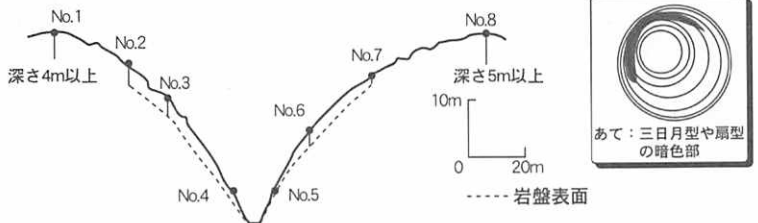
壤部分となっています(粘土質B層)。それに対して、B層の下部は、粘土粒径の物質および腐植の比率が小さいために、透き間は多い(五〇〜六〇%)が粘着力が小さい、砂質の土壌部分となります(砂質B層)。

このような土層が大雨で水を十分に含むとどうなるでしょう。まず土壌の粘着力が低下します。そして、土壌粒子は透き間を満たす水の圧力を受けて軽くなり、土層は水の流動する方向に引つ張られます。そのときの土層の動きは、斜面の形の条件、土の物理的性質とその分布、地下水位の高さなどによって土層の部分ごとに違います。その動きの不均一により、土層をせん断する(切る)ひずみが発生し、そのひずみの集中域で土層が切れて塊に分かれます。斜面上には、切れてできた土壌の単位がいくつも並ぶこととなります(図2)。実際の斜面のうねりの形のなかには、このようにしてできたものがあるらしいということが最近わかってきました。そんなでき方もあるんだなと思いをはせてみてください。(園田美恵子)

## 樹木が語る土の動き

山の斜面の土を掘ってみるといろいろな土の層が出てきて、さらに掘り進むと硬い岩の層に突き当たります。土の層の成因には、植物に由来する有機物、岩が風化してできたもの、火山が噴火したときに降り注いだ火山灰、大雨や融雪のときに川の水によって運ばれたものなどがあります。北海道夕張地方において、山の斜面の土を詳しく調べてみたところ、急な斜面ほど土の層の厚さ（地面から岩盤までの厚さ）が薄いことに気づきました（図）。また、道央にある樽前山が一七三九年に噴火したときに降った火山灰が斜面に堆積していることもわかりました。（このように堆積した時代がわかる地層を鍵層といいます）。尾根や中腹の斜面ではこの火山灰層がありますが、傾斜が四〇度以上の川沿いの斜面（図の4と5の地点）ではこの層はありませんでした。このことから、川沿いの急斜面では少なくとも一七三九年以降に最低一回はがけ崩れがあつて、火山灰層が取り去られたことがわかります。急斜面ではがけ崩れが数百年に一回程度の頻度で起きる傾向があり、土の層は不安定な状態にあります。ところが、そのほかの傾斜の緩い地点などでは、少なくとも噴火してから約二六〇年間は火山灰層を取り去るようながけ崩れがなかったこともわかります。

斜面の土が安定か不安定かはそこに生えている樹木にも影響するので、逆に樹木によって斜面の安定度がわかります。大規模ながけ崩れが起きると、樹木が傾いたりなぎ倒されたりすることがありますが、斜面が



夕張地方の山地斜面における土層の厚さと土の種類と「あて」の説明

安定していると、樹木はそのまま成長を続けます。このような成長の様子は、同心円状の年輪として記録されます。北海道日高地方に位置する門別町で海岸の斜面にある樹木の年輪を調べた例では、年輪が一五〇本あったことから、少なくとも過去一五〇年くらいはがけ崩れが起こっていないことがわかりました。樹種が同じ場合、年を重ねた樹木ほどサイズが大きくなる傾向があるので、サイズの大きい樹木がある斜面は比較的安定していると判断できます。また、斜面の土がゆっくり動くような場合(クリープ)には、樹木は根元で曲がり、「あて」といわれる特殊な年輪ができるので(図)、それを調べれば土が動いているかどうか判断できます。

宮崎駿監督の映画『となりのトトロ』や『もののけ姫』では、まっすぐ伸びた大木が出てきます。このような場所では、きつと数百年、数千年以上も土が安定しており、「もののけ」たちも安心して暮らしていたのでしょう。

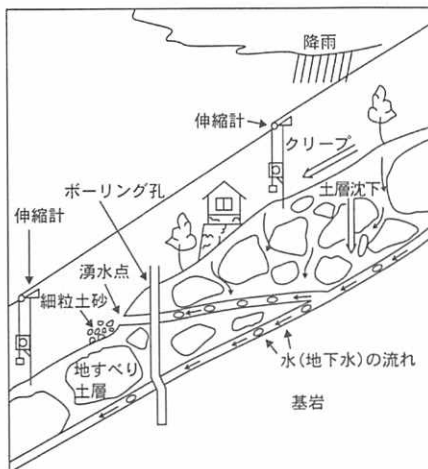
(佐藤弘和)

## 斜面の骨粗鬆症

斜面における土砂の侵食現象に関連するのは水の流れです。裸地と森林とではこの現象に違いが生じます。裸地では雨の衝撃によって地面が締め固められたり、細かな土砂が土粒子同士の透き間に入ったたりして土層の透水性が低下し、水が表面を流れやすくなります。その水によって斜面上の土砂が侵食され、リルやガリーなどの溝状の地形が形成されます。

森林では、水は表面を流れにくいためにリルやガリーが少なくなります。林床に発達する有機物層が雨の衝撃を和らげるとともに、スポンジのように雨水を蓄えて土層の深部に徐々に浸透させる働きがあるからです。こうして大地に浸透した水は、岩盤や粘土層の上で土の粒子同士の透き間がすべて水で満たされた飽和帯をつくり出します。この状態にある水は土層内の透き間の大きなところや層の境界などを選択的に流れ、土砂を侵食して水みちを形成します。水みちの一部が地表面に現れると湧水になります。よく観察すると、湧水口では細かな土砂がたまっていることがあります。この土砂は地下水が局所的に集中したことによって土の中で侵食が生じ、地下水とともに移動してたまっているものです。地下での侵食の結果として形成される地形は、土層が陥没したり表層が崩れたりすることが特徴的です。

森林では深度数十メートルといった斜面の比較的深い部分の風化層でも侵食が生じることがあり、これが



善徳地すべりにおけるクリープの模式図

地すべりの活動に関連してくる場合があります。例えば、四国の善徳地すべりは雨が深い時期には活発な動きが生じますが、年間を通じて斜面がじわじわと圧縮されるようなゆっくりとした動きがあり、土層の沈下も生じます(図)。このゆっくりとした動きは地下深いところの水みち周辺の細かな土砂が侵食されて発生します。侵食によって土の中に透き間ができ、これを埋める形で周辺の土砂が移動してくるからです。

地下で侵食が継続すると次第に侵食される土砂が少なくなり、その結果、ゆっくりとした動きも停止するはずですが。しかし、不思議なことにこの動きは現在も続いています。これは雨の多い時期など地すべりが活発に活動しているときに地すべり地の地下で土砂の攪乱が生じたり、動いている土層とその下の動いていない部分の境界(すべり面)付近の岩が砕かれたりすることで、細かな土砂が新たに生成されており、それが再び侵食されることでゆっくりとした動きを継続させることになるからです。つまり、斜面の中であたかも骨が次第に溶けてスカスカな状態(骨粗鬆症)になって骨折することに似た現象が繰り返されているのです。

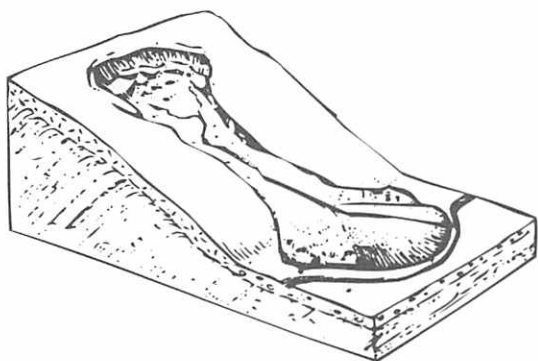
(古谷 元)

## ゆるゆる流れる山の土——アースフロー

アースフローは地すべりのなかでも流動型に区分されるもので、土流とも呼ばれています。普通にイメー  
ジされる地すべりとは異なり、水を含むと軟らかくなりやすい性質の土に激しい雨や急激な雪解けによって  
水分が供給され、土が水飴や蜂蜜のように変形しながらゆつくりと斜面を移動していく現象のことです。大  
きさは、長さ数十メートル〜数キロ、厚さ数十センチ〜数十メートルとさまざまです。

アースフローのスピードは時速一<sup>キ</sup>より遅いゆつくりとしたものなので、変動が発生しても歩いて逃げる  
ことができます。しかし、他の一般的な地すべり同様に、家屋、道路などの建造物を破壊する力を持ってい  
ます。また、アースフローは水分を多く含んだ土からできていますので、移動した土塊に足を踏み入れてしま  
うと、泥に足を取られて底なし沼のようにならずぶと沈んでしまうことがあります。ですから、水分を好む  
草が生えている場所にはなるべく近づかないように注意しなければなりません。

地すべり対策では、移動している土塊から動いていない岩盤に杭を打ちこんで動きを止めたり、井戸を掘  
って地下水を抜くことによって変動を抑える方法がよくとられます。しかし、アースフローの場合は土が軟  
らかいため、杭を打つても移動土塊が杭の間をずるとすり抜けてしまいます。また、移動している土塊  
自身がさまざまな形に変形してしまうので、土塊内につくった井戸を押しつぶしてしまうこともしばしばあ



アースフローの形態 Záruba and Menci (1969)

ります。このようにアースフローは、とてもやっかいな地すべりなのです。

防止対策の難しいアースフローですが、移動する土塊の厚さが一〜二メートル以下と比較的浅い場合には、樹木の根が変動を抑える効果を発揮します。特に森林のように樹木の根が広く網目状に広がり、土層の骨格のようになると、大きな変形が起こりにくくなるのです。したがって、浅いアースフローは植生が貧弱なところで起こりやすく、浅いアースフローは植生が貧弱なところで起こりやすくなるわけです。ところが、今まで安定していた斜面の森林を伐採してしまえば、樹木の根による土の拘束力がなくなり、アースフローにより斜面の表面が一年に数十センチも移動してしまった例もあります。特に、森林を牧草地にした場合、草地の更新のために何年かおきに地表部分をかき回すことが、土層強度をさらに低下させてしまっているという問題も生じます。

このように、山の土がゆるゆる流れ出す現象があることを覚えておいてください。そして、森林伐採などによって一度その土が流れ出すと、それを止めるのはとても難しいものだということを。

(石丸 聡)

## 奇妙な類似、火星と富士山の土石流

私たち地球人にとって森は身近な存在ですが、地球以外の天体を考えてみると、それはとても貴重な存在であることがわかります。最近、月や惑星の素顔が惑星探査機によって次々と明らかにされていることを、ご存じの方も多いでしょう。例えば、地球のお隣の惑星「火星」には、一九九九年にNASA（アメリカ航空宇宙局）の最新鋭探査機「マーズグローバルサーベイヤー」が到着して、数メートルの地形が見分けられるほどのとても高精度な画像が大量に撮影されました。現在、世界中の科学者たちが興奮と熱狂の渦の中で、こうした画像を使って火星の研究を行っています。なかでも、最近特に議論の的となっている地形を図に示しました。この画像（写真右）は火星の南半球にある急斜面を真上から撮影したもので、写真の横幅がおおよそ五〇〇メートルです。右上の部分では斜面の土砂が崩れており、写真中央部付近で堆積しているように見えます。

この堆積物はおそらく、急斜面上の土砂が何らかの液体によってどろどろになった後、そのさらに左下の極のような地形を通り抜けて、次第に広がりながら画面左下に堆積したものと考えられます。このような地形は土石流地形と呼ばれますが、火星上には同様な地形がほかにも数多く発見されています。

さて、惑星の地形を研究するときには、地球上でよく似た地形を研究すると、いろいろなヒントが得られることがあります。そこで、地球上で図に示した火星の地形とよく似た地形を探してみると……。なんと、





富士山大沢崩れ

火星の土石流

富士山の西側斜面、大沢崩れにありました（写真左）。写真を見比べればわかるように、大沢崩れは火星の土石流地形ととてもよく似ています。さまざまな研究から、こうした地形は必ず水のような液体の作用によって形成されることがわかっています。つまり、火星と地球を比較してみると、大沢崩れは火星に水のような液体が存在する（または、存在した？）ことを示す重要な証拠になるのです。

この液体がもし水だとしたら、大変なことになります。なぜなら、これまで液体の水は地球以外には見つかっていないからです。液体の水が火星にもあるとしたら、その水の中に生命が見つかるかもしれません。

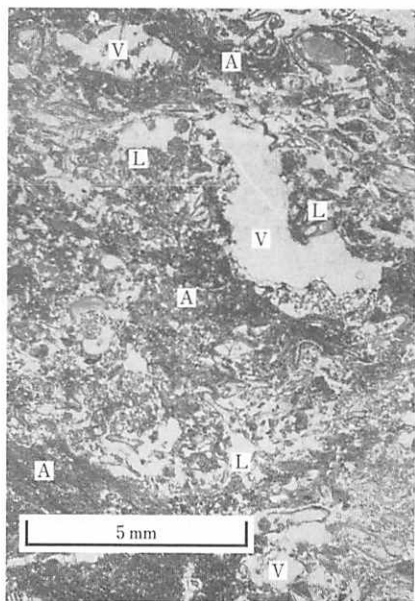
また将来の有人宇宙飛行の際に、燃料の一部や宇宙飛行士たちの飲み水として利用できるかもしれません。火星探査機の打ち上げは今後も数多く予定されていますから、この謎はもうすぐ明らかになるでしょう。植生の無い火星では、斜面は崩れるがまま崩壊して不毛な大地が形成されていきます。でも、富士山の場合はこれらをくい止めるための植林が行われ、侵食が防止されています。火星の不毛な大地と私たちの地球との大きな違いのカギは、実は植物の存在にあるのかもしれませんが。

（宮本英昭）

## 落ち葉の意外な働き

日本で火山噴火による降灰というと桜島が有名です。桜島のすぐ西隣の鹿児島市では、特に東寄りの風が吹く夏場の降灰が市民にとって悩みの種です。空中に漂う火山灰は人々を不快にさせる厄介者ですが、樹木にとっても厄介な存在です。火山灰が樹木に厚く降り積もると幹や枝が折れることもあります。

雲仙普賢岳では、一九九〇年から四年以上続いた噴火活動のときに破壊された森の周囲に、噴火の影響を受けても生き残った森があります。この森では、地面に降り積もった火山灰によって水がしみ込みにくくなるため、大地にしみ込むことなく地面を流れる雨水（地表流）が地面を侵食して、噴火活動が収まった後も土地の荒廃が続く恐れがありました。そこで、ヒノキと広葉樹の森の地面で、雨が降ったときに発生する地表流を観察し、さらに、土を掘り取って土の中の水の流れ具合を調べ、地面に積もった火山灰の微細な構造も顕微鏡で詳しく観察してみました。その結果、広葉樹の森では、地表流は発生していないことがわかりました。ヒノキの森では、豪雨時にわずかな量の地表流や地面の一部に水たまりが見られましたが、地面の侵食につながるような地表流は発生していませんでした。火山灰が積もったにもかかわらず、土地の荒廃が起こらなかつたのです。これには、地面に積もった火山灰の層に混じり込んだ落ち葉が深くかわつています。地面から掘り取った火山灰だけの試料とヒノキの落ち葉が混じった火山灰の試料を使って、一定時間内に、



ヒノキの森にみられる火山灰層の縦断面（スケールは5ミリ，Aは火山灰，Lはヒノキの落ち葉，Vは透き間）

その試料に浸透する水の量（浸透強度）を調べたところ、落ち葉が混じった火山灰の浸透強度は、火山灰だけの試料より高い値を示し、通常の雨水が十分にしみ込むことができる値となりました。さらに、ヒノキの落ち葉が入った火山灰層の様子を顕微鏡で観察してみると、火山灰と落ち葉の間にできた透き間は、火山灰の粒子の透き間よりも大きなものでした（写真）。土の中で落ち葉の分解が進むと、有機物と火山灰が結びついて土の塊が形成され、多様な大きさの透き間に富んだ土ができることとなります。こうしてでき上がった土は、大量の水がしみ込むことができ、森林土壌と呼ばれるものになります。

「木に交われば赤くなる」という言葉があるように、人間は周りの環境に大きく影響されるといわれています。森は人間のように自由に動き回ることができませんが、その代わり、降灰という厳しい環境の中でも自らの落ち葉を利用することによって、生育環境を調節する能力を備えているのです。

（小川泰浩）

## 火山灰は何色？

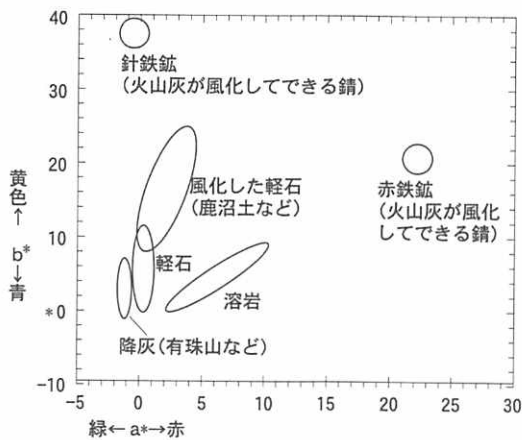
日本列島は世界でも火山の多い場所として知られています。火山灰からできてくる森の土も多様です。森の土の多くは褐色をしていますが、では、そのもとになる火山灰はいったい何色と表現したらよいのでしょうか？

たびたび噴火する桜島から降る灰は、町全体を灰色に染めてしまっています。浅間山（長野・群馬県）の鬼押し出しに行くと、灰色、紫色、赤色の火山灰や溶岩の層が積み重なっています。園芸用に使われているオレンジ色の鹿沼土（栃木県産）や風呂で使う真っ白な軽石も火山灰の一種です。

そこで、いろいろな火山灰を集めて色を測ってみました（図）。この図は、色を数字を使って表したもので、 $a^*$ の値が大きいほど赤く、マイナスだと緑色になります。また、 $b^*$ の値が大きいと黄色く、マイナスだと青色になることを表します。灰色の軽石、赤色の強い溶岩、黄色が強くなる風化した軽石など、同じ火山噴出物でも実にさまざまな色が見られることがわかります。

火山灰の色は、灰に含まれる鉄などの遷移金属元素の状態によって変化します。酸素が少ない（還元的）状態では、鉄の色は二価の鉄（ $Fe^{2+}$ ）が多いために、緑や灰色になります。大気中などの酸素が多い（酸化的）状態では、三価の鉄（ $Fe^{3+}$ ）が多くなるため、黄色や赤色になります。

火山灰のもとになるマグマは、噴火によって酸素の少ない地中から、酸素が豊富にある地表面に放出され



火山灰の色

ます。その途中、噴火の状況によってマグマに含まれていた鉄は状態がさまざまに変化し、その結果、さまざまな色の噴出物（火山灰）が形成されます。また、地表に降り注いだ火山灰は雨に当たり、風化し、色を変えることもあります。日本のような雨の多い地域では、火山灰に含まれる鉄などの金属が溶かし出されて

「鏝」になり、灰の表面に付着するのです。この鉄鏝も環境によって、黄色、赤色、茶色など多様な色を現します。別府温泉（大分県）の「海地獄」や「血の池地獄」の底にたまるコバルトブルーの泥や血のような赤い泥の正体もこの鉄鏝の一種です。

古代の人々は、このような火山灰の多種多様で鮮やかな色を利用して、古墳の壁画などに彩色豊かな装飾を施していました。また、火山灰は襖紙として有名な名塩紙（兵庫県産）の原料としても使われています。

火山灰は、その美しい色彩ゆえに古来数多くの芸術家たちの絵の具やキャンバスとして用いられてきたのです。

（森泉美穂子）

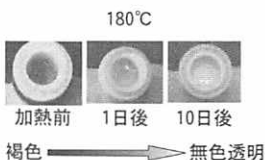
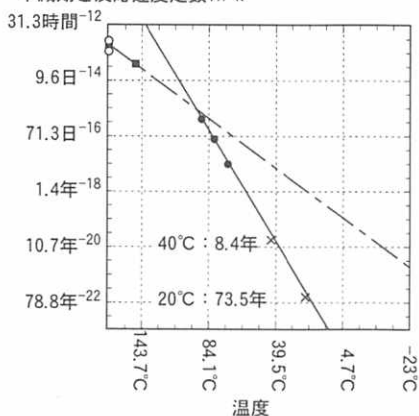
## 腐植の寿命

森の土の中には、植物が枯れて腐ってできた有機物がたくさん含まれています。この腐植物質は土や土壤の水の中に含まれる天然有機成分の九割程度も占めていて、化学形態のよくわかっていない高分子物質です。また、周りに塩素を含む化学物質があると、腐植がそれらと反応して有害な有機塩素化合物ができるかもしれないとも考えられています。

一方で、この腐植をたくさん含む褐色の温泉は「モール泉」と呼ばれ、北海道の十勝川温泉のように「美人の湯」として親しまれてきました。このような温泉は、熱い湯が地下の泥炭層を通り抜けるとき、お茶の葉から色素が煮出されるように褐色の腐植が抽出されるのではないかと考えられています。この褐色腐植が洗剤の界面活性剤のように働き、肌をすすすべにしてくれるとされています。

では、腐植はいつまで同じ形でいて、このような性質を持ち続けるのでしょうか？ 私たちは、この褐色の腐植を五〇から一八〇°Cで煮る実験をし、褐色（実際には二五四nmの吸光度）の消える速さを調べました。その結果、一八〇°Cではわずか一日で濃い褐色の溶液が透明になってしまいました。九〇から七〇°Cでの実験では、色の濃さが半分になるには約七〇日程度かかると予想されました。そこで、温泉や森の土の中の腐植の半減期を推定してみると、四〇°Cのときで約八年、二〇°Cのときで約七〇年となりました。つまり、

半減期と反応速度定数  $\ln k$



腐植の寿命（半減期）（中嶋ほか）

森の土の中の腐植の寿命は何百年というわけではなく、ずいぶん短いのです！

このことは、環境汚染物質を吸着して運ぶ腐植物質が壊れれば、汚染物質が遊離して置き去りにされてしまうことを意味しますし、またもし周りに塩素があれば、腐植物質が壊れるときに有害な有機塩素化合物をつくってしまうかもしれません。これが事実だとすると、「モール泉」に消費の塩素を入れている温泉は安全なのでしょうか？

ただ、腐植には悪いことばかりがあるわけではありません。腐植は、土の中の栄養分や鉄分を保持して森の植物を守るほか、土に埋もれていくと長い年月をかけて最後は石油や石炭という大切な燃料資源になるのです。将来は、加熱によって壊れやすい性質を逆に利用して、いつも土や水の中にある腐植物質からメタンガスを取り出す技術が生まれるかもしれません。（中嶋 悟、藤原真樹、増田香理）

## 腐植は森の掃除屋さん

森の植物が腐ってきた有機物である腐植は、化学形態のよくわかっていない高分子物質ですが、カルボン酸基（ $\text{-COOH}$ ）や水酸基（ $\text{-OH}$ ）などの反応性に富む手を持っていて、土や水を汚す重金属などをくっつけたり沈着させたりして、土壌や水をきれいにしてくれます。

土壌中の水の中に溶けている腐植は、他の小さな有機酸などよりもはるかに重金属をくっつけやすく、とても安定な重金属錯体というものをつくります。そのため、水の中に溶けている亜鉛やカドミウムといった重金属のイオンを腐植が吸着してくれます。植物は土壌から水や養分を取り込みますが、このとき大きな高分子である腐植は吸い上げられにくくなります。ですから、腐植は、植物中にこのような有害な重金属元素が取り込まれ、植物内部に沈着することを防いでいるといえましょう。つまり、腐植は森の掃除屋さんというわけです。この腐植が長い時間をかけて熟成していくと、さらに大きな分子量の腐植になり、水に溶けない固体になります。泥炭のできかけのようなものです。これは、重金属を吸着する能力が高いだけでなく、重金属に電子を与えて還元し、違う形の動きにくい化合物にして沈着させることができます。

例えば、原子力発電の燃料となる放射性物質ウランは、地下水や土壌水中ではウラニルイオン（ $\text{UO}_2^{2+}$ ）という二価の陽イオンとして、リン酸や炭酸と結合して動きやすくなっています。このままだと、もちろん





木の幹などが地層に埋もれて炭化し、亜炭層となっている。

植物に吸い上げられ、細胞壁などに沈着してしまうことが知られています。しかし、かなり熟成した腐植があると、そのアルコール性水酸基などの還元力によって六価のウランは四価に還元され、 $UO_2$ というとても溶けにくい化合物として沈着します。こうなれば、植物には容易に取り込まれなくなるのです。ほかにも有害な重金属の中に還元されると沈着して溶けにくくされるものがあります。

原子力発電を行うと必ず放射性廃棄物という核のごみが出ますが、その中には放射能が容易になくならない人工の物質が多く含まれています。なかでもネプツニウムやテクネチウム、アメリカシウムやキュリウムといった長寿命放射性元素は一〇〇万年近くもの間放射能を出し続けることとなります。もし、このような放射性廃棄物を地中に埋めて処分すると、やがて放射性元素が地下水に溶け出して森にまで運ばれてきます。ここで、先に述べたように熟成度の高い腐植がその還元力でネプツニウムやテクネチウムなどをウランと同じように沈着してくれることが期待されます。また水の中に溶けている小さめの腐植は、アメリカシウムやキュリウムを吸着します。腐植は森の土壌浄化剤として、森をきれいにして植物を有害物質から守ってくれるのです。

(中嶋 悟)

## 植物が石を溶かす

皆さんは道路沿いのがけの一番上にある植生から、下の土壤の中に根が長く伸びているのを見たことがあ  
るでしょうか？ さらにその土壤の下には岩盤が出ているのが見えることがあります。上にある植物の根の  
周囲は、土壤から下の岩盤まで、黒っぽいしみのようなものがずっと続いているのが見えることがよくあり  
ます。

森の植物の根からは、さまざまな有機物質が出てきますが、なかでも、有機酸と呼ばれる酸や金属と結合  
できる吸着剤のような物質が植物の生育に大事な働きをしています。有機酸は、主にカルボン酸基  
( $-\text{COOH}$ ) という手を持っていて、 $\text{H}^+$ イオンを出すので酸と呼ばれますが、残った $-\text{COO}^-$ という手は、  
土壤の粒子(鉱物)や土壤の下にある岩盤の石を溶かす働きがあります。例えば鉱物の中に含まれるカルシ  
ウムは、この手が二本ある有機酸に挟まれると、 $-\text{COO}^- \text{Ca}^{2+} \text{COO}^-$ という形で水に溶け出します。また、  
土壤中の鉄分は主に水酸化鉄という形で含まれていてたいへん水に溶けにくいものですが、植物やバクテリ  
アなどから分泌されるシデロフォアと呼ばれる有機物質(キレート剤)がやってくると、この有機物質の  
 $\text{O}=\text{C}$ というような手が水酸化鉄表面につき、やがて鉄をくっつけて取り出してしまいます。このように土壤  
の粒子(鉱物、ミネラル)からカルシウムや鉄などの植物にとって必要な元素を取り込むには、植物が分泌

する有機酸や金属キレート剤と呼ばれる有機物質などが重要な役割をしているのです。

さて、このような有機物質が土層の下の岩盤までしみ込んでいくと、やがては石を溶かしてしまうのです。



ツタの根の有機酸によって溶解変色したコンクリート壁面の様子（矢印）

に溶けないように思うでしょうが、実は少しずつ溶けているのです。といっても、溶け出す速さは、鉱物の種類によって、石灰岩（方解石）が酸に見る見る溶けるような速いものから、石英のように何百万年もかかると思われるものまでいろいろです。また、近年、工場や自動車などの排ガスから出てくる硫黄と窒素の酸化物が雨に混じると酸性雨になって、土壌や建造物に被害を及ぼしているわけですが、石も酸性では溶けやすくなるのです。有機酸は、その酸性の性質のほか、先に述べたような石の成分を取り込む手を持つことによって、石を溶かす速さを著しく速めています。巖もうがつとはこのことですね。

（中嶋 悟 伊藤由紀）

## ヤツカイな置き土産

我が国は台風の常襲地域として知られており、これまでも風害や豪雨災害が多発してきました。一九九一年九月に来襲した非常に大型の台風は、九州北部地域に記録的な森林被害をもたらしました。この台風に伴う強風で、山の斜面では多量の風倒木が発生し、大分県や福岡県を中心とした地域の林業生産に非常に大きな打撃を与えました。

台風による被害は、単に風倒木にとどまるものではありません。その後も山地斜面やその流域に大きな影響を及ぼすことになります。風倒には至らなくても、樹木が強風によって揺すられたために根系が切断されたりして、土層はかなり不安定な状態で斜面に残存することになります。そうした不安定になった斜面では台風以降に出現する豪雨によって崩壊が発生しやすくなり、多くの立木や倒木が土砂とともに山地河川へ流入して堆積します（写真左）。

大分県西部に位置する山地河川において、台風来襲から数年経過した後調査を行った結果、河道内には大小さまざまな流木群が形成されていることがわかりました。堆積形態も河道の端に分布していたり、河道を横断して塞いでいるものまでさまざまでした。流木群の多くは、大きな岩に引っかかって堆積しているもので、体積は数立方メートルから数十立方メートル程度と小規模なものでした（写真右上）。一方、大規模



風倒木発生流域における斜面崩壊と流木群

な流木群は長さ一〇〇尺、幅一五尺、厚さ二・五尺で、体積が三二〇〇立方尺に達しており、上流から下流した広葉樹やスギ造林木などが堅く組合わさって形成されています（写真右下）。この流木群は、いわば流木ダムのようになって河道を堰き止めており、上流には多量の土砂が堆積して勾配も緩くなっている、河道地形の変化にも影響を及ぼしています。

この大きな流木ダムは、先端の一部が崩れて流出しましたが、風倒被害から一〇年間に経過した現在でも大部分が残存しています。今後の豪雨によってこうした流木群が流動化すれば、下流における流木災害の発生が十分に想定されます。大型の台風来襲は、林業生産にダメージを与えるだけでなく、河川の土砂動態や魚類の生息環境といった流域全体の生態系にも影響を及ぼすことを忘れてはいけません。

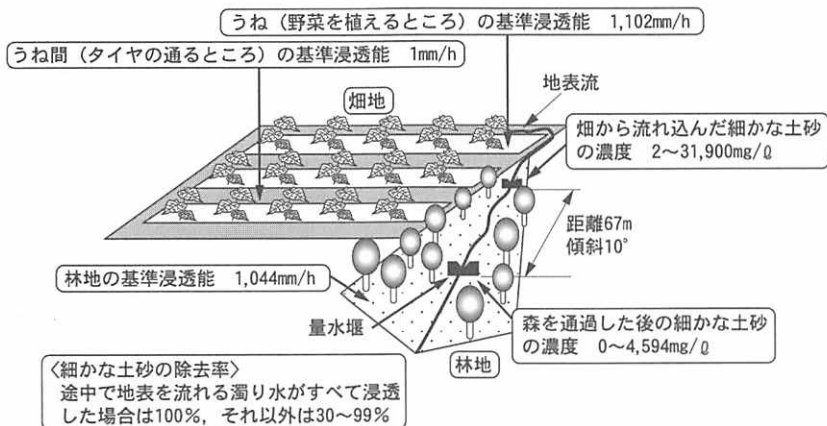
（宮緑育夫）

## 森は天然の濾過装置

皆さんの自宅の台所には、浄水器がついているでしょうか？ 浄水器は、水道水をセラミックや活性炭などのフィルターに通すことで、殺菌用の塩素などを取り除くことができます。浄水器のうち機能の高いものは、牛乳すら透明な液体に変えてしまいます。このような浄水器は人工的なものですが、実は森林にもこのような濾過機能が備わっているのです。第二次世界大戦後、トラクタなどの機械が農作業にごく普通に用いられるようになり、広大な面積の畑で作物をつくることができるようになりました。しかし、それに伴って雨や雪解けの季節には昔に比べて川がすこく濁るようになったと感じる人が多くなりました。川の濁りは、やがて海にまで到達し、海産物に被害をもたらすこともあります。

畑でトラクタなどが走り回ると機械の重さによって地面が固くなり、水が土の中にしみ込みにくくなります。トラクタが走った跡の水のしみ込みやすさ（基準浸透能）を測ってみると一時間の雨しか浸透しないことがわかりました。雨はトラクタのタイヤの跡に沿ってたまり、やがて地表を流れるようになります。水は畑の細かな土を取り込んで茶色く濁り、この水が直接川に流れ込むと川の水もまた茶色く濁ります。

ところが、この濁った水がいったん森の中に流れ込むと、濁りが取れてきれいになることがあります。そこで、畑から流れ出た濁り水とそれが森の中を通過した後の水に含まれる細かな土砂の量をそれぞれ測定し



て、森を通過したときに細かな土砂がどれくらい除去されたかを調べました。すると、畑由来の濁り水は森の中を流れる途中ですべて土にしみ込んだため、含まれていた細かな土砂は完全に除去されていました。森の土は一時間に一〇〇〇以上の雨に相当する水を吸収できるので、畑から流れ込む程度の水はほとんど地中にしみ込むことができます。このように森の土には、その浸透性の高さから農地開発などによる川の濁りを防ぐ効果を期待することができます。ところが、森の土が目詰まりを起こすと濁り水が土の中になかなかしみ込めず、地面を流れ続けることがあります。このような場合、細かな土砂は、流れ込んだ濁り水に含まれていた量の三割程度しか除去されませんでした。いかに森林といえども、濁り水に含まれる細かな土砂をいつでも濾過できるとはかぎりません。川の濁りを防ぐには、畑から濁り水が流れ出ることを防ぎ、同時に畑と川の間には森をつくり、それを維持・管理することが重要です。

（佐藤弘和）

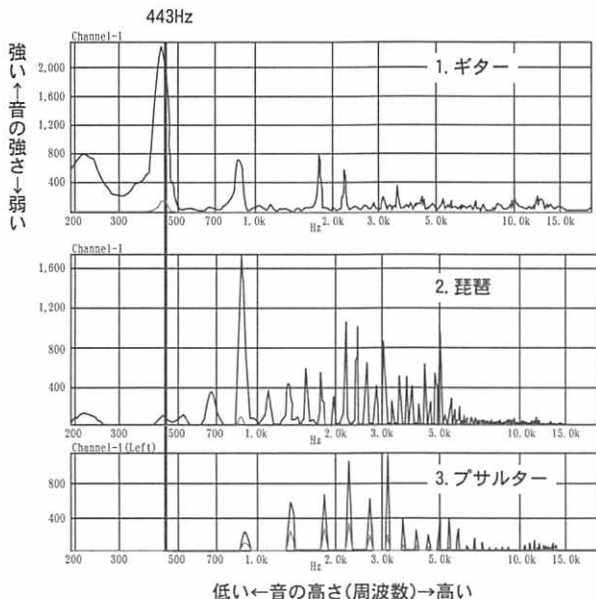
## 森の魂を語る楽器「琵琶」

琵琶は『平家物語』の伴奏楽器として日本人に親しまれてきました。この琵琶という楽器は、胴体が桑（前面は桐のものもある）、弦が絹糸でできています。絹は、桑を食べる蚕蛾かいこの繭から生産されるので、琵琶は楽器全体が森の生産物でできていることになるのです。

琵琶は、古来魂を持つ霊験あらたかな楽器と考えられてきました。九州地方では、五世紀ごろからお経の伴奏に使われ、大蛇を退散させたと伝えられています。また、今昔物語には琵琶が宮中から自分の足で逃げ出したという話もあります。なぜ昔の人々は「琵琶」が魂を持っていると感じていたのでしょうか？ そのヒントは、琵琶の音色にあります。

音色を数値を使って表すには、横軸に音の高さ（周波数）、縦軸に音の強さを示した図（スペクトル図）を用います。例えば、ギターの音色は、音程として聞こえる基音（ここでは43Hz）が最も強く、基音よりも弱いいくつかの倍音（オクターブ上の音）から構成されています（図1）。ところが、琵琶の音は倍音に比べて基音が弱く、しかも、倍音だけでなくさまざまな周波数の音が何種類も組み合わせられて一つの音色を出しています（図2）。この「複雑な音の高さの混合」が、琵琶独特のさまざまな表現（効果音）を可能にしているのです。波間に浮かぶ「船」の揺れ、馬の駆ける音、地震によって石垣が崩れ落ちる音までも表





楽器の音響スペクトル [ラ (443Hz) を弾いたとき]

\*協力：熊手旭宸（筑前琵琶筑前会会） 増田真理子（百合ヶ丘手製楽器アンサンブル）

現します。これに対して、ギターのような西洋楽器は、余分な音が少ないという特徴を生かし、楽器を何台も組み合わせたオーケストラという形で自然を表現します。ただし、チロル地方の古楽器「プサルター」は、琵琶に少し似た音のスペクトルを持っています（図3）。アルプスのふもとに住むチロルの人々も、日本人と同様に自然の音を一つの楽器で表現しようとしたのでしょうか？ 昔の人々は単独の楽器が自然の音を表現できることに「魂の響き」を感じたのかもしれませんが。明治時代までは琵琶歌が当時のヒットチャートの上位にランクされており、琵琶は巷でもよく演奏される一般的な楽器でした。近年、琵琶の音色が聞けないのは、日本の広葉樹林が荒れ果てたため、楽器をつくれる太い桑の木がほとんど無くなってしまったのも原因の一つです。森林の荒廃によって「魂の響き」までも消えつつあるのは寂しいことです。

（森泉美穂子）



V

くらしと森林

## 北海道森林開拓物語

平成一二年（二〇〇〇年）の統計資料によると、北海道は総土地面積七八万畝、そのうち森林は七一%の五五七万畝を占めています。この森林面積の五七%は、国が所有する国有林となっています。

明治維新後に本格的な北海道開拓が始まるまで、北海道はほとんどが鬱蒼たる森林に覆われていました。この森林が商業目的で伐採され始めたのは一七世紀からで、気候が冷涼なため稲作ができず、また砂金生産量が大きく減少していた松前藩の財政を支える重要な柱になっていました。この時代、松前藩はさまざまに失政に起因する財政難を解決するため、近江を中心とする有力な木材商人に森林伐採を請け負わせて運上金を徴収していました。木材は水運を利用して運ばれたため、森林伐採は水運の便のよい場所から行われ、さらに頻繁に発生した山火事や盗伐などによって、比較的早くから開拓が進んだ道南の松山地方では、ヒバの大森林が見る影もなく荒廃したといわれています。それでも北海道の大半の森林は、手つかずの原始林のまま明治維新を迎えることになりました。

明治維新後、明治二年（一八六九年）に北海道のすべての森林は官林（国有林）とされ、その面積は明治九年（一八六六年）の資料では千島の五二万町歩（一町歩は一畝）を含む約六七四万町歩でした。北海道開拓は明治七年（一八七四年）の「屯田兵制度」制定によって本格的に始まり、この北海道開拓の歴

史は、とりもなおさず官林の民間への開放の歴史であり、一方、北海道の先住民族であるアイヌの人々の立場から見れば、古来さまざまな生活の糧を得ていた森林が官林として囲い込まれ、それが入植者や資本家の手に渡っていった歴史でもあります。この北海道開拓が特に進んだのは明治二〇年（一八八七年）以降であり、入植者が増加するにつれて彼らに提供していた農地などが不足するようになりました。さらに、開拓をいっそう推進するため、明治三〇年（一八九七年）には森林を開墾地として入植者に無償で提供する法律（北海道国有未開地処分法）がつくられました。この法律による無償提供地のほとんどは森林と牧野であり、その面積は一四二万町歩に達しました。開拓のために入植者や資本家に提供された森林は、交通の便が次第によくなり、また産業発展に呼応して木材の使用量が増えてくると、経済的価値を持つようになりました。そのため、森林を木材生産を目的に入手し、伐採後は放置するという開拓という名に値しない行為が見られたことから、無償提供を定めた法律はその後改正されました。

北海道開拓は、昭和初期の戦争や経済不況、満州開拓などの影響で一時期休止状態になりましたが、第二次大戦後の食糧増産や、戦災によって土地や仕事を失った人々の救済を目的に緊急開拓事業として再び注目されるようになりました。このときも開拓の主な対象地は森林でした。

明治維新から現在までのおよそ一二〇年の間に、北海道から鬱蒼たる原始林はほとんど消えてしまいました。北海道開拓は、まさに森林の伐採によるフロンティア創造であったといえるでしょう。（駒木貴彰）

## 水道水源林が教えてくれること

多摩川の源流域に東京都水道水源林があります。これは東京都水道局が所有している森林です。なぜ、水道局が森林管理を行うようになったのでしょうか？ その理由は水道水源の保護にあります。この森林は東京都の水源の一つである多摩川の源流域（東京都奥多摩町、山梨県北都留郡丹波山村、同小菅町、同塩山市）に位置し、面積二万一六二七畝に及びます。

水道局によるこの森林管理のルーツは今から約一〇〇年前にさかのぼります。このことは、森林が木材生産の場としてだけでなく、水を生みはぐくむ場としても非常に重要である、ということを現代に生きる我々に教えてくれます。一見、無機質で森林とのかかわりが最も薄いように見える近代都市でさえ、森林がなくては立ちゆかないことを示す最もよい事例であるといえましょう。

東京都水源林が生まれるまでの経緯は、下流・東京と上流・山村との激しい利害のぶつかり合いの歴史でした。多摩川の水を飲用していた東京市民がその水質保全や水量確保に腐心していたのに対して、上流の人々は河川や流域の土地を生業のための重要な資源とみていたからです。下流が水源保護活動を行おうとすれば、それは上流域における経済活動との対立を生じることになりました。例えば、多摩川上流域では青梅丸太（短伐期の足場丸太）の生産や森林開墾による養蚕が盛んになりました。しかし東京市は、このような

生産活動が森林の水源かん養機能を低下させ、水利用上の障害になっていると考えました。東京市はとうとう水源地域の森林を自らの所有に置くことにしました。時の市長・尾崎行雄は、森林管理のブレイン・本多静六林学博士とともに多摩川源流視察におもむいています。近代国家の首都・東京にとって、水源の森林管理はそれほど重要な問題だったのです。

明治末期、東京の水源林の管理はまず五〇〇〇町歩ともいわれた無立木地に針葉樹を造林することから始まりました。その管理方針は時代とともに移り変わってききましたが、一九七三年に大きな転換期を迎えまし



東京都水源林における複層林施業の一例  
(撮影：堀越弘司)

た。この年、水源林は天然林伐採と拡大造林を中止しました。それ以来、人工林における複層林施業・針広混交林への誘導など森林の水源かん養機能を高度に発揮させる管理方法が模索されています。このような試みは、今日の「公益的機能を重視した森林管理」や「持続可能な森林経営」とも通ずるものがあります。優れた先見性を持つものとして評価できるでしょう。

(泉 桂子)

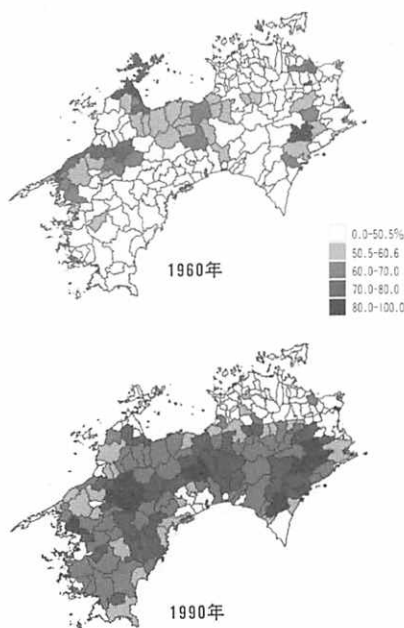
## 人工林、人のつくりし山

ここは四国の山の中、国道をそれて脇道に車を進めていくと、次第に道は細く急になり人家も全く見当たらなくなつたところ、ふと気づくことがあります。周りはすべて山、つまり森林なのですが、よく見るとそのほとんどは一斉に生えそろつた針葉樹のスギやヒノキです。これは自然に生えた木ではなく、人が一本一本植えた人工林、人のつくりし山なのです。皆さんはこの人工林が日本にどれくらいあると思いますか？なんと森林全体の約四〇%、一〇〇〇万畝以上が人工林なのです。世界の多くの国々が森林の乱開発によつて森林率を減少させているなか、我が国の森林率は六七%と先進諸国のなかではきわめて高い数字を保っています。これは、伐採された跡地に確実に植林してきた私たちの先輩の大きな成果といえるでしょう。

我が国の人工林造成が最も盛んだつたのは第二次世界大戦後です。日清、日露に引き続く二度の大戦中は物資不足のために乱伐が行われ、森林資源状態が極端に悪化しました。戦後の復興期や高度経済成長長期にも大量の木材が必要となつたため、これ以上の森林資源の劣化を防ぐためにも外国からの木材輸入が開始されました。この時期に将来の木材需要にこたえるため植林が盛んに行われ、政府からの手厚い資金援助が行われると同時に、森林組合に労務班が組織され、人工造林の実行部隊として活躍しました。

造林が特に盛んだつたのが九州・四国地方です。両地方では人工林率が特に高く六〇〜七〇%となつてい





四国地方の人工林率の変化

ます。図は四国地方の人工林率の変化を見たものですが、香川県を除く三県、特に中央の山間部において、人工林化が急激に進んだことがわかります。今でこそ、山奥でも車で楽に行くことができますが、戦後間もないころは林道も少なく、簡単に山奥まで行くことはできませんでした。そんなころ、私たちの先輩は、重い苗を背負って延々と山道を登り、急斜面に一本一本植林していったのです。

こうして植林された人工林は現在三〇年生から四〇年生に育ち、収穫期を迎えています。しかし、山村の過疎化・高齢化などによって林業の生産活動が低迷するとともに、木材市場は外材に圧倒され、現在我が国の木材自給率は二割を下回るといいう状況にあります。

我々が森林保全に果たすべき国際的な役割を考えると、砂漠化の防止や熱帯林の保護はもちろんのこと、持続的に生産できる我が国人工林のような森林を維持・管理し、それを有効に活用することにも目を向けるべきだと考えます。

(都築伸行)

## 「殿様の山、村人の山」

最近の世論調査によれば、森林に期待する役割として、木材などの生産的機能よりも水源かん養や災害防止といった生活環境を守る機能が望まれています。いわば直接的な産物よりも間接的な効用が認知され、重視されています。けれども、この順位は決して固定したものではありません。歴史をさかのぼれば、時の権力者も住民たちも、自らのニーズと生存のため森林のさまざまな恵みを利用し、限られた資源を利用する努力と対立を生み出してきました。日本で森林の利用度が全国的に強まっていった中世から近世を振り返ってみましょう。

戦国時代が終わりを迎え、豊臣秀吉や引き続き権力を握った徳川家康は豪華な城郭や社寺を建築しました。ずっと以前からの大内裏や社寺建築によって大径木は近畿などですでに減っており、必要な木材は全国から集められました。また各地の大名も城郭や社寺、城下町を建設しました。こうした建造物はしばしば火事に見舞われ、復興にはまた膨大な木材が必要となりました。

幕府や各地の大名は、優良な建築用木材の確保のため、領地を調査して御林山を設けました。藩によって、伐採した木材を都市で販売し、財政の重要な柱としたのです。資源温存のため、山を順番に伐る仕組みを取り入れたところもありました。

殿様の山とされた森林では、領民の立入りや下草採取が厳しく禁じられることがありました。また経済的価値の高い木を留木とめぎに指定し、殿様の山でなくても伐採を禁じるケースも各地に見られました。そのほかに、水源保護や土砂流出を防ぐ目的で伐採を制限した山もありました。

一方、当時の人口の大多数を占めていた農民にとって、森林の産出物は農業生産のためには不可欠でした。肥料の大半を森林から得ていたからです。水田には低木の若芽や草を刈り取った刈敷かりしきがすきこまれ、農耕牛馬を持つ者は厩肥生産のため青草を刈り取りました。これらを得るための林野は耕地の数倍にもものぼる面積が必要だったと考えられます。また、燃料のそだや薪、農業資材、屋根をふく萱かやなど、生活に必要な物の多くを林野に依存していました。

村の近隣には村人が共同で管理・利用する入会山いりあひやまがあり、こうした多様な需要を満たしていました。人口が増加し耕地が拡大すると次第に不足するようになります。そこで、入山日や使用道具の制限など、限られた資源を利用するルールが村内でできてきます。また、他村の山へ利用料を納めて入会ったり、村々の間で山の境界をめぐる争いになることも珍しくありませんでした。

このように生産活動全般が森林に依存していた時代に比べると、現在は大きく様変わりして人と森林とのかわりが希薄にさえ見えます。けれども森林の恵み自体は変わっておらず、今後求められるのは、森林の機能を適切に利用する人の仕組みを新しくつくり上げていくことではないかと思えます。

(田村和也)

## 山伏修行体験

毎年二月の声を聞くと、山形県の庄内地方では出羽三山神社の山伏たちの吹く法螺貝ほらがいの音が街中に響いてきます。「松の勧進かんじん」と呼ばれるものです。大晦日から元日にかけて羽黒山で執り行われる「松例祭」の費用を集めるために、庄内地方の家々などを回って寄進を募るのです。山伏たちの吹く法螺貝の音の響きは年の暮れの風物詩となっています。

出羽三山は山形県の中央部に位置し、月山、羽黒山、湯殿山からなります。月山はそのなかでも一番高く、標高一九八〇mが、牛の背を思わせるような、なだらかな形をしています。羽黒山は月山の北麓ほくろくにあり、山岳信仰の中心地となっています。湯殿山は月山の西南に位置し、湯が湧き出る大きな岩が御神体とされ、また即身仏まぶつが祀まつられていることでもよく知られています。祖霊信仰としての性格が強い出羽三山は、それぞれに独自の神仏混淆こんごうの世界を伝えています。

山岳信仰の中心地である羽黒山では、実際に山伏修行を体験することができます。出羽三山神社による「秋の峰入り修行」、そして女性だけが参加できる「神子修行」です。「神子修行」は一九九三年の出羽三山開山一四〇〇年祭を記念し、女人禁制だった山伏修行が女性にも解放されて始まったものです。四泊五日の日程で水垢離みずごじりや南蛮いぶしなどの厳しい修行に取り組みます。「秋の峰入り修行」は、羽黒山修験本宗でも



羽黒山の杉並木と石段

行われています。また、いでは文化記念館による「山伏修行体験塾」もあります。ここでは日帰りコース、一泊二日コース、二泊三日コースがあり、どれでも好きなコースを選ぶことができますようになっていきます。

行者は白装束という死者の姿となり、山麓の随神門から山頂まで続く表参道の石段を登っていきます。石段は二四四六段にも及び、その両側には大きな杉がそびえ立っています。樹齢三〇〇年から五〇〇年と伝えられる杉並木は、いかにも信仰の山らしくあたりに靈気を漂わせています。「山伏修行体験」は、それぞれに日程や修行の内容に違いはあっても、共通しているのは、死と再生の儀礼、生まれ変わりの行であることです。自然に恵まれた出羽三山を行場として、行者は自然と一体となつてそのエネルギーを体内に取り入れ、新たな生命を生み出して修行は終わります。

(神田リエ)

## 森や野が施肥する切替畑

森林や野原では、落ち葉や枯れ草が積もって、ふかふかした肥料分豊かな土壌がつくられます。そこで森林や野原を伐り開いて火を放ち、草木の灰も即効性の肥料にして畑をつくると、豊かな実りが得られます。積極的な施肥は行わず雑穀や豆類、サトイモなどを数年作付した後、肥料分がなくなると休耕し、再び林野に戻します。こうした畑と林野とを切替える循環的な利用を切替畑といい、その大部分は焼畑でした。

今日私たちが一般的に見ることのできる普通畑（常畑）は、大量の施肥をし、作付の順序を十分考える必要があります。畑の土壌は常に空気と接するため肥料分の分解が速く、また連作障害を起こすからです。商品作物が導入されるとこうした普通畑が普及しますが、それ以前の自給的畑作では切替畑が一般的でした。我が国ではもちろん、世界的にも森林植生の再生が速い温暖で多雨な地域では同様のところが多かったようです。切替畑は人々が暮らすために自然の恵みを持続的に利用する方法だったのです。

しかし、切替畑は歴史的には消えていきました。中世までの集落は水の得やすい小河川沿いに成立し、谷川の耕作とともに水の得られない台地上や山腹で切替畑を営んでいました。伐り開いた草木は焼くのが一般的でしたが、江戸時代になり多数の都市が建設されて林木が薪炭や用材として商品化されると、林木を焼き払わず、商品として出荷するようになりました。逆に、農産物が販売できるような地域では、切替畑とし



荒川支流入間川上流域の切替畑の絵図（元禄時代1688  
～1703）（埼玉県名栗村加藤家文書）

て利用してきた林野のうち条件のよいところを普通畑として恒常的に利用するようになりました。

関東地方を例にすれば、前者は多摩川や荒川支流域の武州山の根筋と呼ばれる山方の村々でした。江戸時代も初期までは山々で広く焼畑がつけられていましたが、中期からは薪炭林やスギ・ヒノキの造林地に転換

していきました。後者は武蔵野台地の新田村落でした。縄文

時代後期から江戸時代初期までは、小河川沿いの集落に住む農民が台地上に繰り返し火を放ち、武蔵野にはススキの野原と焼畑とが循環的に存在していたと推定されます。江戸の成長とともに台地上に新田村落が開発されて、焼畑とススキの

野原には普通畑が開かれ、商品作物の作付が広がりました。その周辺には普通畑を守る防風林として、また肥料や屋根材、

薪炭を供給する場として、新たに雑木林が造成されていきました。国木田独歩の描いた『武蔵野』の景観の形成です。

なお、我が国でも自給的農業への依存度が高い山間地域では、近代を通り越して第二次世界大戦後まで、切替畑の残った地域もありました。

（加藤衛弘）

## “木地師” 小椋さんのお墨付き

日本には二九万通り余りの名字があるといえます。字体が違うもの、異体字、読みが違うものをまとめると九万から十万通りの名字になるそうです。名字の元である姓は五世紀末以降につくられ、現代の名字は平安時代以降に広まりました。名字は地名からつくられます。地名から発祥した名字は全体の七〇%前後で、名字にちなんでつけられた地名が二〇%になります。名字と地名とが深くかかわっているのは、ある土地に関連して利権があることなどから特定の地名に強い愛着を示したからです。

私たち日本人は食事のときに椀わんを使います。昔の農家では村人が寄り合う冠婚葬祭のため小蓋こぶたつきの飯椀汁椀と膳ぜんとのセットを多数用意していました。この椀の素地をつくるのが「木地屋」です。木地は細工物の粗型、特に指物・漆器などにウルシその他の塗料で加飾しない段階のものです。木地屋はトチ、ブナ、ケヤキなどの木を伐って、工具に原始的な手引き轆轤ろくろと轆轤ろくろがんなを夫婦で操作して椀形にくり、いわゆる挽き物の椀、盆、丸膳などの日用食器用具を主に生産していました。これらの丸物木地は庶民生活になじみが深く、そのため、木地屋というともっぱらの種の職人の代名詞のようになりました。

木地屋はもともと土地に依存しない非農民で、中世の諸職人と同様の漂泊生業者でした。彼らは深い奥山の山小屋で轆轤ろくろを使い椀木地を挽き、付近に用材のある間はそこにいて近くの市町いちまちの卸店・仕入商人に製品





現代の轆轤師

を送り、その代価で生活に必要な米塩を得ていました。そして二、三〇年で用材を伐り尽くすとまた他の山に移り、一生を同じ山で果てることがなかったのです。俗に「木地屋の宿替え」といわれていました。昔は親の代替わりに、必ず近江の支配所で烏帽子着の儀式をして免許を受けた、と記されています。

他の諸職人にも例があるようですが、木地屋の社会でも中世末期から近世にかけて仲間の木地業権益の自衛を図るものが現れました。近江（滋賀県）鈴鹿山中に東小椋谷おぐらがあります。ここに清和天皇の兄、小野宮惟喬親王を奉じ高官藤原実秀が隠棲したといわれています。この地の轆轤集団を率いた大岩氏が全国の木地師を筒井八幡宮、大皇大明神の神宮の氏子とするための氏子狩りを行いました。両神宮の巡回使に人頭税

（氏子狩り）、木地師の登録料（烏帽子着）などを支払うことで、その出自が木地師の始祖惟喬親王に連なる貴族の末裔であることの由緒書（小椋の姓となる）、山七合目以上の木を自由に伐つてよいという論旨りんじなどのお墨付きを受けることができました。さらには宗門手形、往来手形、印鑑、木札などの特権を受けることができました。こうして木地師の集落では小椋さんが多いことになったのです。

（高橋文敏）

## 目印の木、わかるかな

人々はどうして木を植えるのでしょうか？ 我が国では、住宅用に人工林をつくり、薪炭林を仕立て、防風林を整備し、花見のためにサクラを植えるなど、さまざまな目的で木を植えてきました。

ところで、我が国では、土地の境界の目印としても、あちこちに木を植えてきたことにお気づきですか？ このような木を「境界木」と呼んでいます。境界木は、人工林やサクラ林ほど目立ちませんが、木と人とのかわりや歴史を学ぶには、とても面白く興味深い題材です。

まず、身近なところでは生け垣が広い意味で境界木に当たります。生け垣は、自分の家と外との境界の目印です。暖地ではシイ、カシなどの常緑樹が目立ち、寒地ではハマナスを植えたり、耐雪崩にツタをはわせるなど風土性に富んでいます。また身の丈よりも低い生け垣から数メートルもある高垣まで千差万別です。

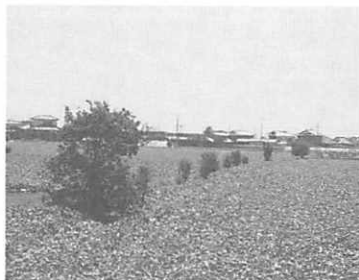
次に、家から通りに出ると街路樹があります。街路樹の本来の目的は美観や環境保全ですが、道の内外の境界を示す目印にもなります。明治初期に近代的な道路が整備されるとともに街路樹は普及しました。当初は、イチヨウやプラタナスなど一〇程度度の限られた落葉樹を植えていましたが、現在は高木で約五〇〇種近く、中低木では六〇〇種以上ものバラエティに富み、常緑樹も多くなりました。

そして、通りを曲がり、農道に入りましょう。畑の中にも境界木があります。広い畑では、激しい風雨の

後、境界がわからなくなることがあります。そのため、あらかじめウツギやチャなどの低木を畑に植えておきます。そうすれば、畑の境界が容易にわかります（写真上）。

さらに進むと、街はずれでマツなどの大木に出会うことがあります。これは村境の目印となる境界木です。木のかたわらには、道祖神や数メートルある大きな藁人形があるかもしれません。ヨーロッパと違い、集落を城壁で囲まない日本では、村境の道端に神をまつり、厄除けをしたのです。

山中にも境界木があります。山の境界の確定は難しく、昔は木や石を目印にしています。大木や花木を残したり、日陰に強い低木を植えたり、高密度に列植したり、境界上の木に目立つ傷をつけたりと、周囲の



サツマイモ畑の境界木（茨城県旭村。樹種はウツギ）



山の中の境界木（茨城県真壁町。樹種はカマツカ（ウシコロシ））

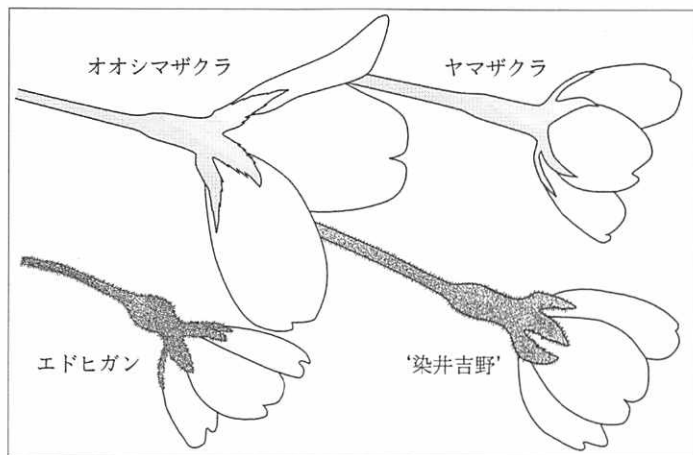
木との違いがわかるようにいろいろな工夫がなされました。写真下のように不思議な形に木を曲げることもあります。このように、人々はいろいろな境界木を植えてきました。今回紹介したのはほんの一例で、地域ごとに千差万別です。あなたも近くを散策して目印の木を探してください。（田中伸彦）

## 森の中のお花見

お花見。サクラの花を觀賞する習慣は我々の文化にすっかり定着しており、早春には連日のようにお花見の話題が新聞やTVを賑わせています。多くの場合、こうしたお花見のサクラは町中に植えられている、染井吉野、です。しかし人里離れた山の中で人知れずひっそりと咲いているサクラもあります。

早春の山を歩いているときに満開のサクラに出会うと嬉しくなります。まだ冬枯れの木が多い季節なので、満開のサクラは遠くからでもすぐに見つけることができます。公園のサクラとは違って、森の中の大きなサクラは手にとって見る事ができる高さに花をつけることは滅多にありません。しかし遠くから眺めたり、満開の木の下から見上げたりすると、公園のお花見とはまた違った楽しみが味わえます。

ところで、日本にサクラの仲間は一〇種も分布していますが、花の裏側の萼がくによって種を見分けることができます。萼筒の形や毛の有無、萼片の形や鋸齒きざしの有無などが重要な特徴です。樹高一〇メートルを超えるような大きなサクラには、東北以南に分布するエドヒガン、関東以西のヤマザクラ、東北以北のオオヤマザクラなどがあります。ヤマザクラとオオヤマザクラの萼筒は細長い筒形で無毛、萼片は長く鋸齒はありません。エドヒガンの萼筒はくびれた壺形で有毛、萼片は短く鋸齒がありますから簡単に見分けられます。花が咲いている枝を手にしなくても、満開の木の下にはよく花が落ちていたので拾って観察することができます。



代表的なサクラの花と萼

こうしてよく観察してみると、ときには思いがけないサクラを見つけることがあります。例えばオオシマザクラや「染井吉野」です。オオシマザクラの萼筒は無毛で萼片に鋸歯があります。「染井吉野」はエドヒガンとオオシマザクラの種間雑種ですから両親の中間的で、有毛のややくびれた萼筒と鋸歯がある萼片が特徴です。

オオシマザクラは、一九五〇年代まで薪炭に使うために植林されてきました。関東南部では今でも当時植えられたものがありますが、現在ではお花見の対象として植えられています。また「染井吉野」はそもそも江戸時代の終わりに江戸の染井村から広まった栽培品種ですから、明治時代以降に植えられたものです。現在では深い山の中だけけれども、植えた当時は人が暮らす賑やかなところだったのかもしれない。こうして植えた人の思いを想像することも、また一つの花の楽しみ方でしょうか。

(勝木俊雄)

## 気がつきましたか、あの絶景

森の中の散策路を歩いているところを想像してみてください。あなたは、いったいどこを見ているか、とか、楽しいなあと感じるでしょうか。きっと、最初から最後までずっと感動し続けているわけではなくて、何かのきっかけでところどころ、あ！ここは見晴らしがきくなあ、きれいなあ、とか、あるいは逆に、見苦しいなあ、などと思うのではないのでしょうか。風景を見るということは、そういう、意識する場所と、そうでない場所とが交互に現れる現象のようです。

そこで、ではどういう場所で風景が意識され、よいと感じられやすいのかを調べるために、森の中の散策路である実験をしてみました。それは、散策にやってきた人たちに使い切りのカメラを渡して「いいと思う風景の写真を撮ってください」とお願いする方法です。たくさんの人にお願いと、じつにいろいろな写真が集まりますが、よくよく見ると、意外とそのパターンが絞れることに気がつきます。

特徴的なものの一つは、手前の樹林地を透かして、向こう側の山や水辺を見る構図です。このように自分は少し囲まれた感じのところにいながら、遠くや対岸などを見通す構図は、森林の風景に限らず、よい風景として感じられやすいことが、いろいろな分野の研究から示されています。例えば、多くの風景画の中にも似たようなモチーフを見かけることができます。こういった現象は「眺望—隠れ家理論」と呼ばれ、野生の



手前の樹木を通して、その向こう側を透かし見る構図



光がさし込み、曲がりながら続く小径

中で人間が生きていくために好ましい空間の一つだったのではないかと推測されています。

それから、カーブする山道や木漏れ日のさす空間なども、よく撮影される構図です。いずれも森の中の神秘的な雰囲気醸し出すような役割を果たしていて、曲がり角の向こうには何があるのだろうか、光のさしているところまで行ってみようか、という気にさせてくれます。

ほかにも、林床に咲く草花や形に特徴のある木、山道から急に開けた眺望といった風景も人氣があります。ここで紹介したような風景は、必ずしも絶景というわけではありませんが、気持ちのよい森を演出し、森の中らしい雰囲気を感じさせてくれる場面といえるでしょう。

(奥 敬二)

## 森林浴の生理学

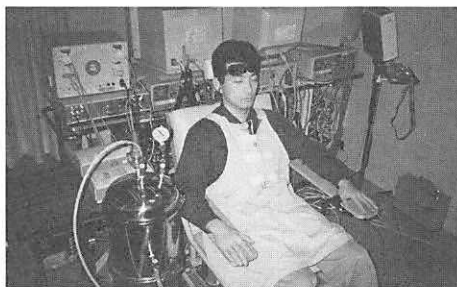
森林浴という言葉は、一九八二年に林野庁によってつくられた造語です。海水浴、日光浴にならって命名されたといわれています。森林浴の効果を考える場合、森の精気、フィトンチッドが頭に浮かぶ読者が多いと思われませんが、フィトンチッドも、phyto (植物) と cide (殺す) からなる造語なのです。一九三〇年ごろにロシアのB・P・トーチキンによって名づけられました。本来の定義は、「すべての植物が産生する揮発性ならびに非揮発性物質で、他の生物に影響を与えるもの」とされています。

しかし、森林浴の効果は、嗅覚刺激にとどまらず、視覚、聴覚ならびに触覚などの五感を介してもたらされます。我々は、一〇年前に屋久島において、森林浴実験を行いました。午前、午後と九〇分間の森林浴を行ってもらったところ、唾液中のストレスホルモン(コルチゾール)が有意に低下し、リラックス状態がなくなり出されることがわかりました。その後、各感覚を介した影響を調べるために、温度、湿度、照度などの調整が可能で防音機能を持った人工気候室内においてデータを蓄積しています(写真上)。例えば、森林浴風景(写真下)を大型ディスプレイを用いて見てもらったところ、脳の活動も血圧も有意に低下することがわかりました。つまり、生体が生理的に鎮静化し、リラックス状態になったと解釈されます。森の中の小川のせせらぎ音(清里で収録)を聞いてもらったところ、同じく、脳活動、血圧ともに有意に低下しました。



さらに、スギ材とヒバ材のチップの香りを嗅いでもらった場合にも、脳活動と血圧は同様の結果を示しました。つまり、森林浴由来の刺激を各感覚に分けて受けた場合でも、全体にリラックス状態がづくり出されるのです。

ヒトは、五〇〇万年の間、自然環境下で生活してきました。現代の急激な都市・人工環境下における生活は、ヒトの歴史の〇・〇一％にも満たないのです。我々は、自然対応用の生理機能をもって、人工環境下で



実験風景



森林浴風景 ヴァンセンヌの森 (パリ)

生活しているのです。常に、緊張状態におかれているといっても過言ではありません。森林浴によりリラックスし、ストレス状態が緩和され、それによって快適感を感じるのであろうと思われます。以上のように、森林浴由来の各感覚に分けた刺激であっても十分に効果があることも確かめられています。身近な自然を上手に使う、現代のストレス社会を乗り切りたいものです。

(宮崎良文)

## あこがれの森林インストラクター

「森の中を歩くのは楽しい」こんな人たちが増えていきます。しかし一方で「この森にはどんな生き物がいるのだろう」「この森は私たちの生活とどのようにかかわっているのだろう」といったことは、森の中を歩いているだけでは見えてきません。いうまでもなく森を守るには多くの人の理解と協力が必要です。こんなときに森と人との関係をわかりやすく解説してくれる「通訳」それが森林インストラクターです。

正確には森林インストラクターとは、「森林を利用する一般の者に対して、森林や林業に関する知識を与え、森林の案内や森林内での野外活動の指導を行う者」とされています。

この資格は、平成三年から社団法人全国森林レクリエーション協会が農林水産大臣の認定を受けて試験を実施する「準公的資格」としてスタートしました。この試験に合格し、全国森林レクリエーション協会に登録することにより、森林インストラクターの称号が付与されます。ただし、平成一三年に、政府の規制緩和政策の一環として、資格試験の実施およびその証明は社団法人森林レクリエーション協会が全面的に引き継いで行うこととなりましたが、その社会的位置づけや性格には変更はないといえるでしょう。

森林・林業について解説を行える人材としての証明を全国規模で行う森林インストラクター制度は、一般市民の森林への関心の高まりに応える指導者の養成Ⅱ新しい形の社会貢献活動へのパスポートとして人気を

博しています。平成一・二年度現在、約一〇〇〇名が資格を取得し、全国に地域組織を置きながら活発な活動が続いています。森林インストラクターの資格試験は難関として知られ、平成一・二年度の合格率は一六％ですが、逆にいえばこれこそが森林インストラクターの質の高さを証明しているともいえるでしょう。

試験は、一次試験としての筆記試験と筆記試験合格者のみが受験できる二次試験としての実技と面接から構成されます。筆記試験の科目は森林・林業、森林内の野外活動、安全および教育の四科目から構成され、六割以上の正解で合格となり、また一部科目のみ合格の場合、その後二年間は当該科目の試験は免除されます。実技および面接は、インストラクターリングの実験を試験官の前で行うと同時に、今後活動を行う人物が否かを面接によって判断するものです。このように難関の試験ですが、年二回、任意の講習会も開かれており、著名な指導者から森林・林業に関する知識やインストラクターリングのテクニクを学べる場も確保されていて、受講者の合格率は一般に高くなっています。

全国規模の資格認定のほかにも、都道府県レベルで「森の案内人」といった名称で「地域版森林インストラクター」養成の講習会や資格認定も広く行われており、地域に根ざした活動が行われています。都道府県の林業関係部課に問い合わせるとよいでしょう。

森林保全が社会的に大きな課題となっている現在、自らが森林に対する知識を身につけるだけでなく、より多くの人に森林保全の輪を広げる活動はますます重要になってくるに違いありません。（山本信次）

## どうして間伐しなくちゃならないの？

山の手入れには間伐が大切だといわれます。しかしスギやヒノキなどの人工林では、間伐材の需要や木材価格の低迷のほか、林業従事者の不足により、間伐などの手入れは遅々として進んでいません。手入れ不足になると、木が込み過ぎて幹はひよろ長くなり、雪や台風などの気象災害に弱くなります。また若い林ではツルなどの被害のために、森林そのものが破壊されてしまうこともあり得ます。でも、こうした間伐などの山の手入れは、人工林だけに必要なものなのでしょうか？ 身近な里山林ではどうなのでしょう。

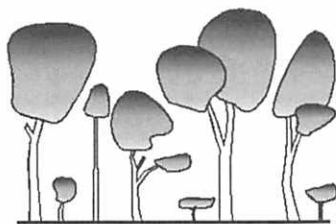
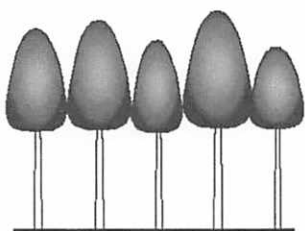
里山林といっても人々がそこにかかわるかによってその表情はさまざまです。間伐などによる里山林の手入れの仕方は、木材生産を主目的とした人工林の手入れとはおのずと異なります。もちろん、日本の気候と植生を理解しておく必要があります。日本の夏は熱帯地方と同じくらいに高温多湿であり、そのため植物の種類が豊富で、成長はたいへん旺盛です。こうした自然環境を踏まえた山の手入れが必要です。

間伐はなんのためにするのか？ 多くの人工林では苗木を一斉に植栽するので、それぞれの木についている枝葉（樹冠）の位置はほぼ同じ速度で高くなっていきます（図上）。均整のとれた木を生産するには都合がよいのですが、間伐しなければ、成長とともに樹冠同士が込み合い、ぶつかり合って、枯死木が出てくるようになります。間伐の目的には、枯死する前に伐採して木材として利用するということがあります。

間伐によって残存木の成長を促進するという効果もあります。

里山に多く見られる広葉樹二次林ではどうか。さまざまな樹種が混交し、樹齢も木の大きさもまちまちです(図下)。上層木が無い場所(林冠ギャップ)では林床に太陽光が差し込み、そのギャップを埋めるように草木が繁茂しはじめます。二次林では樹種ごとの成長特性を理解したうえで間伐する木を決めなければなりません。なによりも、どんな林にしようとしているのか、きちんと目標を定める必要があります。

コナラやブナなどの薪炭林のように木材生産を目的とするなら、萌芽更新を促す方法を採用する必要があります。一方、散策を楽しむ身近な場としてカタクリなどの豊かな山野草の植物群落を育成するなら、適度な間



人工林(上)と広葉樹二次林(下)

伐によって林床を明るくし、下刈りや落ち葉かきも必要になるでしょう。落ち葉に繁殖する菌類が植物の生育を妨げることもあるからです。植物だけではなくさまざまな生き物の生活を熟知したうえで、目的に応じた森の適切な手入れ法を選択し、適切な時期に適切な強さで実施しなければなりません。上手に手入れの施された「自然な里山」というのは、安らぎを覚え、とくに清々しく、美しくさえあるものです。(千葉幸弘)

## 皆でつくった複層林

第二次世界大戦後の林業は、木材を効率よく生産するために大面積の森を皆伐し、スギを一斉に植栽してきました。一時的に広い面積から大きな木がなくなるため、環境という面からみると少し乱暴に映ります。

そこで近年、森の一部分だけを伐採し、その跡地に植栽する複層林という方法がとられ始めました。しかし上木（残し木）と下木（新植）といった二層以上の木で構成される森づくりは、そう簡単なものではないようです。

古い林業地にはいくつか複層林があります。鳥取県若桜町の吉川もその一例です。吉川林業は、明治以前の部落共有地に、村人が天然スギから採集した苗木を自由に植栽し、所有権（地上権）が認められたことから始まりました。このため小さな筆が入り込み、一筆の土地の中に所有権の異なるスギが集団で、あるいは単木で存在します。村人は、単木または小集団のスギを伐ると、所有権を継続するために、すぐにスギを植栽します。必然的に複層林ができたわけです。

一本の伐採跡には三〇本の苗木を植えます。そして、上木の樹冠からの雨だれが当たらない場所を植栽位置とします。それは、日光の当たらない上木の樹冠の下は避けて植えるためです。苗木は一メートル以上の大きなものを使います。早く上木に追いつかせたいという切実な気持ちの表れでしょう。一筆のスギを集団で

伐採する場合に境界付近は伐らない人もいます。理由は、伐採後せっかく植栽した苗木が隣地の上木の陰になるからです。他人のスギに日光を遮られても勝手に枝払いなどができないからでしょう。日陰で育ち、弱々しい樹形のスギ（写真）も、上木が伐られる（明るくなる）と勢いよく成長を始めます。一四五年生のスギ伐採木の年輪を見ると、最初は五センチ太るのに六〇年もかかっていましたが、その後の二三センチは八五年でした。スギの日陰に耐える力のすごさと、日陰から解放された後の順応性には驚かされます。

このように吉川の複層林は、先人の強烈な所有者意識や懸命さ、スギのたくましさベースとなつて成立



下木のスギ（傘型の樹冠が特徴的）

したものです。複層林は、広い面積で画一的な方法で行うものではなく、職人の手づくり的なやり方が理想なのかもしれません。そうすると森の理をよく知り、状況に応じて木を育てる目や愛情を持つ人をたくさんつくること、行き着くところは人づくり、そのための環境づくりが一番大切だといえるのではないのでしょうか？（前田雄一）

## 露下に木を植えるな

森づくりにまつわることわざの一つです。大木の下、雨の滴がしたたり落ちてくるような場所に木を植えても無駄ですよという意味です。地方によっては「大木の下は小木立たず」ともいいます。日陰に植えられた木は、光不足のために成長が遅く、大木になる前に枯れてしまうこともあります。せつかく植えたのに「骨折損のくたびれもうけ」です。

最近、環境にやさしい林業とか持続可能な森林経営という言葉をよく聞きます。森林の取り扱いを、それぞれの国が知恵を出し合い、地球規模で考えようという運動が始まったからです。日本でも、木をすべて伐採しその跡に植栽する方法から、一定の本数を上木として残しその下に木を植栽する方法に変わりました。これを複層林または二段林といいます。始まったばかりですが、ことわざどおりの問題が起きました。上木を五〇%ほど伐採（間引き）すると明るくなりますが、三年もすると枝が伸びて再び暗くなります。下木は、そのころから成長が急に悪くなります。特に、上木の根元に近いほど「ひよろひよろ」型になります。

このように、木の下で木を育てるとするのは非常にむずかしいのですが、千葉県の山武地方には昔からアカマツの下にスギを植栽しスギを寒風から守っているところもあります。また、上木の込み具合のほかに樹木の組み合わせによっても下木の成長に違いのあることがわかります。複層林は、山を裸地化しないので大





植栽後25年の下木



植栽後18年の下木

雨などの災害を防ぎ、景観的にも大きな変化を与えない利点があります。スギで有名な秋田では、藩政時代に、広葉樹を一本伐つたら切り株のまわりにスギを数本植えさせたという記録もあります。

昔の人がこのことわざに寄せた思いを、「下木が一人前に育つような環境をつくってから植えなさいよ」と解釈したほうが身近に理解できます。

秋田スギの基を築いた佐竹藩の家老、洪江内膳正光が「国の宝はやまなり、然れども切り尽くす時は用に立たず、尽きざる以前に備えを立つべし」という、今すぐにも世界に通じる名言を残しています。

(糸屋吉彦)

## スギを切れば花粉症はなくなる？

近年、スギ花粉症の患者数は急激に増加し、その数は全国で約一三〇〇万人にものぼり、医療費や労働効率の低下による経済的損失は年間約二八六〇億円になると推定されています。まさに、現代の国民病といえるのではないのでしょうか。しかし、このスギ花粉症が発見されたのは一九六三年と、わずか四〇年ほど前のことであり、この患者数の増え方は爆発的ともいえることがわかります。

では、なぜ急激に患者数が増加したのでしょうか。その原因としては、花粉をたくさん放出する樹齢のスギが増加したこと、食生活の変化による体質の変化、体内に寄生虫がいなくなったこと、大気汚染による影響などいろいろな説が挙げられています。このうち、大気汚染については、ディーゼル排ガスやその中に含まれる微粒子（DEP）が、アレルギー症状の元になる物質（抗体）をたくさん作り出す効果（アジュバンド効果）を持っていることがわかっています。これは、都市部に花粉症患者が多く見られることに関係していると思われまます。

それでは、スギを切れば花粉症はなくなるのでしょうか？ 現実的ではありませんが、原因となる物質（抗原）がなくなるため、スギ花粉症はなくなるといえます。ただし、花粉症の原因となる植物は、一九九六年時点で報告されているだけで五六種類もあり、スギの代わりに植えられる樹種による花粉症が新たに問題に



スギの雄花。春になると花粉を飛ばす。

なる可能性があります。実際に、スギのほとんどない北海道ではシラカバ花粉症が、兵庫県の阪神地区では治山や緑化のために植えられたオオバヤシャブシによる花粉症が問題になっています。大気汚染をはじめとする我々を取り巻く状況が改善されないかぎり、スギに代わる第二、第三の花粉症が出てくる可能性があるのです。

では、スギを切っても全く効果はないのでしょうか？ それは違います。現在、花粉を飛ばす雄花をほとんどつけないスギの開発が各地域で進んでおり、すでに一部の地域ではスギを切った跡にこれらのスギが植えられ始めています。千葉県森林研究センターで開発した「花粉の少ないスギ優良品種」は、従来のスギに比べて花粉の量が一〇〇分の一以下になると期待されており、各地域でこのようなスギへの植え替えが進めば、確実にスギ花粉の量は減っていくのです。スギは、古くから日本人の生活に密接にかかわってきた木であり、日本の風土に適した非常に利用価値の高い木です。国内の森林資源の多くを占めるスギを積極的に利用していくことにより、スギ花粉を減らし、これからもスギとうまく共存していきたいものです。

(福島成樹)

## 夢ではないバットの森、こけしの林

二〇〇一年のプロ野球オールスターゲームの第三戦が札幌ドームで開催されたときのことです。試合の前日、「バットの森づくり植樹祭」が催され、セ・パ両リーグの人気選手一七名と地元の野球少年らの手でバットの原木であるアオダモという広葉樹が苫小牧の国有林に造林されました。このイベントは、木製バットの安定供給を目的に始められたアオダモの造林運動の一環として行われたものです。アオダモは、天然林から伐り出されたものが利用されていますが、いざ材材が得にくくなると心配されています。そこで、今のうちから資源を増やしておこうというわけです。

同じような背景で最近造林されるようになった広葉樹があります。こけしの原木であるミズキや彫刻材などに重用されるイヌエンジュ、薬用原木になるキハダなどです。その一方で、古くから植えられ今でも造林されている樹種や、かつては造林されたものの最近ではあまり植えられなくなった樹種もあります。

ずっと造林されてきた樹種の代表選手は、クリとケヤキでしょう。クリは、なんと縄文時代に栽培されていたらしいことが青森県の三内丸山遺跡で出土したクリのDNA分析からわかってきました。貴重な食料であるクリの実を安定して収穫するため、縄文の人々はクリを育てていたのでしょう。また、クリは建築材としても優れており、平安時代初期には造営材を得るために造林されていました。ケヤキの用途はさらに広く

(一般建築材や神社仏閣の建築材、家具材、罫材など)、これも江戸時代には造林されていたようです。この二種は、今でも広葉樹の中で主要な造林樹種としての地位を保ち続けています。

今ではあまり造林されなくなったものに、クヌギやクスノキがあります。どちらも飛鳥時代以前から神域を形成するなどの目的で植えられ、その後の時代にも主要な造林樹種でした。さらにクスノキは明治の後半に樟脳の原料として、クヌギは昭和の後半にシイタケ原木の不足を補うため、広葉樹としては大々的に造林されました。しかし、どちらもその需要がなくなるとともに植えられることも少なくなりました。



トネリコの約40年生の造林地 (岐阜県根尾村)。アオダモと同様にバットの原木となる。

要請があるものについて、造林という手法で資源を増やす努力がなされてきたのです。さて、今という時代はどんな広葉樹を求めているのでしょうか。今植えた木が立派に育つには何十年もかかります。次の時代をも見据えてみんなで考え、行動していく必要があるでしょう。そう、「バットの森」や「こけしの林」を夢見てアオダモやミズキを植え、大切に育てている人たちがいるように。

(横井秀一)

## 野鳥のさえずる人工林

春、新緑に萌える森では、メジロ、シジユウカラ、ヤマガラなどが、動き出した虫に誘われて忙しく飛び交い、ウグイスも覚えたてのさえずりで雌を誘っています。初夏、雨上がりの森では、つがいになったカウコウがたわむれ、キビタキ、クロツグミ、コルリなどがやってきて、森の鳥の音楽会が始まります。夏、セミが騒がしい森では、一年中いる常連たち、カケス、ヒヨドリ、ホオジロなどがセミに負けない大きな声を張り上げながら飛び交います。秋、葉が色づく森では、ヒレンジャク、シロハラ、シメなどがやってきて、盛んに木の実を食べています。

野鳥のさえずりは春から夏にかけての求愛行動で、天然林や里山の雑木林などに見られるごく一般的な森の光景です。このような様子は、スギやヒノキそしてカラマツなどを植えて育てた森ではなかなか見られません。そのような人工林は最上部を覆う林冠が閉じて、林床に日が届かず、暗い森となっている場合が多いからです。そして人工林では植物の数も限られ、それにつれてそこに住む動物も少なく、鳥の餌となる木の実や虫たちが少ないためです。このことは、人工林と広葉樹林が隣り合った森で観察すれば一目瞭然で、広葉樹林からは鳥の鳴き声が聞こえ、人工林は沈黙の世界となっています。人工林は、建材や家具用の木材を生産するために育てられた森で、多くは一種類のみの単純な林となっています。そして、今日の林業不況で、



広葉樹を交えたヒノキ人工林(速水林業FSC認証林)

林内の木は間引かれずに過剰な木が立ち、ますます暗くなっています。

それでも、今では少なくなりましたが、野鳥の鳴き声が聞こえてくる人工林があります。林冠を開放し、林内に光を入れるように維持管理された森です。およそ、二〇%ずつ定期的に林冠を開けてやると、自然の林や雑木林と変わらない動植物が育つからです。木材として収穫する時期を今までの五〇年未満から八〇年以上と長くし、人工林内に適度に広葉樹を生やしてやると野鳥が住みつき春から夏にかけてさえずりが聞こえてきます。林冠を二〇%開けても、木材の最終的な収穫量は変わりません。木材生産と多様な生物が住む人工林の育て方として今注目されています。環境に配慮した林業は、よく管理された森として国際的な森林管理機構(FSC)により認証され、生産された木材や木材製品にロゴマークがつけます。消費者が、そのような製品を選択することで、世界の森林環境の改善に貢献できるという仕組みになっています。

野鳥のさえずる人工林はそのような意味からも、今後大切に育てていかなければなりません。

(富村周平)

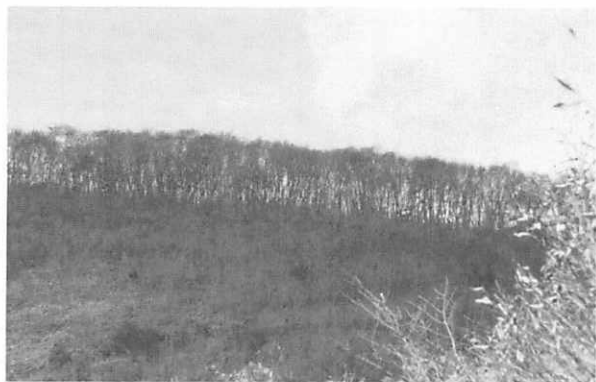
## 現代の「けもの道」

二〇世紀は野生生物の「絶滅の時代」でした。たくさん野生生物が「生息地の消失」「環境の変化や病気の流行」「狩猟などによる過剰な利用」「外来種の侵入」などによって地球上から姿を消しました。四つ  
の主な原因は「悪魔の四重奏」と呼ばれますが、なかでも「生息地の消失」はその筆頭で、全体の原因の四割以上を占めます。野生生物の絶滅を防ぐには生息地を守ることがなによりも大切なのです。

生息地はいつべんになくなるわけではありません。むしろ、部分部分が道路や開発によって、ちようど虫食いを受ける葉っぱのように、少しずつむしばまれ、小さな生息地へと分割されてしまうというパターンをとります。これを「分断化」といいます。分断化されると、生息地全体の面積が減ってしまうことも問題ですが、より深刻な問題があります。分割された小さな生息地の周りはまったく異なる環境に変化するためにバリアーとなり、生物たちは相互に移動できなくなってしまうます。海に浮かぶ島のように生息地は孤立してしまうのです。ヨーロッパの森林に住むキツツキの一種は、 $95\%$ 以上離されると移動できなくなるといったことが知られています。こうした状態が続くと、集団は小さな断片に分かれ、生物学的にはとてももろい集団となり絶滅に至りやすくなります。

では、どのような手だてがあるのでしょうか。すばらしいアイデアは「分断化された生息地を生物が再び





小さな「緑の回廊」。樹林帯を残しての伐採

移動できるように連結する」です。家に例えれば母屋と離れを廊下でつなぐ。これが「コリドー」、まさに「回廊」の発想なのです。現在、ヨーロッパやオーストラリアなどでは、孤立した森林相互を細長い森林で

つないだり、バリアーとなつてゐる道路の上や下に動物専用の橋やトンネルをつくり、野生生物の回復を図つてゐます。また、アメリカでは希少種のビューマなどを対象にコリドーづくりが盛んに行われてゐます。

我が国でも林野庁を中心に今「緑の回廊」が全国的につくられつつあります。これは野生生物の生息地である国有林の保護林を相互につなぐように森林を整備していこうとするものです。東北地方ではこの一環として、奥羽山脈沿いに北は八甲田から南は蔵王に至る約四〇〇<sup>km</sup>を幅約二<sup>km</sup>で結ぶ「緑の回廊」が設定されました。カモシカやツキノワグマ、クマゲラなどの通り道として利用されることが期待されています。

野生生物や生物多様性を守っていくためには、生息地のネットワークをつくる必要があります。

(三浦慎悟)

## 一プラス一は一〇？

自然の中には、私たちにすっきりなじみの存在であるにもかかわらず、実は過去の人間の働きによって他の地域から移入された植物も多いのです。そのような植物は帰化植物と呼ばれています。

新たに生態系へ侵入した帰化植物は、しばしばその場所の生物や環境にさまざまな悪影響を与えます。例えば、強い競争力によって在来の植物を駆逐して置き換わったり、栄養循環を変化させて環境条件を変質させたり、また近縁の在来種と交雑してその在来種の遺伝的な純粋性を失わせたりします。さらに、帰化植物はそれ独自で直接的に生態系へ影響を及ぼすだけではなく、ときには相互作用を通じて別の帰化種の侵入を助けることもあります。ですから、現在はそれほど悪影響を及ぼしていないように見える種でも、将来別の移入種との相乗効果により、在来の生態系を破壊してしまう恐れもあります。

美しいのどかな小笠原諸島も、帰化植物の繁茂で深刻な問題を抱えている地域の一つです。小笠原に人々が定住するようになって以来、農業、林業などさまざまな目的で多くの植物が導入されました。アカギもそのなかの一つで、そもそも薪炭材として植林されましたが、その後天然林へ侵入し、旺盛な繁殖力で在来の樹木を圧倒しつつあります。侵入成功にはアカギ独自の強さに加えて、帰化動物であるクマネズミが間接的に貢献していることがわかりました。アカギと競合する在来樹木のシマホルトノキの種子がクマネズミの大



樹上で発芽したガジュマル

好物であるのに対して、より小さな種子を持つアカギは被害を受ける割合が少ないのです。また、別の帰化樹木であるガジュマルの場合、花粉を運んでくれる特定の送粉昆虫が存在しないと結実できないというイチシク属特有の繁殖様式のために、これまでは植栽した場所以外に分布を広げられませんでした。ところが、近年になって送粉昆虫であるガジュマルコバチを移入したことによって、受粉、結実ができるようになり、

あちらこちらで実生が見られるようになりました。ガジュマルは、成長が速いことに加えて、鳥により散布された種子が他の樹上で発芽して気根を伸ばし、やがて元の木の生育空間を乗っ取るという生活様式も持っています（写真）。そのため、地面で芽生えるよりも早く在来樹木に置き換わる可能性があります。

現在の小笠原では、かつてうっそうとした森林に数多く見られた在来樹木の太木に代わって、堂々と成長した帰化樹木の姿が、鳥の景観の一部になりつつあります。長い長い年月をかけて進化し形成されてきた小笠原固有の生態系が永遠に失われてしまわないように、帰化種の駆除や撲滅を目指す積極的な取り組みが、今求められているのです。

（山下直子）

## さらに勉強したい方のために——参考図書

A 森を学ぶための全般的な解説書など

- 大政正隆 (1983) 森に学ぶ (UP選書229) 東京大学出版会
- 信州大学林学科編 (1987) 世界の森林を歩く 都市文化社
- 菅原 聡 (1989) 人間にとって森林とは何か (講談社ブルーバックス) 講談社
- 山中二男 (1990) 日本の森林植生 (増補版) 築地書館
- 只木良也 (1992) 森林はなぜ必要か (環境と人間2) 小峰書店
- 稲本 正 (1994) 森の博物館 小学館
- 森林クラブ編 (1994) わたしたちの森林づくり 信山社出版
- 林野庁監修 (1996) 森と木の質問箱—小学生のための森林教室 日本林業技術協会
- 太田猛彦他 (1997) 森林の百科事典 丸善
- 沼田 真編 (1998) 自然保護ハンドブック 朝倉書店
- 菊沢喜八郎 (1999) 森林の生態 共立出版
- 中川重年・しまだしほ・鶴岡政明・長野亮之介 (1999) イラストガイド まちの森生活—ソフト林業入門 全
- 国林業改良普及協会
- 菊沢喜八郎・甲山隆司編 (2000) 森の自然史—複雑系の生態学 北海道大学図書刊行会

日本林業技術協会編 森林の一〇〇不思議 ほか、カバーそで参照

B 森を教えるための一般的な解説書など

江藤慎四郎編著 (1987) 野外教育の理論と実際 杏林書院

全国林業改良普及協会編 (1992) 森林インストラクター入門 全国林業改良普及協会

内山 節 (1996) 子どもたちの時間 山村から教育をみる 岩波書店

稲本 正 (1997) 森の自然学校(岩波新書新赤版535) 岩波書店

全国林業改良普及協会編 (1998) インストラクターのための森林・林業教育実践ガイド 全国林業改良普及協会

協会

日本レクリエーション協会編 (2000) 自然体験活動指導者のための安全対策読本―安全で豊かな自然体験を

提供するために 日本レクリエーション協会

日本環境教育フォーラム編著 (2000) 日本型環境教育の提案 小学館

C 森を学ぶための主な小説・エッセイなど

国木田独歩 (1949) 武蔵野(新潮文庫) 新潮社

深田久弥 (1978) 日本百名山(新潮文庫) 新潮社

幸田 文 (1995) 木(新潮文庫) 新潮社

H.D. Thoreau 著・飯田 実訳 (1995) 森の生活(上・下)(岩波文庫) 岩波書店  
Aldo Leopold 著・新島義昭訳 (1997) 野生のうたが聞こえる(講談社学芸文庫) 講談社  
Rachel I. Carson 著・上遠恵子訳 (1996) センスオブワンダー 新潮社

D 図鑑・ガイドなど

北村四郎・村田 源 (1979) 原色日本植物図鑑 木本編Ⅰ・Ⅱ 保育社

芹沢俊介 (1995) エコロジーガイド 人里の自然 保育社

石橋睦美 (1995) 日本の森あんない 東日本編・西日本編 淡交社

田端英雄編 (1997) エコロジーガイド 里山の自然 保育社

根の事典編集委員会編 (1998) 根の事典 朝倉書店

北海道森林管理局編 (2000) 森にふれ森に学ぶ―森林ガイドブック 日本林業技術協会

おくやまひさし (2001) 里山図鑑 ポプラ社

茂木 進・石井英美・高橋秀男・勝山輝男 (2001) 樹に咲く花(山溪ハンディ図鑑3) 山と溪谷社

全国雑木林会議編 (2001) 現代雑木林事典 百水社

勝木俊雄 (2001) 日本の桜 学習研究社

I章 森林の姿

渡辺弘之 (1979) 登山者のための生態学 山と溪谷社

渡辺 宏 (1993) 最新森林航測テキストブック 日本林業技術協会

沼田 真編 (1995) 現代生態学とその周辺 東海大学出版会

原 正利編 (1996) ブナ林の自然誌 平凡社

恩田裕一ら編 (1996) 水文地形学—山地の水循環と地形変化の相互作用 古今書院

只木良也 (1997) ことわざの生態学(丸善ブックス) 丸善

森林総合研究所北海道支所編 (1998) 北海道の森を知る 北海道新聞社

太田猛彦・高橋剛一郎編 (1999) 溪流生態砂防学 東京大学出版会

豪雪地帯林業技術開発協議会編 (2000) 雪国の森林づくり—スギ造林の現状と広葉樹の活用 日本林業調査

会

工藤 岳 (2000) 高山植物の自然史—お花畑の生態学 北海道大学図書刊行会

松浦陽次郎 (2000) タイガはいま サイエンス9月号

II章 発芽から結実まで

沼田 真編 (1981) 種子の科学 研成社

吉良竜夫 (1983) 熱帯林の生態 人文書院

菊沢喜八郎 (1983) 北海道の広葉樹林 北海道造林振興会

原田 浩ら (1985) 木材の構造(木材の科学I) 文永堂

柴岡弘郎編 (1990) 成長と分化(現代植物生理学3) 朝倉書店

宮地重遠編 (1993) 光合成(現代植物生理学1) 朝倉書店

井上民二・加藤 真編 (1993) 花に引き寄せられる動物―花と送粉者の共進化(シリーズ地球共生系4)

平凡社

中西弘樹 (1994) 種子はひろがる―種子散布の生態学 平凡社

菊沢喜八郎著 (1995) 植物の繁殖生態学 蒼樹書房

小川みふゆ・福岡 司 (1996) 奥日光のオオシラビソ林におけるシウリザクラの根萌芽および実生の動態

日本林学会誌78

酒井暁子 (1997) 高木性樹木における萌芽の生態学的意味―生活史戦略としての萌芽特性 種生物学研究

21

勝田 柁・森 徳典・横山敏孝 (1998) 日本の樹木種子(広葉樹編) 林木育種協会

Walter Larche 著・佐伯敏郎訳 (1999) 植物生態生理学 シュプリンガー・ヘアラーク東京

小川みふゆ・相場芳憲・渡辺直明 (1999) 根萌芽を発生するシウリザクラの根の形態学的・解剖学的特徴 日

本林学会誌81

大原 雅編 (1999) 花の自然史―美しさの進化学 北海道大学図書刊行会

藤森隆郎監修・ゴルフアーの緑化促進協力会編 (2000) 陸上生態系による温暖化防止戦略 博友社

岩槻邦男・加藤雅啓編 (2000) 植物の世界(多様性の植物学1-3) 東京大学出版会



III章 森林を詳しく知るために

木村陽二郎 (1981) シーボルトと日本の植物 恒和出版

斉藤昌宏 (1996) 佐渡の御林―近世文書に見る管理と利用 森林科学18

森林立地調査法編集委員会編 (1997) 森林立地調査法―森の環境を測る 博友社

文字信貴・平野高司・高見晋一・堀江 武・桜谷哲夫編 (1997) 農学・生態学のための気象環境学 丸善

八田洋章 (1998) 木の見かた・楽しみかた―ツリーウォッチング入門(朝日選書599) 朝日新聞社

鈴木和夫 (1999) 樹木医学 朝倉書店

『E』ペイリー著・八坂書房編集部訳 (2000) 植物の名前のつけかた 八坂書房

種生物学会編 (2001) 森の分子生態学 文一総合出版

IV章 水・土・大気と森林

東 三郎 (1979) 地表変動論―植生判別による環境把握 北海道大学図書刊行会

熊田恭一 (1981) 土壌有機物の化学(第2版) 学会出版センター

水のはなし編集委員会編 (1982) 水のはなしⅠ～Ⅲ 技報堂

木下誠一編 (1988) 雪と氷のはなし 技報堂出版

細野喜彦・大西 廣・佐竹昭広編 (1989) 瓜と龍蛇 福音館書店

前野紀之・福田正己・菊池勝弘編 (1989) 降雪現象と積雪現象(基礎雪水学講座2) 古今書院

小橋澄治・佐々恭二 (1990) 地すべり・斜面崩壊を防ぐために 山海堂

樞根 勇 (1992) 地下水の世界 日本放送出版協会

中嶋 悟 (1994) 地球色変化―鉄とウランの地球化学 近未来社

飯山敏道・河村雄行・中嶋 悟 (1994) 実験地球化学 東京大学出版会

松井孝典 (1997) 比較惑星学(岩波講座地球惑星科学12) 岩波書店

唐沢 誠 (1997) 音の科学ふしぎ事典 日本実業出版社

塚本良則編 (1998) 森林水文学 山海堂

砂防学会編 (2000) 水辺域管理―その理論・技術と実践 古今書院

#### V章 くらしと森林

北海道編纂 (1953) 北海道山林史 北海道

森 敦 (1979) 月山・鳥海山(文春文庫) 文藝春秋社

林野庁研究普及課監修 (1981) 広葉樹林とその施業 大日本山林会

市川健夫・斎藤 功 (1985) 再考日本の森林文化(NHKブックス481) 日本放送出版協会

藤森隆郎 (1989) 複層林の生態と取扱い(わかりやすい林業研究解説シリーズ93) 林業科学技術振興所

オギユスタン・ベルク著・篠田勝英訳 (1990) 日本の風景・西欧の景観(講談社現代新書) 講談社

谷本丈夫 (1990) 広葉樹施業の生態学 創文社

埴田 宏 (1990) 多様な森林施業のために―森林のしくみ(林業改良普及双書105) 全国林業改良普及協会

及協会

橘 礼吉 (1995) 白山麓の焼畑農耕 その民俗学的生態誌 白水社

堀越弘司 (1996) 東京の水源地(けやきブックレット21) けやき出版

亀山 章編 (1996) 雑木林の植生管理―その生態と共生の技術 ソフトサイエンス社

藤森隆郎編 (1996) 複層林マニユアル―施業と経営 全国林業改良普及協会

斎藤洋三監修 (1997) これだけは知っておきたい花粉症―早めの対策と治療法 別冊NHK今日の健康 日

本放送出版協会

コンラッド・タットマン著・熊崎 実訳 (1998) 日本人はどのように森をつくってきたか 築地書館

宮崎良文 (1998) 森の香り フレグランスジャーナル社

清水善和 (1998) 小笠原自然年代記 岩波書店

山田 勇編著 (1999) 森と人のアシア―伝統と開発のはざまに生きる 昭和堂

鷺谷いづみ (2001) 生態系を蘇らせる 日本放送出版協会



編集委員・執筆者一覧（五十音順）

執筆者

安島 美穂 東京大学大学院農学生命科学研究科受託研究員  
阿部 真 森林総研北海道支所森林育成研究グループ  
荒木佐智子 東京大学大学院農学生命科学研究科研究機関研究員

栗屋 善雄 森林総研東北支所森林資源管理研究グループ長

伊ヶ崎知弘 森林総研生物学研究領域

五十嵐哲也 森林総研森林植生研究領域

池田 武文 京都府立大学農学部森林科学科助教

石田 厚 森林総研植物生態研究領域樹木生理研究室長

石丸 聡 北海道立地質研究所地域地質部防災地質科

泉 桂子 東京大学農学部森林科学科農学特定研究員

伊藤江利子 森林総研立地環境研究領域

伊藤 哲 宮崎大学農学部生物環境科学科助教

伊藤 由紀 助電力中央研究所地圏環境部主任研究員

糸屋 吉彦 森林総研企画調整部実験林室長

上村 章 森林総研植物生態研究領域

大住 克博 森林総研関西支所ランドスケープ保全担当チーム長

大野 啓一 千葉県立中央博物館上席研究員

編集委員

桜井 尚武 森林総研研究管理官

田中 伸彦 森林総研森林管理研究領域主任研究員

寺嶋 智巳 森林総研水土保全研究領域主任研究員

八木橋 勉 森林総研森林植生研究領域

小川みふゆ	森林総研植物生態研究領域（重点研究支援協力員）	齊藤 昌宏	森林総研森林植生研究領域領域長
小川 泰浩	森林総研九州支所山地防災研究グループ	酒井 暁子	東北大学大学院生命科学研究所大学院研究生
奥 敬一	森林総研関西支所森林資源管理研究グループ	酒井 寿夫	森林総研北海道支所植物土壌系研究グループ主任 研究官
小野寺真一	広島大学総合科学部助教	桜井 尚武	森林総研研究管理官
小幡 和男	ミュージアムパーク茨城県自然博物館首席学芸員	佐藤 保	森林総研九州支所森林生態系研究グループ主任研 究官
恩田 裕一	筑波大学地球科学系講師	佐藤 創	北海道立林業試験場防災林科長
勝木 俊雄	森林総研多摩森林科学園教育の資源研究グループ	佐藤 弘和	北海道立林業試験場森林環境部流域保全科
加藤 衛拓	筑波大学農林学系助教	重永 英年	森林総研立地環境研究領域主任研究官
金指 達郎	森林総研東北支所森林生態研究グループ長	島田 和則	森林総研気象環境研究領域主任研究官
壁谷 直記	森林総研水上保全研究領域	白石 則彦	東京大学大学院農学生命科学研究科助教
上條 隆志	筑波大学農林学系講師	鈴木 覚	森林総研北海道支所寒地環境保全研究グループ
河原 孝行	森林総研北海道支所森林育成研究グループ長	園田美恵子	京都大学防災研究所地盤災害研究部門
神田 リエ	山形大学農学部助手	鷹尾 元	森林総研北海道支所北方林管理研究グループ主任 研究官
岸 洋一	東京農工大学農学部教授	高橋 文敏	森林総研北海道支所支所長
北村 兼三	森林総研北海道支所寒地環境保全研究グループ	高橋 正通	森林総研立地環境研究領域養分環境研究室長
久保田多余子	森林総研水上保全研究領域	武生 雅明	森林総研森林植生研究領域（客員情報員）
倉本 恵生	森林総研四国支所森林生態系変動研究グループ	田中 伸彦	森林総研森林管理研究領域主任研究官
黒田 慶子	森林総研関西支所森林被害研究グループ長	田中 信行	森林総研植物生態研究領域環境影響担当チーム長
小谷 二郎	石川県林業試験場森林環境部林業研究専門員		
駒木 貴彰	森林総研北海道支所北方林管理研究グループ長		
近藤 禎二	林木育種センター育種部育種課長		

田中	浩	森林総研森林植生研究領域植物多様性担当チーム長	古谷	元	新潟大学積雪地域災害研究センター講師(研究員)
田内	裕之	森林総研北海道支所針葉樹長伐期担当チーム長	星野	義延	東京農工大学農学部地域生態システム学科
田村	和也	森林総研林業経営・政策研究領域主任研究官	細田	和男	森林総研関西支所森林資源管理研究グループ
千葉	幸弘	森林総研植物生態研究領域物質生産研究室長	前田	雄一	鳥取県林業試験場森林造成研究室長
辻村	真貴	筑波大学地球科学系講師	正木	隆	森林総研東北支所育林技術研究グループ主任研究官
都築	伸行	森林総研四国支所流域森林保全研究グループ	増田	香理	東京大学大学院理学系研究科
津村	義彦	森林総研森林遺伝研究領域ゲノム解析研究室長	松本	光朗	森林総研林業経営・政策研究領域林業システム研究室長
寺嶋	智巳	森林総研水土保全研究領域主任研究官	三浦	慎悟	森林総研東北支所地域研究官
富村	周平	有限会社富村環境事務所代表	箕口	秀夫	新潟大学農学部生産環境科学科助教
中静	透	総合地球環境学研究所教授	溝口	岳男	森林総研立地環境研究領域主任研究官
中嶋	悟	東京工業大学大学院理工学研究科教授	宮崎	良文	森林総研樹木化学研究領域生理活性担当チーム長
永光	輝義	森林総研北海道支所森林育成研究グループ	宮縁	育夫	森林総研九州支所山地防災研究グループ
中村	松三	森林総研企画調整部研究評価室長	宮本	英昭	東京大学大学院工学系研究科助手
新山	馨	森林総研森林植生研究領域群落動態研究室長	森	茂太	森林総研東北支所育林技術研究グループ長
八田	洋章	国立科学博物館筑波実験植物園主任研究官	森泉	美穂子	中央農業総合研究センター土壌肥料部
浜口	哲一	平塚市博物館学芸員	森貞	和仁	森林総研立地環境研究領域温暖化物質担当チーム長
林田	光祐	山形大学農学部生物環境学科助教			
福島	成樹	千葉県森林研究センター上席研究員			
藤原	真樹	北海道大学大学院理学研究科			

森廣 信子 東京都高尾自然科学博物館学芸員

八木橋 勉 森林総研森林植生研究領域

矢田 豊 石川県林業試験場森林環境部林業研究専門員

山下 直子 森林総研北海道支所森林育成研究グループ

山本 信次 岩手大学農学部附属演習林教育研究部

横井 秀一 岐阜県森林科学研究所育林研究部専門研究員

米林 仲 立正大学地球環境科学部助教

渡辺 力 森林総研気象環境研究領域主任研究官

森林総研―独立行政法人 森林総合研究所



# 森に学ぶ101のヒント

二〇〇二年二月十五日 初版発行

---

編集・発行——社団法人 日本林業技術協会

〒一〇二一〇〇八五 東京都千代田区六番町七

電話 〇三・三二六一・五二八一（代）

振替 〇〇一三〇・八一六〇四四八

---

印刷・製本——東京書籍印刷株式会社

会員用

