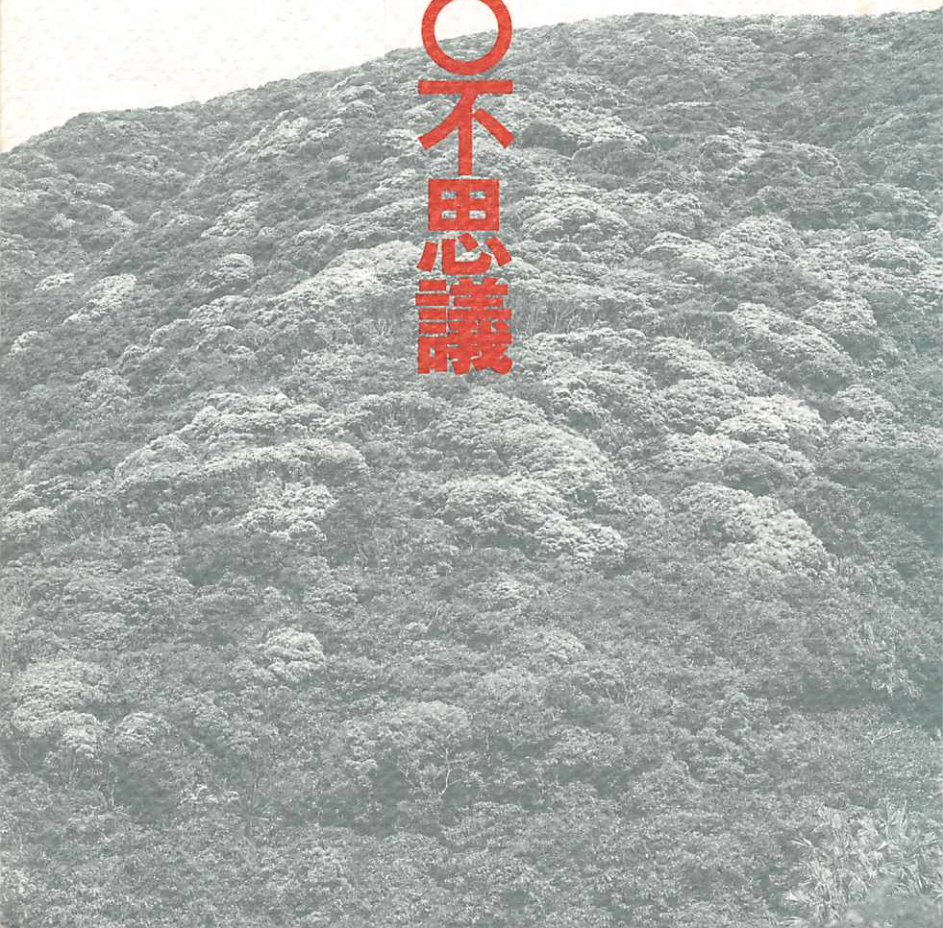


続
統

森林の二〇〇不思議

社団法人 日本林業技術協会



続・

森林の100不思議

社団法人

日本林業技術協会



はじめに

北の国々に一挙にやってきた政治・経済的氷解けにより、東西の対立構造が解消に向かいつつあることは、世界の多くの人々に歓迎されていますが、一説によると極の氷さえ融けはじめ、さまざまな弊害が起こるとされる地球の温暖化現象は最も歓迎されない事態の一つと言えましょう。

温暖化の要因の一つとして、森林、特に熱帯林の減少が甚だしいことが挙げられ、今や熱帯林は地球環境を左右する鍵の一つとして注目を集めています。温室効果を助長する炭酸ガスの排出量は森林の喪失によるものよりも化石燃料の消費によるものの方がはるかに大きいこと、また樹木は確かに大気中の炭酸ガスを吸収し固定しますが、永久的なものではなく、成熟した森林では固定と放出が均衡することなど、森林の大気環境に対する貢献度はどの程度であるのかを冷静に見極める目も備えておく必要があります。はいしないうか。

森林には、今脚光を浴びているいわゆる大気浄化機能のほかにも、大切な働きがいくつもあります。おおまかに言えば、森林はその存在する地域の風土をつくり、人々の暮らしを支えています。だから、森林の減少を食い止め、失われた森林を回復することも大切なら、木材をはじめと

する森林の産物をよりよく利用することも大切なのです。一九九一年夏、横浜で開かれた世界シニアフォーレスター会議では、「森林資源の持続的利用」を旨とするアクションプログラムが採択され、世界の各国が目標に向かって協力し合うことが確認されました。森林を守り、育て、あるいはよりよい利用を図るためには、直接の関係者ばかりでなく、多くの人々の理解と協力がなくてはなりません。この本は四年前に出した「森林の一〇〇不思議」に続き、一人でも多くの方に、森林に関心をもち、森林に対する理解を深めていただくために、前回同様、主として森林総合研究所の若手研究者の方々に日ごろの研究成果のなかから森林の実像に迫るいろいろな話題を披露していただきました。

広大な森林、それを構成する多種多様な樹草、そこに住むさまざまな生物にはまだまだ未知なことが多いの言うまでもないことですが、一方、たゆまぬ研究が解き明かした不思議もたくさんあります。聞いただけでも顔をしかめたくなるカビや細菌が森林の中で大切な役割を担っていたり、もの言わぬはずの木や草が、じつはひそかにささやきを交わしているなどと考えたことがあるでしょうか。ところが……。お楽しみください。

続・森林の一〇〇不思議

目次

I 森と歴史と生活

1	森が語る邪馬台国	10
2	古事記の木	12
3	森が支えた古代文明	14
4	ロビン・フッドの抵抗	16
5	美女もミイラも木の香り	18
6	伝統の香り―杉線香	20
7	手のひらにのる古樹・巨木	22
8	天然の食品保存料―葉っぱ	24
9	木で布を織る	26
10	これがほんとの天然色	28
11	アクこそわが命	30
12	縁の下の炭パワ―	32
13	森の寶石? 松茸の高い理由	34
14	百葉の長の本家はこちら?	36
15	スギ花粉症はなぜ増えた	38
16	頭をリフレッシュさせる森の音	40
17	フィットネスによい森の歩き方	42

II 森を育てる

1	どうやって測る? 地球の森林面積	46
18	宇宙時代のガリヴァ―の目	48
19	木の値段の決まり方	50
20	初寅には山へ入るな	52
21	熱帯林再生の鍵―きのこ	54
22	割箸が山を守る	56
23	消費も美德?	58
24	しごきか過保護か優良木の育て方	60

III 森は動いている

2 6	俺たちや街には住めないからに
2 7	北のスーパーヒーロー
2 8	雪が嫌いな北国の木
2 9	バイオ技術でヘルシーツリー
3 0	種子をつくるタネと仕掛け
3 1	あの手この手の思案が実り
3 2	ツルがものをいう木の倒し方
3 3	抜き足差し足? 森にやさしい機械
3 4	森は動く
3 5	サハラ砂漠は森林だった
3 6	ケシヨウヤナギの憂鬱
3 7	氷河の残した迷子
3 8	二〇〇万年前に生き別れ
3 9	土に埋もれた大森林
4 0	海を渡ったブナ
4 1	森の輪廻転生
4 2	火もまた涼し? 山火事を待つ林
4 3	悪いこととは無縁のアングラ銀行
4 4	故郷では目が出ない白樺
4 5	安定社会を維持する世代交代
4 6	森の跡継ぎはどこにいる
4 7	「ジャングル」の中は歩きやすい?
4 8	来春引越します—チゴユリ
5 0	「天狗のしわざ」はぬれぎぬ
5 1	残雪の森の落とし穴
	森林が雨を呼ぶ

IV 木の暮らし

- 52 むずかしい塩加減 118
 53 殺し屋は静かにしのび寄る 120
 54 なめたらタイヘン—トウガラシの木 122
 55 SFアニメよりずっと昔に「ガツタイ」 124
 56 木にも鼻がある? 126
 57 人より複雑—植物の男と女の関係 128
 58 針葉樹の身元調査 130
 59 木は永遠の命を得たか? 132
 60 目覚めの条件 134
 61 枝葉末節が大事 136
 62 ライフスタイルに合わせて葉も変身 138
 63 色気づくのもトシの順 140
 64 おだてられたか? 地上の根 142
 65 邪魔な壁には穴を開けろ 144
 66 寒夜に響く木の悲鳴 146
 67 厄介者にも取柄はある 148
 68 果樹園の大敵—怪菌二面相 150
 69 妖怪・やまんばの髪の毛 152
 70 見上げた働き—ブナを助けるカビ 154
- 71 ワトソン君、糞をよく見たまえ! 158
 72 シカのハレムとカモシカの夫婦 160
 73 やはりトシは隠せない 162
 74 文字どおりの追「跡」調査 164
 75 海の藻屑か、種子の空輪作戦 166
 76 鳥は自由に動き回れるか 168

V 森の動物たち

VI
森からの贈り物

77	ハイタカは恐妻家	170
77	備えあれば憂いなし	172
79	「オオカミ少年」と鳥	174
80	鳥は森を守るか?	176
81	キョンシーになる昆虫	178
82	魚を育てる森	180
83	人や家畜がつくった景色	182
84	妙なる調べもこの板次第	186
85	飛ぶバットのアキレス腱	188
86	木に竹を接ぐような話ではありません	190
87	イメーじどおりの「黒い」スギ	192
88	水が決め手—木材の性質	194
89	水をもって水を制す?	196
90	アットホームを演出する木のぬくもり	198
91	おすすめ! 木のドーム球場	200
92	古代の建築デザイン大賞	202
93	「カネ」より柄が大事な金槌	204
94	人にも効く? 樹木の白血球	206
95	家庭の「ダニ」を追い出す妙手	208
96	たまらないカユサの正体	210
97	英国海軍御用達? マツヤニ	212
98	シイタケ菌できれいなパルプ	214
99	食べ物を守る木質UVフィルタ—	216
100	環境にやさしい液体木材	218

I
森と歴史と生活

森が語る邪馬台国

「魏志倭人伝」は中国の正史のうち、わが国のことを記した最も古いものです。当時（三世紀中ごろ）の日本はまだ文字がなかったため、漢文で一〇七行にわたるこの文章は、日本に関して現存する最も古い記録でもあります。また、「倭人伝」に記された邪馬台国、すなわち、女王卑弥呼が統治していた倭国の中心地の所在が、古代史の謎として多くの人々に関心をもたれているのはご存じのとおりです。大きくは九州説と畿内説に分かれますが、地名、行程の解釈を巡って出された説は数えきれないほどです。

ところで、「倭人伝」には倭国の産業や自然環境も記述されています。たとえば、最初に上陸した対馬は「絶海の孤島で、千余戸あり、山は険しく、深い林が多い。道路は鳥や鹿の道のようにだ。良田はなく、海産物で生活している」、志岐は「竹林、叢林が多く、三千ばかりの家がある。田を耕してもなお食へるには足りない」と記しています。また、九州松浦の集落は「四千余戸あり、山海に沿っている。草木が繁茂し、通行するのに前の人を見ることのできない」と具体的な記述です。そこで、邪馬台国にあると記されている木や草の種類からその場所を推定することも可能です。

原文は古代中国語で、今では使われていない漢字も含まれており簡単ではありませんが、当時の辞書、事典、地理書なども参考にして荀住が推定した結果を表に示してあります。原文に当てはめて翻訳すると「木

邪馬台国の植物

原文植物名	苧住による比定
柿	タブノキ
杼	コナラ
豫樟	クスノキ
榎	クサボケ
榎	クヌギ
投櫃	カヤノキ
櫃	カシ類
烏號	カカツガユ
楓香	カエデ類
篠	メダケ・ササ類
籜	ヤダケ類
桃支	シュロ
薑	シヨウガ
橘	タチバナ
椒	サンシヨウ
藟荷	ミヨウガ

(苧住 昇, 1970より)

にはタブノキ、コナラ、クスノキ、クサボケ、クヌギ、カヤノキ、カシ類、カカツガユ、カエデ類がある。竹にはメダケ・ササ類、ヤダケ類、シュロがある。シヨウガ、タチバナ、サンシヨウ、ミヨウガがあるが、それで味の良い、滋養のある食物を作ることと知らないとあります。

苧住は、これらの植物が構成する森林植生を日本の南部に発達する暖帯照葉樹林に属するものと判断し、邪馬台国の森林植生を「上木はうつそうとしたタブ、クス、カシ類に覆われ、部分的にはカヤなどの針葉樹が混生し、疎開地にはコナラ、クヌギ、カエデ類があり、低木としてはカカツガユ、クサボケ、サンシヨウ、ササ類が繁茂し、草本にはシヨウガ科の植物が生育し、またタチバナ、シュロなどが点在する」と想像してあります。特に、タチバナ、カカツガユ、シュロなどの分布から見るとこの植生が最も当てはまるのは九州地方とし、さらに、「倭の地は温暖で、冬も夏も生野菜を食べ

る」と記載されていることにも注目し、当時の栽培技術を推測して九州説を支持しています。

このように、邪馬台国周辺の植生を推定することは歴史を解明する手がかりともなります。それにしても三世紀ごろの日本は今では想像もつかないほど、深い森林に覆われていたのは確かでしょう。

(斎藤昌宏)

2 古事記の木

日本列島は温暖多湿で森林がよく発達し、多様な樹種に恵まれています。このように豊富な木の材料と繊細な美的感覚および優れた技術の才能をもった日本人との出会いが、日本に独特の木の文化を築いたのです。福井県鳥浜遺跡の六五〇〇年前の出土木材を見ると、家屋の構造材や土木用材にはカシ類、クリ、ヒノキなど、板にはスギ、弓にはカシ類やトネリコなどが使われていました。縄文時代の人たちは、すでに用途に応じて原生林の豊富な樹種の特性を識別利用していたことがわかります。

奈良時代初頭の古事記、日本書紀には五三種もの樹木が登場しています。日本書紀第一卷神代上で、素戔嗚尊は^{すさのおのみこと}「ヒノキは宮殿に、スギとクスノキは船に、マキは棺に使うべし」と説いています。これらは弥生時代から奈良時代にかけての遺跡の出土品から裏づけられています。奈良時代から平安時代にかけての日本の文化・経済の躍動期には都が建設され、東大寺大仏殿をはじめ数々の大建造物が建立されていきます。当時の日本には人手の入らない森林が多く、巨木がたくさん生えていました。宮廷や寺院の建造物の主役はヒノキで、直径一丈、長さ三〇呎もの巨大丸太が周辺の山から運ばれたといえます。しかし、平安時代に入ると大径木は遠隔地に求めなければならなくなり、解体建造物の柱などは再利用されたといわれています。

飛鳥時代に日本で彫られた仏像はすべてクスノキです。中国から入った彫刻は熱帯産の白檀などの香木で



古事記の時代にヒノキで造った
薬師寺東塔

あったために、それに似た大木のクスノキが使われたのでしよう。奈良時代以降の仏像はほとんどヒノキになります。それとは対照的に寺院建築の建造材には、奈良時代の終わりからヒノキに加えてケヤキが使われるようになりました。以後今日に至るまで、ヒノキとケヤキは日本建築の最高級材として君臨し続けています。スギは弥生時代の登呂の遺跡に見られるように、当時から家屋、土木の板、舟をはじめいろいろな家具、樽、下駄、箸などの日用品や天井板、欄間など高級品として幅広く使われてきました。記紀にはアカマツのことがあまり出てきません。日本人にこれだけ親しまれてきたアカマツの影が薄いのは、そのころまでは森林破壊が少なかったからだと考えられます。アカマツは、森林伐採が繰り返されると自然が増えてくる先駆樹種なのです。日本の巨木は奈良・平安時代に急激に減りました。しかし、以前ほど大きなものでなく

とも、第二次大戦前までは江戸時代に藩有林で保護されてきた巨木の森が残され、適度に大径材を出材していました。それらも戦中・戦後の過伐で見る影もなくなってしまうました。

私たちは再びスギ、ヒノキ、クスノキ・ケヤキなどの世界に誇れる樹種の巨木を後世に残し、ロマンをつないでいきたいものです。

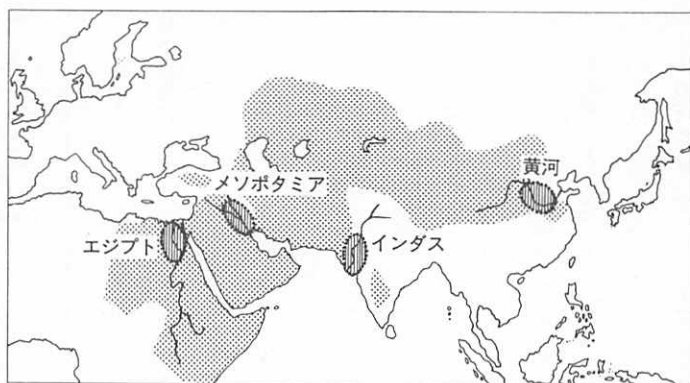
(藤森隆郎)

3 森が支えた古代文明

古来、中国では「水を治むる者は国を治む」といわれ、治水の重要性が指摘されてきました。しかし、森がもつ水源かん養や土砂流出防止機能などを熟知していれば「森を治むる者は国を治む」となり、その後の国家運営、自然景観は変わったかもしれません。古代文明は、チグリス・ユーフラテス川、ナイル川、インダス川、黄河の流域で興りましたが、いずれも現在は緑が乏しく、昔日の繁栄の面影は失われていきます。

メソポタミアは山地の美林と肥沃な平野の田園とで、紀元前二〇〇〇年ごろ国運は隆盛をきわめ、レバノン杉を用いた宮殿も造られました。繁栄の基盤の一つは、地味豊かな平地にユーフラテスからの水を導いた大規模な灌漑かんがいによる高い農業生産にありましたが、人口が増すにつれて上流域に居を構える者が増加し、森林の乱伐を伴う開墾が開始され、土地荒廃の第一歩が踏み出されました。その後は、時の経過とともに土砂が流れ、河床が高くなって洪水が頻発するようになり、灌漑水路の浚渫しゅんせつが重要な国家事業となりました。しかし、自然の力には勝てず、やがては農地への水の供給が十分にできなくなり、土壌表面に集積した塩類が小麦生育を妨げるようになりました。こうして、さしもの繁栄も農業の衰退とともに終わりを告げました。

一方、中国では、秦、周、あるいはそれ以前の王朝も国都に豪壮華麗な宮殿を造営し、さらに多数の邸宅や寺院などを配して偉容を誇りました。始皇帝による咸陽の阿房宮、前漢の劉邦による長安の長樂宮や未央



文明発祥の地と砂漠化が進行している地域

宮など宮殿造営は枚挙にいとまがないほどです。しかし、王朝の交代には必ず戦乱が伴い、都は多数の家屋とともに灰塵に帰しました。阿房宮は戦火に包まれた際、「火三月紅なり」とうたわれたほど壮大な木造建築であったといえます。度重なる遷都とその後
の戦乱は、木材の濫費以外の何物でもありませんでした。

さらに、漢の武帝の時代に、本格的な鉄器の使用がはじまりましたが、鉄器作りには、燃料として多量の木材を消費したので、広範囲にわたり大規模な森林の荒廃を招いたとされています。

いずれの文明も、新都の建設、国家の発展に当たっては森からの恵みを受し、木材の消費なしで済ませることはできませんでした。さらに都市周辺の森は薪生産地と化し、いつしか切り尽くされ、森が消えると水もかれ、耕地は砂漠化し、都としての機能は維持できなくなって、遷都するか衰微するしかなかったのです。

杜甫が、もし数世紀にわたる長寿を保つことができたなら、「山河乱れて国滅ぶ」と嘆じたことでしょうか。

(佐藤 明)

ロビン・フツドの抵抗

イギリスという牧場の広がる丘陵地帯が思い出され、森林のイメージはほとんど浮かびません。事実、日本の場合、国土に対する森林の割合が六七%であるのに対し、イギリスのそれは九%にしかすぎません。

しかし今から二〇〇〇年ぐらい前までのイギリスは、オークを主とする広葉樹林やマツとカンバの混交林に広く覆われていたのです。先住民であるケルト人はこのような環境のなかで、森や樹木、特に巨大なオークを神聖視する宗教の下で暮らしていました。イギリスで森林の大規模な破壊がはじまったのは、紀元前一世紀半ばから紀元四世紀にわたるローマ支配の時代でした。ローマ人は森を切り開いて農地を拡大し、イギリスをローマ帝国の穀倉にしたのです。ローマの撤退後、ヨーロッパ各地からアングロ・サクソンが次々に入り込んできますが、一〇六六年にノルマン人がフランスから侵攻し、ノルマン王朝が成立しました。

アングロ・サクソンの生活基盤は農耕と牧畜で、彼らの時代には森林は共有であり、利用権のみが設定されていました。彼らは森から木材や食料を得ていたばかりでなく、秋には豊かに実るドングリを求めて、ここに豚を放しました。この放飼場としての用途は、その当時、森の広さや価値をそこで養える豚の頭数で表していたほど大事なものでした。もちろん、森にはシカやイノシシなど動物がたくさんいました。新しくイギリスの支配者となったノルマン人は根っからの狩猟好きでしたから、王は自分たちの獵場を確保するため、



スコットランド中部の農村風景
(森林総研 平川浩文氏提供)

フォレスト・ロー（森林法または御獵林法）を制定し、その法律の対象となった土地での領民や土着地主の狩獵や樹木の伐採を厳しく制限しました。十三世紀末には六八の御獵林があり、少なくとも国土面積の五分の一を占めていたと推定されています。そのうえ、僧院による林野の開墾も重なり、ノルマンの支配層は土着地主や農民が長く確保し、依存していた森林の利用権をどんどんはく奪していったのです。一方、これに對し領民は密獵や盜伐などで抵抗し、当時の森はこうした反逆者の仕事場兼隠れ家にもなりました。十二世紀以降、この種の紛争や裁判が多発しています。そんな情勢を背景として、シャーウッドの森で、悪徳代官

や高僧に敢然と立ち向かった正義の味方、「ロビン・フッド」の伝説が生まれてきたのです。

その後も、イギリスの森は迫害されます。たとえば、オークの大径木は大英帝国の繁栄を支えた大帆船の建造のため、十八世紀までにほとんど切り尽くされています。しかし、イギリス人は自分たちは伝統的に「森の民」であると思っています。ケルトやアングロ・サクソン時代から受け継がれてきたこの心意気が、何世紀にもわたってロビン・フッドの英雄譚をはぐくんできたとともに、今日の自然保護思想の基盤にもなっているのでしょう。

（廣居忠量）

5 美女もミイラも木の香り

古代の人々は香木、香料をたき、神や仏に祈りを捧げ、立ち昇る煙に願いを込めました。聖書や古代を記す歴史書には、没薬ちつやく、乳香にゅうこう、沈香しんかう、白檀びやくだん、肉桂にくけいなどの香料の名前がよく登場します。

古代エジプトのミイラ作りには、香料は欠かせないものでした。ミイラ作りは死体を腐らせないように保存しなければなりません。それで防腐効果をもつ香料が使われたのです。アフリカ東北部に生育するモツヤクノキの樹脂である没薬は、強い防腐効果をもつので肉桂などの香料とともに腹部に詰められ、死体を保存するのに使われました。

乳香は、アラビア、インド、アフリカ東北部に生育する乳香樹の幹に傷をつけると滲出する乳白色の樹液が固まった芳香性ゴム樹脂です。燃やした後には芳香が漂います。現在ではこの樹脂からとった精油はオリーブナム油として香料に使われていますが、古代ギリシャでは解毒、解熱用として使われていました。木の香りは、古代では薬用としても重要な役割を果たしていたのです。

芳香性樹脂に油脂を混ぜ合わせた香油は、当時化粧品としても使われ、没薬や乳香を主体とする香油が特に多く使われていました。ツタンカーメン王の墓を発掘したとき棺の中にあつた香油のつぼのふたを開けると、ほのかな乳香の香りが漂つたということです。王が葬られてからなんと三〇〇〇年もの間、香りを保ち

薬として利用されていた古代の木の香り

香り	作用
没薬	抗菌、鎮静、抗炎症、健胃、去痰
乳香	消化促進、利尿、解毒、消毒、鎮静
沈香	鎮静、解毒、健胃
白檀	抗菌、鎮静
肉桂	健胃、駆風、解熱

続けていたのです。一三〇〇年を経た法隆寺のヒノキの柱が朽ちずにいるのも防腐成分を含んでいるためですが、カンナで薄く削ると今なおヒノキの香りがするといえます。木に秘められた香りは遠い古代を現代に運び、古代の雰囲気は今なおかもし出してくるのです。

わが国の香料についての最古の記録は、推古天皇の時代に沈香が淡路島に漂着したという日本書紀の記述です。沈香は、インド、東南アジアに生育するジンチョウゲ科のジンコウジュが、傷ついたり倒木になって腐朽菌に侵されて樹脂分が異常に多くなったものです。この朽ち木は樹脂含量が高く、比重が大きくて水に沈むので沈香と呼ばれています。沈香の生成過程は長期間を要し、また、野外で採し当てるのも非常に難しいので、沈香のなかにはたいへん高価なものもあります。それで、ジンコウジュに菌を植えつけて、短期間で人工的、実験室的に沈香を生成させる試みもなされています。沈香には鎮静、解毒、健胃作用があり、薬用としても利用されています。室町時代に集大成された聞香もんかうは、沈香や白檀などの香をたいて香りをかき分ける芸道ですが、この聞香が心身症などの病気の治療に効果があることも明らかになっています。聞香療法と名づけられたこの療法では、不安、緊張感などのストレスからくる病気の治療に特に効果があるといわれています。

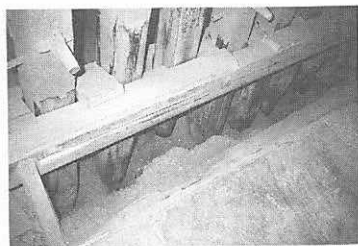
(谷田貝光克)

6 伝統の香り―杉線香

奈良時代後期、唐の鑑真和尚^{かんじんわじょう}がわが国に渡来した際に、薫物の製法^{たきもの}を伝えました。薫物とは薫^{くすぶ}らせてその香りを楽しむためにさまざまな香料を練り合わせたものです。これによって自分の好みの香りを作り出すことができようになり、仏教儀式と密接なつながりをもっていた香りが仏教とは無関係に、その香りを楽しむ遊びへと発展していきました。室町時代に入ると香木の香りを当て合う聞香という遊びも生まれ、香りを楽しむ風習が広まっていきました。しかし、このような風習も香の原料が高価なために、庶民からはほど遠いものでした。こんな背景のもとでもたらされたのが線香です。線香は各種の香料の粉末^{のり}を糊で練り固めて線状にしたものです。線香は大量に、しかも安価に製造できるので、世の中に広く普及していきました。その製造技術は約四〇〇年前に、朝鮮あるいは中国から長崎に伝えられ、次いで堺で盛んに製造されるようになったといわれています。

現在の線香には、香りを楽しむにいい線香と仏壇で使われる仏事用線香があります。にいい線香は各種の香料を含み、室内で優雅な香りを楽しむもので、仏事用線香として使われるのが杉線香です。わが国に豊富にある杉の葉で線香が作られるようになったのは一三〇年ほど前のことです。

杉の葉を乾燥して二、三枚に裁断し、水車小屋で二日ほどついで粉にします。この杉粉に緑色の染料を加



水車動力のきねで粉碎される杉の葉



プレス機から押し出された線香

え、さらにツナギと称する糊粉こぶんを入れて湯で練り上げ、押出機の穴を通して出てきた線状のものを乾燥し、一定の長さに切りそろえたものが杉線香です。杉粉を作るのに水車が好んで使われるのは、水車のきねが杉の葉に、ほどよい粘りを出すのに適しているからです。ツナギは粘着力を加えるもので、クスノキ科のタブの木の皮の粉末が使われます。適度な粘着力をもつほかに、においが無いのがその理由です。においがあるのとせつかくの線香の香りを駄目にしてしまうからです。ツナギとしてはほかに、コンニャクの粉やシナ粉と呼ばれる中国、ベトナム産の樹木の皮も使われます。杉の葉が線香の原料に使われるようになったのは資源的に身近にたくさんあったことも大きな理由ですが、真つすぐに高く成長し、巨木となる杉は神々しい感じを人に与え、靈魂のよる木として信じられていたことにもよるようです。

仏前で静かに細い煙をたゆませる線香……。「線香は千日の功德、抹香は万日の功德」といわれています。線香や抹香をたくことは、よい功德になるといいます。漂う線香の煙には、先人を思い、信心を起こさせる何かが含まれているのです。

(谷田貝光克)

手のひらにのる古樹・巨木

盆栽は、手先の器用な日本人が、従来の鉢植えにいろいろ創意工夫と研究を重ねて、きわめて観賞価値の高い草木に仕上げた世界に誇れる芸術品です。この盆栽 (Bonsai) という言葉は、今では世界の共通語となっています。盆栽の盆は、植木鉢など緑の浅い器物、栽は、植えるとか作るという意味があります。したがって、盆栽とは、植木鉢に小型の草木を植え、形を整えて、その趣を観賞すること、となります。「草本育種」(岩崎常正著) によれば文政元年(一八一八) ころには、盆栽と書いて「はちうえ」と呼ばれていました。現代では「はちうえ」とは、植物を植木鉢に植え、美しい花や葉、あるいは果実などの植物美を観賞すること、で、盆栽とは区別されています。盆栽は、一本の木によって、天を摩して直立する千古の老樹巨木を見るような、また、寄せ植えによって、うっそうとした森林や深山幽谷など、深遠広大な大自然の風致を小さな盆上で表現させる芸術品なのです。

さて、どうして樹齢数百年の木が、小さな植木鉢で元気に生きていられるのか不思議に思ったことがあるでしょう。それは、樹木の生育力を巧みに利用し、適切な維持・肥培管理を行いながら、矯姿を行っているからです。盆栽は、限られた環境で生きていくために、まず、地下部を健全に生育させることが必要です。そのためには、樹種によって違いますが、普通は一年から四年ごとに通気性の良い土に植え替えます。植木



クロマツの模様木

鉢に植え込むときは、今までの土を三分の一以上払い落としたり、根先を切り詰めたりして不用な部分を取り除きます。それとともに、地上部も整枝します。最小限の土で生き続けるのですから、養分はすぐに欠乏してしまいます。そこで、おなかをすかせないように腐熟した肥料（養分）を食べさせたり、のどが乾かないように水（灌水）を飲ませるなど、文字どおり盆栽との対話が重要となります。

このように盆栽（植物）は、動物と同じように世話をしてやる必要があります。吸水と蒸散にかかわる根数と枝葉数など、地上部と地下部のバランスが良好ならば、盆栽はおのずと美しい樹形に成長していきます。したがって、整枝・剪定はあくまでも補助的手段と考えるべきでしょう。

盆栽に適した木は、寿命が長い、幹肌が荒く古木の風格が早く出る、枝分かれが多く葉が小さい、幹や枝の太りが速い、根張りがよく老・大樹の相を表現できる、花や実がよくつくものなど、数多くの種類があります。盆栽に適さない木は葉が大きく成長が速い、そして寿命の短いものなどです。しかし、バイオテクノロジーなどによって、今まで盆栽に適さなかった木の銘品盆栽が観賞できる日がくるかもしれません。

（原 敏男）

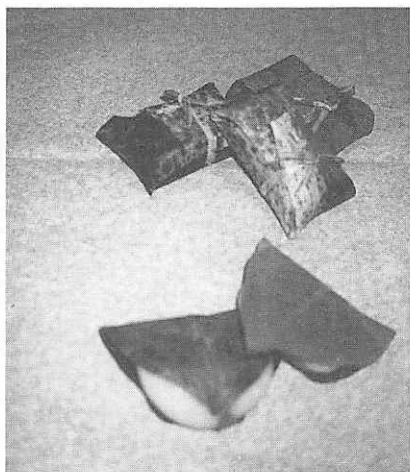
天然の食品保存料—葉っぱ

端午の節句に柏餅を食べる人は多いと思いますが、この柏の語源は、食べ物を盛つたり、あるいは蒸したりするときに使われた葉をカシキハ（炊葉）といい、これに柏を多く用いたところからではないかといわれています。食べ物を盛つたり包んだり、また飾りとして木の葉を用いることは昔から行われてきました。今でも、柏餅、桜餅、笹だんご、それに、おにぎりやすしを葉で包んだものはよく見かけます。包むという実用的な要素以外に、見た目の美しさ、それに香りという点で木の葉は使われてきたのでしょう。

しかしもう一つ、木の葉には優れている点があるようです。それは、カビを生えにくくする、腐りにくくするといった性質です。これを抗菌性といいます。

木の葉にはいろいろな成分が含まれていて、そのなかに微生物（カビ、細菌など）の成長を阻害する、つまり抗菌性を示す物質もあります。また、単独では抗菌性の弱いいくつかの物質が相互作用して、より強い抗菌性を示すこともあります。葉に含まれる物質の抗菌性の強さや量、それに物質どうしの相互作用などにより、葉全体としての抗菌性の強さが決まるわけです。

植物から得られる芳香をもつ揮発性の油（精油）は、多くの成分から成っていますが、そのなかには、強い抗菌性をもっているものもあります。たとえば、香料として用いられているシナモンや丁子ちよびに多く含まれ



葉に包まれた食べ物

るオイゲノールが、比較的強い抗菌性を示します。そしてこのオイゲノールは柏の葉にも含まれており、あの独特な香りの主成分であると同時に、柏餅にカビを生えにくくする働きをしているのでしよう。

笹（クマザサ）からの抽出物は、合成保存料として広く使われているソルビン酸カリウム、安息香酸ナトリウムより強い抗菌性を示します。その抽出物中には、酢酸、安息香酸、プロピオン酸などの酸類と、フェノール、グアイアコールなどのフェノール類が含まれ、そのなかで安息香酸が比較的強い抗菌性をもっています。また、抽出物中に含まれる大部分の酸、フェノールは、単独では抗菌性が弱いのですが、抽出物のよ

うに混合している状態では相乗効果があつて、強い抗菌性を発揮します。桜の葉にも独特の香りがありますが、これはクマリンという物質によるものです。このクマリンにも抗菌性があることが知られています。

このように、木の葉には抗菌性をもついろいろな物質が含まれています。昔から人間は食べ物を盛ったり包んだりといった目的で木の葉を用いてきましたが、それは同時に食べ物を保存する役目もしてきたのです。

（伊藤由紀子）

木で布を織る

織物の歴史は古く、わが国では三世紀中ごろにはすでに麻と絹が着るものの主要な原料であったことが知られています。しかし、古代・中世を通じて、一般の人々の衣料に使われたのは麻と絹だけではありません。日本は南北に細長い列島で、植物の種類が多く、繊維の原料となる植物も豊富でした。昔から人々は、その土地に自生する樹木の樹皮や草の繊維を有効に使っていたのです。

樹皮の利用では、古くから全国的に織られていたのが、フジ布とシナ布です。

フジは、公園などにも植えられているマメ科のツル植物ですが、古くは、古事記にフジの衣の記事があります。明治時代までは全国各地の山村で織られていました。シナノキは、日本の温帯を代表するシナノキ科の樹木の一つで、シナノキという名は、この樹皮からとった繊維を意味する「シニペシ」というアイヌ語からきているといわれるように、アイヌもその繊維を利用していました。東北地方では、シナ布をマダ布とも呼び、フジ布とともに、冬の狐には欠かせない織物でした。

北海道にはアッシ（厚司）織があります。ニレ科のオヒョウの樹皮を使ったもので、今では袋物や敷物として北海道の観光特産品となっていますが、昔、アイヌの女性たちは、愛情込めて織ったこの布で作った衣料を、家族に着せることを喜びとしていたそうです。

織物に樹皮が利用されていた樹木は、これらのほかに、シナノキ科ではヘラノキ、ニレ科ではハルニレ、イラクサ科のコアカソ、クワ科のクワ、コウゾ、カジノキなどがあります。クワは、葉が養蚕にも使われ、絹とも縁が深い樹木です。

こうしてみると、いろいろな樹木が利用されていますが、化学繊維の一種であるレーヨン（人絹）は主な原料が木材パルプですから、「織物に関係している樹木」となるとまだまだ広がります。

なお、木か草か、いささか紛らわしいものにクスがあります。ですが、この繊維を使って織られたクス布も古代の織物を代表する一つです。

昨年東京で開かれた着物の展示会で、「日本の銘宝織展」のコーナーがあり、結城紬や越後上布などと並んで、楯（シナ）布が展示されていました。最近、山形県温海町ではシナ布が、静岡県掛川市ではクス布が民芸品用として織られています。江戸時代から明治にかけて、木綿の普及につれて姿を消していった古い時代の織物ですが、現代の「村おこし」に役立ってもらいたいものです。

（石戸忠五郎）



温海町のシナ布と掛川市のクス布のパンフレット

これがほんとの天然色

終戦後、落下傘用だったという白布が配給されて、母は出がらしのお茶の葉やタマネギの皮でそれを染め、子供たちの物を作りました。そのときのつやと渋みのある色の美しさが忘れられず、ときどき天然染料で染めた着物の作品展へ出かけます。それらの色調はいつも静かで、やさしく、そのうえ色に深みがありました。神の造りし天然物はどうしてこんなに素晴らしいのかと、つくづく感心いたします。

天然物によって染める行為は古代から行われていました。人間の生活とともに根づいてきた染料ですが、その種類には、植物染料と動物染料と鉱物染料とがあります。しかし、現在はほとんど合成による化学染料に頼っています。ここでは、森の中から採れる天然の染料についてお話ししましょう。

染料は、色素があっても、それだけでは色を現さないものがあります。また、同じ色素でも媒染剤を変えることでいろいろな色を現すものもあります。媒染剤のもつ助色団の違いによって、色素の発色団と反応してできる発色物質の構造が違ってくるからです。ヤマモモ（楊梅）の皮の場合には、①鉄媒染をすれば黒緑色に、②石灰媒染では褐色に、また、③ミョウバンで染色すると黄色になります。④さらに、①の黒緑色になったものを石灰水で処理するか、灰汁で処理すると黒茶色に染まります。この成分は、フラボノイド類とタンニン類です。

森の染料植物

植物名	部位	染め色
アカネ ウメ エンジエ キハダ クサギ	根 幹材 蕾 樹皮・葉 実	赤 肌色・梅鼠 黄 黄・緑 水色
クチナシ クルマ ケヤキ シャリンバイ スオウ	実 果皮・樹皮・葉 樹皮・葉 実 心材	黄茶 灰褐色・赤茶 赤茶 赤紫
トチノキ ムラサキ ヤマモモ ヤシャブシ ログウッド	樹皮・生葉 根 樹皮 実・葉・樹皮 樹皮・幹材	黄褐色・黒鼠 紫 オリーブ 黒茶・黒 紫・黒

喪服に欠かせないログウッドの黒。この黒色はログウッドの幹材の熱水抽出成分（ヘマトキシリン）によるものです。繊維の黒染めのほか、建築の内装材、家具など木材にも使われ、耐光性に優れています。木酢酸鉄で黒に、鉄媒染で青黒色、錫媒染で赤紫色、銅媒染で暗青色に染め上がります。

大島紬を染めるシャリンバイは、奄美大島では海辺に近い森に自生しています。この樹皮、幹、根を鉄釜で煮出すと、タンニン分を含んだ赤い汁が出ますが、鉄媒染の作用でさらに濃くなります。

クチナシの実は、栗ごはんに使います。赤橙色のクチナシの実の煮汁は、そのまま栗を黄色に染めます。

そのほか、漬物のたくあん用にも使われています。

布や糸を染めた色は古代名がよく似合います。これはまた、モダンな色名でもよく似合うと思います。

天然染料の欠点は、変色しやすいことと染色工程に手間がかかることです。その色合いには人を魅了するものがあります。

森の染料植物の一部を表に示しました。あなたも染めてみませんか。もし、遊びで染めるなら、いろいろな草や木で染めてみたら楽しいでしょう。
(基太村洋子)

アクこそわが命

山菜には、栽培されている野菜と違いアク（灰汁）の強いものが多いのはご存じでしょう。アクは植物体内のアルカリ塩、アルカロイドなどの成分に由来し、えぐみ、渋み、苦みなどの不快な味を呈します。適度にアク抜きをした山菜は独特な風味で味覚を刺激し、食欲をそそる反面、量や処理法を誤ると毒にもなります。漢方胃腸薬として広く愛用される薬草の苦みもアクの種類です。その苦みには、薬効があることでよく知られているアルカロイドの一種、ベルベリンを含むものもあります。原料に一〇〇種類の薬草を使用すると言ひ伝えられている本曾谷に昔から伝わる名薬「お百草」は、主としてキハダ、ゲンノシヨウコ、オウレン、センブリ、タカトウダイなどを煎じて得たエキスで、いわばアクなのです。

そのままでは食べられないほどアクが強いゼンマイやワラビ、フキノトウなどは、一般に「アクヌキ」と称し、灰汁・重曹・湯・水・塩・日光などにさらしてから食用に供します。これらは山野の副産物として自然食品ブームにのり、ぜいたく品ともいえるような形で供され、需要の拡大が見込まれています。

ところで、だれに教わるでもないはずの森の動物たちや家畜が、このアクの強いワラビなどは食べないから不思議です。毒であることを本能的に知っているのでしょうか。でも、タデ食う虫も好き好きというように、ちよつとしたアクを身につける程度の防御では摂食者も負けずに食い荒します。とはいっても、アクという

主な山菜の酸性度および電気伝導度の値

山菜名	酸性度 (pH, ろ過)	電気伝導度 (EC, ms/20cm)	摂食量限度 (g)	抽液色
タラの芽	7.22	4.70	300~400	黒褐色
ウド	7.36	7.10	200~400	黒緑色
ワラビ	7.40	16.46	300~400	黒褐色
ワラビ	5.52	0.59	300~400	乳黄色
シオデ	6.35	5.60	400~500	緑茶色
スイバ	2.85	7.55	—	緑茶色
イタドリ	4.00	7.56	400~500	桃色

(生50gをすりつぶし、50ccろ過液抽出)

武器をもたない野菜を山野で栽培することは多量の農薬なしではまず不可能なことを考えれば、山菜のアクは自分を守るための一定の働きをするために植物体内で作られているといえましょう。また、渋みの元であるタンニンには微生物の侵入を抑えたり、林床の有機物と結びついて好適な土壌環境を作ったりするなどの働きもあると考えられています。山菜のアクの主成分であるアルカリ成分は、ほかにいろいろの重金属と化合している可能性があります。酸性度（pH）が高く電導度（EC）が大きいフキ、次いでウド、タラの芽などはアルカリ塩成分が多いといえます。天然山菜の含有物質の実態は十分に明らかではありませんが、それでも現代の農薬漬けにされた野菜に比べれば、ずっと安全性が高いことでしょう。ワラビはでんぷん質が多いせいか酸性度は低く、一方、スイバやイタドリは酸性が強いことがわかっています。このスイバやイタドリをカモシカが好んで食べるので、カモシカの食害で問題になるヒノキ造林木も酸っぱいかと思いい食べてみましたが、ヤニ臭さと苦みのほうが強すぎました。カモシカの味覚は人間と違うようです。

さて、大人が健康的に食べる量はどのくらいが適当でしょうか。かつての食糧難時代と個人差を勘案して試算しますと、一日に三〇〇〜四〇〇gが限度のよう、旬の味を楽しむ程度が上手な食べ方のようです。

(荒井国幸)

縁の下の炭。パワー

炭はこのところ、私たちの家庭からすっかり姿を消し、最近の若者にとっては、炭がひと昔前までの生活必需品であったことなど知るよしもありません。しかし、意外な所でまだ炭にお目にかかります。料亭にある火鉢、どじょう鍋、食通の通う焼鳥屋、うなぎの蒲焼き、炭焼きピフテキなど、町のあちこちで皆さんも一度は出会っているのではないのでしょうか。料理の熱源に電気、ガスなどが使用されることが多い今日でも、焼物には、炭が愛好されているのです。その理由は、炭の場合、都市ガスに比べ燃焼ガスに硫黄分が少ないため味が良く、火加減が簡単なことから調理しやすいなどいろいろ考えられますが、味のようにデリケートな感覚を必要とするものでは、その本当の秘密はなかなかはっきりしないようです。昔から、日本人は炭火を愛し、炭火を題材にした詩を多く残しています。炭火の秘密は、意外とこんな風情を好む心にも関係があるのかもしれませんが。

最近ではエコロジーブームにのって、炭の隠れた素顔を見ることが出来ます。その一つに河川の浄化への利用があります。炭には細孔が無数にあり、一グラム当たりの表面積が二〇〇〇〜四〇〇〇平方メートルにもなります。このため、炭は吸着力が大きいのです。また、炭はアルカリ性であるため、それを好む微生物にとっては住みやすいと考えられています。そこで、炭を河川汚染の元となる生活廃水の処理施設などに利用すると、水質



炭火焼



水質浄化



緑化

俺に任せろ！



調湿

が良くなりました。これは、炭の孔に吸着した汚濁物質が微生物により分解されたためです。現在、炭を使って河川をきれいにする試みは各地で行われており、水質問題が深刻な所では水の浄化にたいへん役立っています。炭の水浄化機能を応用し、農薬などによる環境汚染を未然に防ぐ研究を進めている所もあります。

このほかにも、炭はいろいろな才能を發揮し、私たちの生活に役立っています。昔から、炭窯跡やたき火跡では樹木の成長が良いとか、きのこがよく出るといった言い伝えがあります。つまり、炭が土壌中にあると植物の育ちが良くなるのです。これは、炭が肥料として働いているわけではありません。炭が存在すると、植物の成長を助ける特定の微生物が簡単に増えることができ、その結果、成長が良くなるのです。このほかに、炭の吸着性を利用した吸湿剤としての利用もあります。住宅の床下、壁などに炭を入れておくと余分な水分

が炭に吸着され、快適な暮らしができるという仕組みです。このように、炭の利用は意外な所で行われているのです。炭には、まだまだ秘められたパワーが感じられます。私たちはまだ、炭のほんの一部の素顔しか見ていないのかもしれませんが。

あなたも炭の素顔にもっと出会ってみませんか。

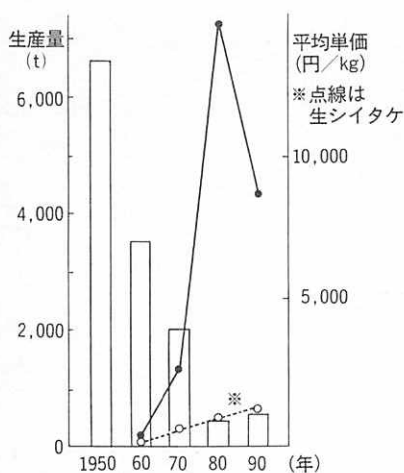
(大平辰朗)

森の宝石？ 松茸の高い理由

日本人は、昔からきのこが好きです。マツタケ、ヒラタケ、シイタケ、エノキタケなどは古くから知られていました。特にマツタケは香りの良さが好まれ、最高級のきのことして珍重されてきました。

もちろん、きのこ栽培の試みも昔から行われてきました。すでに「農業全書」（二六九七年）には、シイタケの栽培方法が記されています。空气中に浮遊している天然の胞子を利用することにより、今から約三〇〇年前にはシイタケ栽培が産業化されていました。マツタケについても、「本朝食鑑」（二六九七年）に「根の下にヒゲがあり、あるいはまた巢となっている。松茸のつると呼んで、これを栽培すればマツタケの出ない土地も出るようになる」とあります。しかし、いまだにマツタケの人工栽培は成功していません。

マツタケは、シイタケのような木材を分解するきのこは違い、菌糸と呼ばれる細長い細胞で、生きていくアカマツの根の表面を覆い、ブドウ糖などの必要な栄養分を根の細胞からとっています。その代わりにアカマツの根の表面を外界の悪影響から保護し、水や無機物を吸収しやすくしています。このような根との共生関係を菌根と呼びます。ホンシメジ、シヨウロ、ハツタケなども同様に菌根を形成するきのこです。いずれも鋸ぐずのような培地上ではほとんど成長せず、菌根の条件を人工的に作り出すことは非常に難しいのが現状です。ときどき△△マツタケという名前で栽培の成功が新聞で報じられますが、その正体はシイタケな



マツタケの生産量と価格の推移

どのほかのきのこに、化学的に合成された香り成分をかけただけのものが少なくありません。

数十年前まで、日本のアカマツ林の環境は、マツタケにとって良いものだったのですが、マツ林の高齢化、下草や低木の繁茂による林床環境の変化、マツクイムシによるマツの枯損などにより、マツタケの生育環境が悪くなり、発生量が減ってしまいました。その結果、庶民には高嶺の花の状態が続いています。このため国内の生産量の三倍以上のマツタケを韓国、中国などから輸入しています。香りの不足が不評だった外国産のマツタケも、以前より出荷体制の整備が進んだ結果、品質が良くなり日本産に近くなってきました。

現在、日本では十数種のきのこが栽培されています。

堆肥を使うツクリタケ（商品名マツシユルーム）以外はすべて木材を分解するきのこで、原木または鋸くずと米ぬか、ふすまなどで栽培されています。

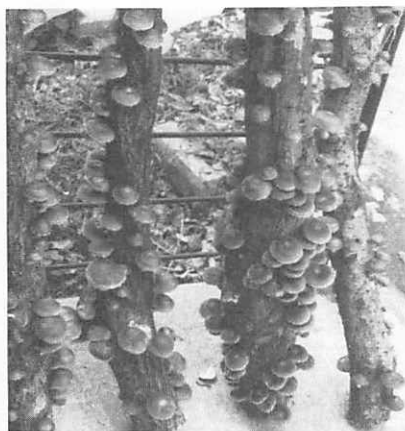
近年、原木と労働力などの不足からシイタケの鋸くず栽培が注目され、またエノキタケ、ヒラタケなどの鋸くず栽培では、空調設備を備えた栽培舎による大規模な栽培が主流になってきました。外見からは工場生産のようで、昔とは様変わりしてきましたようです。（根田 仁）

百薬の長の本家はこちら？

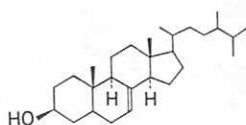
きのこには、食用きのこや毒きのこ、それに薬用となるものもありますが、どうしてそれがわかったのでしょうか。人々は、飢饉のときなど見知らぬきのこも口に入れてみたのでしょうか、また自ら薬となるかどうか試したのでしょうか。とにかく、このような人体実験的知識の集積が、きのこの食毒薬区分として今日に伝えられているのです。一千年余の歴史をもつ漢方では、きのこ（菌類）ではサルノコシカケ類がよく使われます。コフキタケ、チヨレイマイタケ、マンネンタケなどです。ただし、最近の方法で証明されている薬効は多くはありません。街なかで、煎じ薬として売られている切り刻んだきのこを見かけることがありますが、薬効はないが簡単に採集できるカイガラタケ、ホウロクタケ、ツガサルノコシカケなどのきのこが、増量剤のように多量に入っていることがときにあります。

一般に薬は過剰にとれば毒となりますから、逆に考えて、毒でも微量なら薬となるかもしれません。かつてツキヨタケの毒素として分離されたランプトロール（イルジンS）が、がんに効くかもしれないと注目されたことがあります。結局は副作用が強くて薬としては使えないとわかりました。

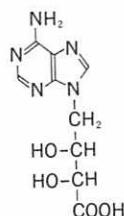
効果が認められているものにサルノコシカケ科のカワラタケがあります。培養菌体から抽出されたタンパク多糖類に、抗腫瘍性や免疫抵抗性回復作用があるといわれ、クレスチンという薬名で使われています。



シイタケ



エルゴステロール



エリタデニン

最新の知見により効能などが見直されています。

薬用効果のあるきのこといえば、シイタケが最もなじみの深いものでしょう。食用として広く使われており、低カロリーの自然食品ですが、シイタケからはレンチナンと呼ばれる抗腫瘍性の多糖類が発見され、医薬として使われています。

また、含まれているエリタデニンは、血中コレステロール値を引き下げ、エルゴステロールは日光（紫外線）が当たるとビタミンDに変わり、骨の健全な発達を助けます。

また、ほかのきのこでもそうですが、シイタケには食物繊維が多く含まれていて、大腸がんや便秘を防ぐ効用があります。さらに、食用にしただけで血圧降下作用があることがわかりました。その後マイタケでも同様な作用が発見されました。そのほか、ブクリョウの菌核のパキマラン、エノキタケのフランムリンなどの抗腫瘍性物質が研究されています。

(浅輪和孝)

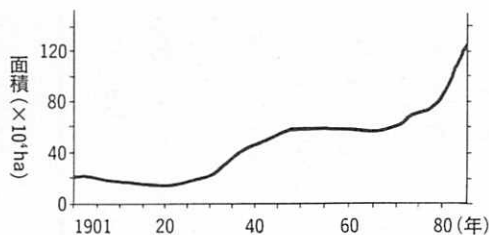
スギ花粉症はなぜ増えた

スギ花粉症は一九六四年に発見されました。五〇年代以前にはほとんどなかったといわれます。それが今ではスギ花粉症患者は全国民の一割近くに達しており、まさに「国民病」と呼ぶにふさわしい状況です。

花粉症はアレルギー反応の一種です。スギ花粉を吸うと、花粉のもつアレルギーだけに結合できるIgE抗体が生産されるようになります。ひとたびこの状態になった人が次にスギ花粉を吸うと、アレルギーがIgEと結合し、これが引き金となってそのたびに花粉症の症状が引き起こされるのです。ただし、スギ花粉はIgE抗体を生産させる力が弱く、十分な量の抗体ができるまでには普通長い年月がかかるといわれます。

では、なぜ近年になってスギ花粉症がこんなに増えたのでしょうか？

まず考えられるのが、飛んでくる花粉が以前より増えたということです。飛んできた花粉の量を長期間にわたって調べた例はありませんので、主要な花粉発生源と考えられる三〇年生以上のスギ林の面積の変遷を統計資料などから推測してみました(図)。現在は約一三〇万畝ですが、なるほど、近年の増加が著しく、二〇年で倍増しています。これは、戦後積極的に植林されたスギが育って着花林齢に達しているためです。しかし、一九五〇年代でも現在の約半分の発生源が存在していたこともわかります。ですから、その当時でも、雄花の豊作年には今の多い年の半分くらいの花粉が飛んでいたと思われる。それなのに、そのころスギ花



主要なスギ花粉発生源(31年生以上のスギ人工林)の面積の変遷(林野庁の統計資料などから一定の仮定のもとで推定した値)

粉症がなかったのは不思議です。何かほかの要因もかかわっているのではないのでしょうか。

最近になって注目されているのが大気汚染物質の一つであるDEP(ディーゼルエンジンの排ガスに含まれる微粒子)です。先ほど述べたように、スギ花粉はIgEを生産させる力が弱いのですが、DEPはIgEの生産を助けることが動物実験で確かめられています。ですから、DEPとスギ花粉と一緒に吸うと数シー

ズンで「花粉症体質」になってしまいうわけです。交通量の多い都会でのスギ花粉症患者の人口比率が、花粉のずっと多い郊外や山村より高いこともDEPの重要性を示しています。ちなみに、一九五一年には約二万五〇〇〇台だったディーゼル車は六〇年代以降急増し、八三年には五〇〇万台を超えています。

このほかにも、食生活の変化による体質の変化など、花粉症の増加に關与する要因はいくつか挙げられています。そして、その多くが花粉症患者の急増と同様、ここ二、三〇年の間に急速に状況が変化したものです。スギ花粉症が増えたことの犯人として、飛んでくる花粉量の増加ばかりに目が向けられがちですが、実際には多くの要因が複合した結果なのです。

(金指達郎)

頭をリフレッシュさせる森の音

盛り場に近い所でも、森林に入ると空気がひんやりとし、都会の喧騒けんそうがうそみたいに静かになっていることに気づきます。これは、森林内にある樹木や草の幹や葉による音の屈折、吸音効果によるものであり、これを利用して家屋と道路の間に街路樹や公園を配して車の騒音を防ぐことが行われています。人間にとって不快な音を防ぎ、気持ち落ち着かせる効果をねらったという解釈もできます。防音とは逆に、森林内に生息する虫の声や鳥のさえずり、小川のせせらぎ、滝の音、さらには風による木の葉のざわめきなど、森林内で発生する音が人間に与える影響も考えられます。近ごろ環境ビデオと称し、森林の風景や海の波の映像を見せるビデオがありますが、これも映像と音による心身の安静をねらったものです。それでは、なぜこのような音環境が心身のリフレッシュ、沈静化につながるのでしょうか。この研究ははじまったばかりで、これだという結論はまだ得られていません。ここでは、今までに得られた知見を述べておくことにします。

まず、森林内で発生する音の特質です。森林内で発生する音を、スペクトル解析という方法で分析し、縦軸にパワースペクトル（各周波数ごとの音の大きさ）、横軸に周波数（一秒間の音波の周期回数）をとってプロットしますと、「1/f ゆらぎ」と称する直線になることが知られてきました。この「1/f ゆらぎ」をもつ現象は、人間に「快適感」をもたらしといわれています。そのため、近ごろ自然界にある「1/f ゆらぎ」



森林内の音環境は精神集中の必要条件？

からヒントを得て、風の強弱を「 $1/f$ ゆらぎ」で制御させ、自然の風のように感じさせる扇風機が発売されていますが、これなどがよい例でしょう。

また、自然界の音を聴いたときの人間の反応を生理学的に検討した研究も見られます。特にこの分野の研究は、脳波による分析が進んでいます。脳波は、その周波数の帯域で分類して δ 波、 θ 波、 α 波、 β 波などと区分していますが、人間がリラクセスしたり、意識を集中したり、落ち着いているときは α 波が出やすいといわれています。これに対し、不安、緊張、イライラなどのストレス状態にあるときは β 波が、浅い睡眠

状態のときは θ 波、深い睡眠のときは δ 波が主成分となります。実験では森林内の音、たとえば小川のせせらぎ、鳥の声などを聴かせると脳波に α 波成分が多く現れました。つまり、森林内の音は人間をリラクセス状態に誘うわけです。

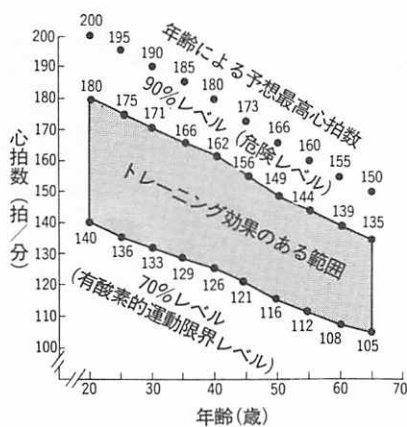
このように、森林内には人間の脳波を α 波状態に導く「 $1/f$ ゆらぎ」をもつ音環境があります。よく森林内で座禅を組んでいるイラストを見ますが、この辺に根拠があるのかもしれませんが。

(豊川勝生)

フィットネスによい森の歩き方

森の中を歩くと気持ちがいいため、知らず知らずのうちに長い距離を歩いてしまうことがたびたびあります。きっと森の中には、人間の能力を向上させるような雰囲気満ちているのでしよう。すなわち、直射日光を遮る森の木陰は涼しく、フィトンチッドを含むふくいくとした香りが漂い、そして、遮音効果は車や都会の騒音に代わって、風にそよぐ木の葉やせせらぎの音、鳥のさえずりなどで森を満たします。人間の運動能力は心理的要因にかなり影響されますから、このように気持ちのよい森の中で、日常社会のストレスから解放されリラックスして歩行を楽しむことは、健康に良いばかりではなく、トレーニング効果も期待できます。しかしながら、無理をしすぎると身体に悪影響をもたらしかねません。そこで、ある目安を守って、森の中の散策を楽しめることをお勧めします。

原則的に疲れを残さない歩行が望ましいわけですが、このような運動は有酸素的（エアロビクな）運動と呼ばれています。そのうえ、この運動には身体の余分な脂肪を運動エネルギーとして使ってしまう効果もあるのです。では、歩行中に有酸素的運動を確認するための目安はあるのでしょうか。おそらく、手首に触れて脈拍を測る方法が最も簡単で、しかも比較的正確な方法だと考えられます。一〇秒間の脈拍を測り、それを六倍して一分間の心拍数を求めてください。心拍数による有酸素的運動の限界レベルは、その人の最高



有酸素的運動の目安

心拍数の七〇％に当たるとされています。しかし、最高心拍数は簡単に求められるものではありません。ここで、通常は二二〇からその人の年齢を差し引いた値を予想最高心拍数として代用します。疲れな程度に歩行を楽しみたい方は、この七〇％レベル以下の心拍数を保てるような速度で歩いてください。また、持久力を高めたい方およびダイエットしたい方は、七〇％レベルの心拍数を保てる速度で二〇分から三〇分の歩行を一週間に三日以上の頻度で続けることが肝要です。

森の中には、起伏のある山道もあります。特に、上り坂では心拍数も高まり、平地の歩行に比べてより短い時間でより大きな運動効果を期待できます。たとえば、歩行速度を一定にして、上り傾斜をきつくしていくと、エネルギー消費量は指数関数的に急激に増加していきます。たとえゆっくり歩いたとしても、心拍数が七〇％レベルを超えるかもしれません。適宜に休憩して、決して無理をなさらないでください。また、山道は木の根などの障害物が多く、とてもつまずきやすいですから、鳥の歩き方をまねて慎重に歩いてください。先人たちはこれを「山は鳥足で歩け」と教えたものです。

(山田容三)

II

森を育てる

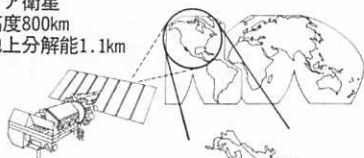
どうやって測る？

地球の森林面積

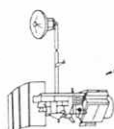
地球の約三〇％が陸地で、そのうち約三〇％（約四〇億[㊦]）が森林といわれていますが、地球全体の正確な森林面積を求めることはたいへん困難なことです。これまでもFAOは全世界の森林面積を発表してきましたが、各国からの報告を基にしていました。しかし、国によって精度がまちまちで「森林」の定義さえも異なるため、信頼できる数値が得られませんでした。まず、FAOでは、木または竹の樹冠が二〇％以上覆っている所を森林と呼ぶことにしました。また、精度の向上を図るため一九八〇年の世界森林調査では、一部の地域で必要に応じて人工衛星の写真を使って森林面積を推定しました。さらに一九九〇年の調査では、より積極的に熱帯地域で人工衛星写真を森林面積の推定に使用することにしました。

ところで、人間が宇宙から地球を見ても、「地球は青かった」と宇宙飛行士が言うように、青い光が散乱して地表の状況がよくわかりません。そこで、散乱の少ない近赤外波長の反射を観測できる装置を人工衛星に載せて、クリアな映像を収集しています。また、この近赤外波長は植物の葉面からの反射が強く、植物の構成の違いやその変化をとらえることができるため、森林の分布把握にもきわめて有効です。そのうえ、人工衛星では広い範囲を同時に観測できます。このように人工衛星を用いた地球観測技術（これを衛星リモートセンシングと呼んでいます）は、広範囲の森林調査に最適な道具といえます。

ノア衛星
高度800km
地上分解能1.1km



ランドサット衛星
高度700km
地上分解能30m



地上情報



異なる衛星を用いて
能率的に全世界の
森林面積を推定する

人工衛星による森林情報解析の方法

さて、それでは全世界の森林面積を人工衛星写真を一枚一枚調べて求めているのでしょうか。森林が識別できるような高い分解能をもつ人工衛星写真ですと、全陸地をカバーするのに数万枚必要になり、そのすべてを利用すると経費はばく大なものになります。そこで、熱帯地域では地上の分解能が低い衛星と組み合わせ、統計処理によって森林面積を推定する方法が採用されています。まず、一平方度の分解能をもつアメリカの気象衛星ノアで、森林の分布のようすを大まかにとらえ、その中から一部の地域を確率比例抽出によって選択します。次に、選択した地域の森林の状況を一センチ以上の分解能をもつランドサット衛星などの写真を使い、詳細に観察します。これを適当な面積分繰り返して、全体の森林面積を推定します。これは衛星を利用した多段サンプリングという手法で、能率的であるとも推定された面積の精度も検定することができます。また、熱帯以外では、各国の調査結果を収集して森林面積を集計しています。このような方法によってはじめて一九九二年に世界の森林面積とその変化のようすが統一された基準の下で詳細に得られることになっています。

(沢田治雄)

宇宙時代のガリヴァーの目

ガリヴァー旅行記での最初の渡航地（小人国）の最も高い樹木は「見たところ約七フィート（二・13m強）」だったそうです。この程度の高さなら、ガリヴァーは自分の身長と比較してわかったのでしょう。小人国の林務官たちは直径を測る輪尺や巻尺を用いて太さを測り、木登りをしたり、比較目測のできる目印をつけた棒か、測量器械を用いて樹高を測り、それから樹木の体積（材積）を計算していたに違いありません。

さて、現代のガリヴァーならぬ超人が地上に降り立ち、地面を見下ろすとします。彼の目までの高さは四二〇〇が、両目の間隔は一八四〇がです。航空機に焦点距離が二一セ、視野角七五度、一三セ×二三セの画枠のカメラを搭載して、彼の右目と左目の位置で、真上から地上を撮影すると、縮尺二万分の一の空中写真が撮影でき、重なり合って写っている部分約二・四は四方は、右目で右写真、左目で左写真を見ると、彼の目に映じたように立体的に再現（立体視）できます。私たち人間の両目の間隔は約六・五ですが、これで超人の目をもつことが可能となります。空中写真の世界での「立体」は、二次元的な広がりをもっている対象物を二次元の画像として記録した写真を、再び立体的な空間の広がりをもった対象物に再現し、三次元の測定ができるようにすることです。

私たちが物体を両目で見た場合、遠近感（立体感）を感知することができます。ちなみに両目の幅が広い



超巨人の右目と左目の位置で地上を撮影すると彼が見たように立体的に再現（立体視）できます。

ほど遠近感の感知能力が高くなり、打者が投手の投げたボールのスピードと変化を判断する能力など、スポーツなどで有利といわれています。物が立体的に見えるのは、右目と左目とは見る角度に差があるためです。その証拠に、鉛筆を手に持って目の近くに置き、交互に片目をつぶると、右目と左目とは鉛筆の形が違って見えます。この物体と目の位置との関係が変わるために起こるズレを視差（パララックス）といいます。空中写真上には、視差のために一本の樹木が左右の写真上に長さを違えて斜めに写っています。これを立体視しながら、写真上で一〇〇分の一単位で視差を読み取る道具（視差測定桿）を用いて樹高を測りま

す。また、樹冠の形状、大きさや数など、空中写真からいろいろのことが推定できます。小人ならぬ私たちが空中写真を判読し、複雑な森林を樹種、樹高、林の混み具合などで類型化し、空中写真と現地の調査データとを整理した判読基準資料を用いて、樹種や材積を推定できます。

近ごろは、身長七〇〇歳の超超巨人ランドサットが、人間の能力を超える各種センサーを装備した特別仕様の目で宇宙から地上を観察しています。

（高橋文敏）

木の値段の決まり方

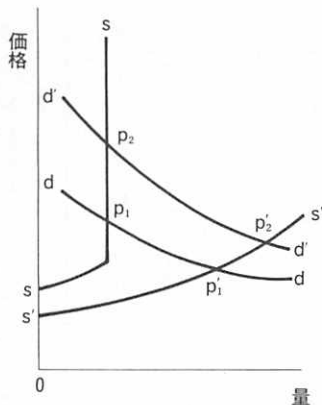
すでに家を建てた人、また計画中の人なら経験すみのように、ひと口に木の値段といってもじつにさまざまです。たとえば、見えない所に使うスギや米ツガ（まいたけ）の柱だと二、三〇〇〇円も出せば一本買えるのに、北山スギの床柱だと一本が一〇〇万円を超えるものがあります。

同じ木なのにどうしてこんなに値段が違うのでしょうか。これを図で説明すると、まず北山スギの床柱の場合、それに適した木は限られていますから、その供給曲線は S_1 のように、価格が高くなっても供給量を増やすことはほとんどできません。そのため、その価格はただ需要の増減（ d_1 、 d_2 ）によって上下するだけであることがわかります。これに対して普通の柱の場合、それに適した木は大量にあり、その供給曲線は S_2 のように、価格が上がれば供給量は相当の限度まで増えます。そのため、需要量が大きくても安い値段で大量に供給できればその値段は低く決まるでしょう。要するに、普通の柱の価格は需要曲線にだけ依存するのではなく、供給曲線にも深く関係しているわけです。

大量に使われている普通の柱にもう少し注目してみると、かなり前から柱材の多くはスギやヒノキよりも米材のほうが多くなっています。ですから日本の生産者が、スギの柱は一本一万円でなければ生産しませんと言ったところで、米材の生産者がこれよりずっと安い三〇〇〇円で供給し、しかも需要を賄うことができ

ますので、価格は米材の生産コストである三〇〇〇円に落ち着いてしまします。

言うまでもなく、安い外材を輸入することは個々の消費者にとつては利益にかなうことです。また、全体としても消費者のほうが圧倒的に多数なわけですから、外材を輸入することは社会的には正しいように見えます。しかし、ここで注意していただきたいのは次の点です。つまり、スギの柱の生産コストが高いのは、米材の柱生産に比べて生産性が低いためだけではないということです。というのも、米材は自然に生育した樹木（天然林）を伐採・加工するだけなのに対して、スギは樹木の育成そのものにもコストが必要だからです。言い換えれば、米材の柱が安いのは自然を収奪しているからであるのに対し、スギ・ヒノキの柱は人間の手で作ったものですからコストが高くなるわけです。



木材需給と価格決定との関係

森林の減少を少しでも食い止めるためには、国内で樹木を植えて育て、なるべく世界の天然林を切らないようにすることが必要なのですが、図に見るような木の値段の決まり方からすると、なかなかそれは難しいのも事実です。ですから、国内で生産を可能にするような条件を作り出すために、社会的な資金を投入することは、木材を大量に消費している日本人の責任ではないでしょうか。

(柳幸廣登)

初寅には山へ入るな

山で働く人たちには、昔から「仕事の安全」に関するしきたりや言い伝えがたくさん残されています。それには道理に合ったものもありますが、非科学的な迷信とさえ思われるものもあります。「山の神」はその典型かもしれません。「山の神」は山のあらゆる現象を司る神霊であり、狩人や杣こま、炭焼すすきなど山に生きる人たちの守護神でした。そして、じつに多様な神々——まさに八百万やおよその神々として伝えられています。

山林は水源であるばかりでなく、食物や生活資材を豊富に提供し、一方では、水害、風雪害などの発生源ともみなされ、人々は山に対して親しみと恐れの両面の心情をもって接してきました。それで、山の神に対する禁忌はたくさんあります。山仕事には常に危険が伴うことから、山で働く人たちの「仕事の安全」への願いでもあったのでしょう。たとえば、「初寅には山へ入るな」などがそれです。山の神の日（祭り）を神の意志に背かない「忌み日」とし、この日は山に入ってはいけないとされてきました。これは、初寅、つまり正月の最初の寅の日を山の神の日とするもので、祭りは地域によって異なるようです。そのほか、「女房が嫉妬すれば山の神から見放される」というような、仕事に出かける亭主を笑顔で送り出さないとい、女房たるものの心得を教えたものや、「山仕事のはじめにたき火の煙に当たり山の神へ安全を祈る」、さらに、樹木が成長の過程で幹の形状が○—○—になった「窓木まどぎは山の神の木だから切るな」という伐倒危険木を知らせるも



御神木（新岡正吾氏提供）

のなどさまぎまです。しかし、このような山の神にまつわる慣習も時代とともに変化し、祭りも山で働く人たちの慰労の色彩が濃くなり、仕事の安全を山の神に祈りながら日ごろの労をねぎらい、懇談会と称して酒宴を催すことが多くなってきました。最近ではカラオケも登場するそうです。一方では、「三度の山神祭より一度の下刈りをせよ」などという、山神祭も楽しみではあるが、仕事のほうが大切であると戒めることわざも残されています。

山の神を男神とする所や夫婦神とする所もありますが、全国的には女神とする所が多いようです。女の山の神は嫉妬深く、女人が山に入るのを好まないとされています。家庭の主婦を「山の神」＝カミ（神）さんというのも、おそらくこれに由来するのではないのでしょうか。

山の神にまつわる安全のことわざには、非科学的なものが多いのも事実ですが、山で働く人たちの強く安全を願う心が込められていることを忘れてはならないと思います。これらの中には、安全の大切さを論じ、安全の原点を示唆するものが多いようです。

（奥田吉春）

熱帯林再生の鍵——きのこ

最近、「きのこを使って熱帯林を再生する」計画が新聞に掲載され話題になりました。これは急速に減少している東南アジアの熱帯林を、その代表的な樹種であるラワンなどのフタバガキ科樹種を使って造林し、再生しようとするものです。フタバガキ科樹種を使った造林はこれまでも試みられていますが、焼き畑耕作をした跡などの荒廃地に造林したため、大部分が失敗に終わっています。

一般に、土壤条件や気象条件が悪い場所に生育する樹木の多くは、きのこなどの微生物と一緒に生活することによって、木はきのこから土壤中の水分や無機養分をもらい、きのこは木から有機物などをもらって互いに助け合って共生しています。樹木の根の先端に土壌中の菌糸が侵入して共生している根を菌根といい、菌根ができるとう木の成長が良くなります。ラワンなどのフタバガキ科樹種は「外生菌根」を作ります。この菌根はマツタケ菌などと同じ仲間です。外生菌根ができると根の先端が菌糸で覆われ保護されるので、根は乾燥や地中温度の変化、病原菌の侵入に対して強くなるなどの効果があります。したがって、熱帯の貧栄養の土壌、乾燥、高温といった厳しい生育条件のなかで造林をする場合には、菌根のついている苗を使うことが成功のポイントになります。

インドネシアの東カリマンタンなどで行われたフタバガキ科樹種の苗に菌根をつける研究の結果、菌根を



Scleroderma columnare の子実体



Shorea sp. 外生菌根

つけた苗はつけないものに比べて、山に植えたときの活着率や生存率が高く木の成長も良いこと、また、フタバガキ科樹種に菌根を作るきのこはニセシヨウロ、キツネタケなどの八属あることがわかりました。このうち、ニセシヨウロ属の *Scleroderma columnare* というきのこは、特に幼苗に菌根を作りやすく、また多くの樹種と菌根を作ることわかりました。このきのこは球形の子実体内部に胞子が詰まっているため、一度に大量の胞子が簡単に得られるという利点もあり、菌根の接種源として現在最も有望なものです。菌根をつける方法としては、大量の胞子が得られる場合は胞子を水に混ぜた液を苗に灌水し、やや日陰の場所に数カ月間置いておくと苗に菌根ができます。またフタバガキ科林の中に苗畑を作ると、周囲からきのこの胞子や菌糸が入り、六カ月程度で自然に菌根ができることもわかっています。

このようにフタバガキ科樹種の造林にきのこは重要な働きをしており、また、苗に菌根をつけるための基礎的技術もほぼでき上がっていますが、世界的な緊急課題である熱帯林再生技術の早期確立に向けて、日本をはじめ欧米先進諸国で研究が進められているところです。

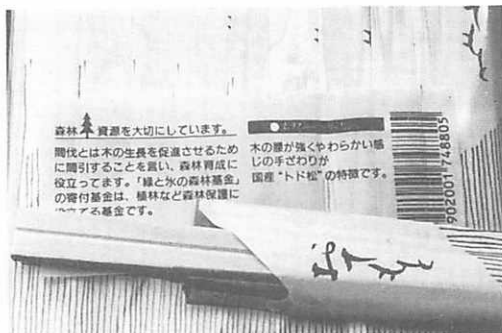
(横田明彦)

割箸が山を守る

わが国で箸が使用されはじめたのは、素戔嗚尊すさのおのみことが川に箸が流れてきたのを見て上流に人が住んでいることを知るくだりが古事記にあることから、相当に古いようです。しかし、割箸の出現はそう古いものではありません。江戸時代の一七五〇年ごろから一般的な料理屋が現れ、文化文政（一八〇四〜二九年）のころには二八蕎麦にちらそばに代表される大衆的外食産業も盛んになりました。この文政期に杉製の「引裂箸」が、江戸、京、大阪で使われたというのが割箸が文献に現れる最初だといえます。

明治一〇年に奈良県吉野郡下市町で、吉野杉から建築用材や樽用材をとった残りの端材部分はざいを利用した「小判型」、「丁六型」、「元禄型」の割箸が考案され、明治四〇年には同じ下市町の箸商人小間治三郎が「利久型」を考案しました。大正五年ごろに「天削型」てんせきけが出現して、大衆品の丁六、中級品の小判・元禄型、高級品高級品の利久・天削型という現在使われている種類がそろったのです。

長い時間をかけて成立した天然林はともかく、自然の流れに逆らって成立させた人工林を、有用な材木を生産できる林分に育て上げるには十分な手入れが必要であり、それを怠ると経済的価値の低い樹木に負けてしまします。ひどい場合はツルやササに覆われて、成林すらおぼつかなくなります。それなのに、近ごろは除伐や間伐、ツル切りなどがなごりにされている人工林が多いのですが、これは人手不足と手入れをして



間伐材を利用した割箸

も収益が期待できないためです。健全な森林を造り管理することは、山で働く人がいないと不可能です。そのためには、山村では十分な収入が見込めない状況を打破しなければなりません。山で働く人々に豊かな生活ができるだけの産業基盤を提供できれば、収入は改善され、人々の定着率も向上するでしょう。

割箸製造のためにはそれほど多くの元手は必要でないし、原材料の早生樹や間伐材、あるいは高級材でも端材はタダ同然に安いので、特別に材料林を造成しなくとも、材料は無尽蔵といえるほどにあるというわけで、割箸製造は山村地域の産業として有利です。昔は商品価値のなかったシラカンバやシナノキなどでも割箸として市場価値をもつようになったので、これらの豊富な北国でも割箸製造が産業化されています。そのうえ、除・間伐材という材料を切り出してくることで造林地はよりよい林に成長するのです。

このようなわけで、割箸は山を守り育てるといっていいでしょう。かつて吉野地方に花開いた割箸産業がその経済を支えた事例を他の地方に移植することは、地域の産業振興にも寄与することでしょうし、それが緑の守り手を育成する力になると期待されるのです。

(桜井尚武)

消費も美德？

過度な森林の利用が森林の荒廃を招くことは明らかです。一方、意外と思われるかもしれませんが、人手を加えない、利用しない、利用したくてもできないということも森林を荒廃させる要因の一つになります。

山にもすべて所有者がいます。私有地、公有地や国有地などに分けられますが、いかなる所有者も、森からの収益の向上を願っていることもまた明らかです。自然環境の厳しい林地の所有者は、もっぱら環境保全の役割を任せられ、伐採による収入は期待できない場合もなくはありませんが、樹木の生育に適した林地では、木材生産を中心とした山林からの収益を目指しているのです。木材の需要がある以上、これによって生計を立てる者がいて不思議はないわけで、適切な管理を行えば、太陽エネルギーで生産される木材は永続的な生産が可能なので、高収入があれば、おのずと山の見回り回数は増え、管理にも身が入ろうというものです。高価な建築用材の生産が無理な森林であっても、たとえばシイタケ用ほど木や割箸原木が生産されて金になれば、病虫害などのない健全な林を造り効率の良い生産を目指すことができます。

しかし、収益が乏しいとなると、特に小規模な個人の山持ちちは、山林への投資意欲が失せ、結果として、木々はツルに巻かれ、樹木どうしの競合も激化してモヤシのようになり、値打ちのない木になるのを見過すことになるのです。仮に病虫害が発生しても、防除の手を差し伸べることもないでしょう。人件費が高騰

する一方で木材の値段が安く、山からの収益の上がない現在、森林はまさにこういう状況に置かれているのです。

かつて里近くの山林は、住民の日常生活と深いかわりをもっていました。枯木や落ちてきた枝などは燃料として、草木の葉や茎は馬などの家畜の餌として、また、落葉などは田や畑への肥料として利用されていたのです。もちろん、まともに育った木は薪炭用、あるいは建築

用の木材として切られもしたでしょう。しかし、切られても、すぐに切株から生えてきた木々や植えた苗を育て、日々の生活や農業に役立つ林が造られていったのです。

それらの山林は、今、ツルに覆われたり、虫にやられたりして元気のない木々で占められているばかりでなく、ゴミ捨て場になっていたりする所も少なくありません。こうした荒れた姿を変えるには、無駄使いといわれる割箸や門松、クリスマスツリーでも結構です。大いに木を使ってもらうことです。「風が吹けば桶屋がもうかる」式で、所有者に「山はもうかる」ことを実感してもらうこと、これが森林を育てるいちばんの近道なのです。

(佐藤 明)



ツル切りが遅れクズに覆われたスギ林
(森林総研 浅沼巖吾氏提供)

しごきか過保護か優良木の育て方

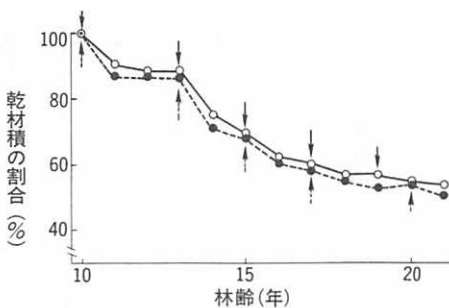
皆さんが、わが家を建てる時にはどのような木材が良いと思われませんか。多くの方は、第一に節のないこと、そして年輪幅が狭くてよくそろっていること、色つやが良くて肌ざわりの良いことなどを挙げられると思います。優良木とは、このような木材を得ることが可能な樹木で、なかでも、柱や板の表面に節があるのは大きな欠点になりますので、節のない木材を得る割合が高い樹木といえます。建築用材に最も多く用いられるスギやヒノキなどの優良木は、どのように育っているか見てみましょう。

天然林では、若木は大木や周辺の樹木、雑草などに太陽光を遮られます。このため、成長が遅くて年輪幅が狭くなります。節の原因となる枝は、光の条件が悪くなると枯れ落ち、節の少ない木材になります。このように、太陽光を遮られたり、周辺の樹木との競争というストレスが優良木を育てているといえます。

スギやヒノキの人工林では、優良木を育てるためにいろいろな方法を用います。人工林の植栽密度は、普通ヘクトール当たり三〇〇〇本前後ですが、この密度では植栽木間の競争がはじまるのが遅く、その間成長が良く、枝も枯れません。この結果、年輪幅が広くて節の多い木材になります。年輪幅が狭く、節の少ない木材にするためには、ヘクトール当たりの植栽本数を六〇〇〇本、あるいは一万本と多くし、植栽木間の競争が早くからはじまるようにします。激しい競争が長く続くとモヤシ状になり、風や雪に対する抵抗力が低

下しますので、間伐（間引き）を頻繁にして植栽木間での競争というしごきを調整します。この調整を、密度管理と呼んでいます。

節は、光合成を行う葉を支えている枝によるものですから、すべてなくすことはできません。しかし、節の分布を幹の中心部だけとし、その外側を節のない木材にすることが出来ます。その方法は、枝をつけ根から切る枝打ちという作業によります。たとえば、一辺が一〇・五センチ角の柱材の表面に一個の節も出ないように



枝打ちをしない林の幹材積に対する枝打ち林の幹材積の割合の変化 ○はヒノキ林、●はスギ林、矢印は枝打ちの実施年を示す。

するには、枝のついている箇所幹直径が六センチ以下で枝打ちしなければなりません。スギやヒノキの根元直径が六センチになる植栽後六〜一〇年から枝打ちをはじめ、数年ごとに繰り返す必要があります。条件が同じ所で、枝打ちをまったくしなかつた林の、単位面積当たりの幹材積に対する枝打ちを五回繰り返した林の幹材積の割合(図)は、二一年生で約五〇％しかありません。枝打ちによって、生産器官である葉を枝とともに強制的に除くしごきを受けるため、成長は遅れますが、節がなく年輪幅の狭い優良木に仕立てれば価格面で十分な見返りがあるのです。木も食物も人も温室育ちは歓迎されないようです。

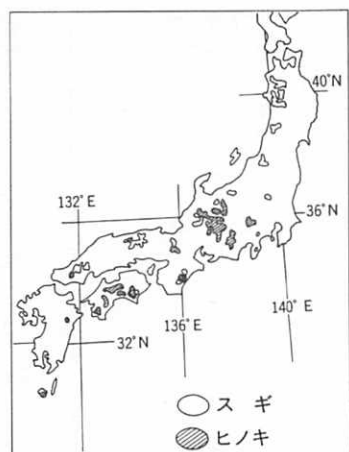
(竹内郁雄)

俺たちや街には住めないからに

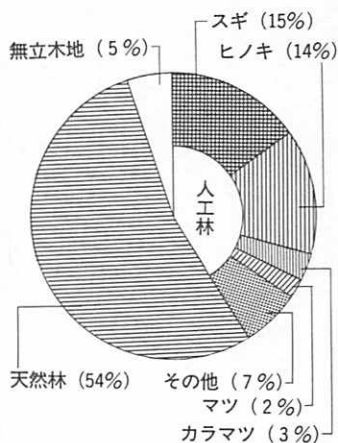
人間だれしも便利で環境の良い所に住みたいと思いますが、そういう所は土地の価格や税金が高く、簡単には住めません。植物にとつては、基本的には温度、光、水分、空気、養分が十分に供給される所が住み良い所ですが、そういう条件に恵まれた立地にはいろいろの植物が生育できるので、お互いの間の競争が激しくなり、結局、競争力の優れた植物が優占することになります。

現在、日本で最も広い面積を占めている森林はスギ林とヒノキ林ですが、そのほとんどは人間が世話をし育てた人工林です。スギやヒノキの人工林の見られる冷温帯・暖温帯は、自然状態にしておけば、それぞれブナ・ナラなどの落葉広葉樹あるいはシイ・カシなどの常緑広葉樹の森林になります。スギ・ヒノキは芽生え（実生）が小さいので定着するのが難しいうえ、ほかの多くの広葉樹類より初期の成長が劣ります。有用なスギ林・ヒノキ林を育成するため、ほかの植物との競争に負けないように、人間はこれまで苗畑という理想的環境で実生を大きくしてから林地に移植して、十分に大きくなるまで何度も雑草木を刈り払ったり、ツルをとってやったりということをしてきました。

スギ・ヒノキ天然林の分布は、人工林の広がる地域に比べて狭い地域に限られています。気候的には、スギが青森県から屋久島まで広く分布し、ヒノキは福島県から屋久島までの太平洋側の主に寡雪地域に分布し



スギ・ヒノキの天然分布



日本の森林面積 (総面積25万km²)

ています。そして、ともに花崗岩などの貧栄養の酸性岩を基岩とする地域や急峻な山地の尾根など生育立地条件の悪い所に限られて自然分布しています。ところがスギもヒノキも、植栽・下刈りなどの世話をして生育させると、より肥沃な土壌でよく成長するし、同一斜面では乾燥しやすく貧栄養の尾根や斜面上部より湿潤で肥沃な斜面下部でよく成長します。植物の生育にとって条件の良い立地では、スギ・ヒノキは、実生が定着しやすく成長が速い広葉樹類との競争に負けてしまうために、自然のままではそこに優占することはできません。スギ・ヒノキが現在のように限られた所に天然分布しているのは、長い間の競争の結果であります。

植物の世界でも、好適な立地条件の所に住むには、ほかの植物との厳しい競争に打ち勝たなければならぬので、楽ではありません。

(田中信行)

北のスーパーツリー—ヒバ

ヒバ材はスギ、ヒノキに比べ建築材としての知名度は低いのですが、その品質は決して劣りません。ヒバで造られた中尊寺金色堂が一〇〇〇年もその姿をとどめているのを見てもわかるように、腐りとシロアリには抜群に強く、あまり人目には触れませんが、土台材としては最高の折紙つきです。これはヒバに含まれる主にヒノキチオールという成分の働きによるもので、鋸ぐずから成分を抽出して養毛剤、化粧品、歯磨料などに利用されていますが、最近では、食品添加物としても厚生省から認知され、多くの加工食品に利用されているほか、青果物の鮮度保持、リンゴの木の樹皮を腐敗させる腐乱病の治療、ミツバチのカビの害からの予防などにも実用化され、ダニやゴキブリに対する忌避効果も確認されています。また、ヒバの香りの成分が脳の判断力を増加させることもネズミの実験で証明されています。

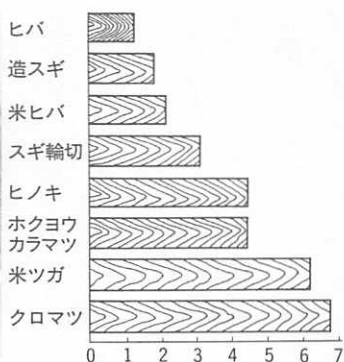
ヒバはアスナロといい、日本の特産です。一般には「明日はヒノキになろう」がその名の由来だとされていますが、はつきりしません。ところで青森地方のアスナロは変種（ヒノキアスナロ）で、特にヒバと呼んで区別しています。ヒバは種子で増えるほかに、下のほうの枝が垂れ下がり、地面に接するとそこから根を出して独立した木になる増え方をします。これを伏条更新といいます。芽生えが成長するには、ある程度の光が必要ですが、伏条更新では親木から栄養をもらうので強い光はいりません。暗い林の中で安全・確実に



ヒバの抗カビ性試験

サブロウ寒天培地に黄色コウジカビの胞子を塗布し20日経過したが、ヒバの周囲に菌が近寄らない。

(青森営林局 工藤悦郎氏提供)



シロアリの被害指数

被害指数は0～7に区分し、0は0%、7は100%の被害量である。

(岡辺敏弘ほか「青森ヒバの不思議」より)

繁殖する方法を、ヒバは長い年月をかけて身につけたの
でしょう。

このような場所で独り立ちしたヒバの葉は、タンポポ
のようなロゼット型で大きく、わずかな光でも生活でき
るような形をしています。こうして大きな木が枯れたり
して、ぐんぐん伸びていける余地ができるまで何十年も
耐えているのです。しかし、いったん光が入り、根も十
分発達するとどんどん成長しはじめ、一二〇年もたつと
胸高直径が六〇センチ以上の大径木になります。

ヒバは日陰に耐える木ですが、同じような性質のシイ
やブナのように単一樹種の林は作りません。必ず、ホオ
ノキ、トチノキといった広葉樹の混じった林を作り、仲
良く育っています。

このように、抗菌性以外にも多くの有用な成分をもつ
たヒバは、育ち方もスーパーです。

(糸屋吉彦)

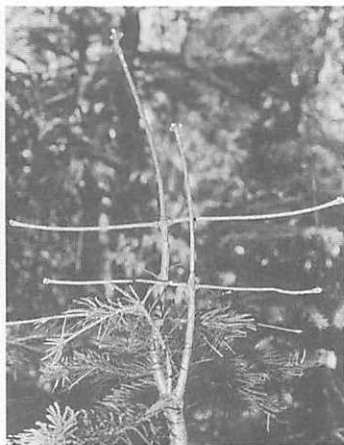
雪が嫌いな北国の木

北国の木・トドマツは昔から雪が嫌いだったわけではありません。むしろ雪のマントのおかげで、冬の寒さをしのいできたといつてもいいほどです。雪が嫌いになったのは、雪の中で進行する病氣「トドマツ枝枯病」が蔓延まんえんしてきたからで、それはここ二〇年というごく最近の出来事なのです。

トドマツは長い年月をかけてさまざまな環境に適応してきました。多雪地帯のトドマツは、雪害には強いが寒害には弱い。その反対に、少雪地帯のトドマツは、雪害には弱いが寒害には強いという性質を、自然淘汰によって獲得してきたのです。北海道の脊梁山脈の日本海側は多雪地帯です。この多雪地帯には、離れた地域からの遺伝子の導入を避け、近い地域の、できるだけ雪害に強いトドマツを植えるようにしてきました。雪害は雪圧という機械的な力による樹木の損傷で、主な症状は、幹折れ、枝折れ、枝抜けなどです。ところが、この多雪地帯のトドマツに、一年生枝の針葉が緑色のまま多量に落下するという、新しいタイプの雪害が大発生しました。雪に埋まっていた細い幹には、凍害によく似た陥没斑も認められたのです。新型雪害そして、雪のマントの下では起きないはずの凍害の発生という不思議な現象が注目を集め、原因究明のための研究が開始されました。その結果、この現象は、カビの仲間による新しい病気で、のちに「トドマツ枝枯病」と命名されたものによるということが判明したのです。



① 降雪前



② 融雪後

一冬を経過したトドマツ枝枯病の病徴

トドマツ枝枯病菌の胞子は、六月から七月に飛散します。病原菌は、樹皮の割れ目、芽の鱗片が重なり合ったすき間などの乾燥に耐える場所に定着し、菌糸の状態ですべてを越します。雪が降る前のトドマツの外観はまったく健全です（写真①）。

病原菌は雪の下で樹皮に侵入し、生皮（形成層と内樹皮）を壊死させ枝を枯らします（写真②）。融雪時の、緑色のままの針葉の落下は、雪圧という機械的な力によって抜けたのではなく、生皮組織の破壊の結果として起こる付随的な現象であることが明らかになりました。

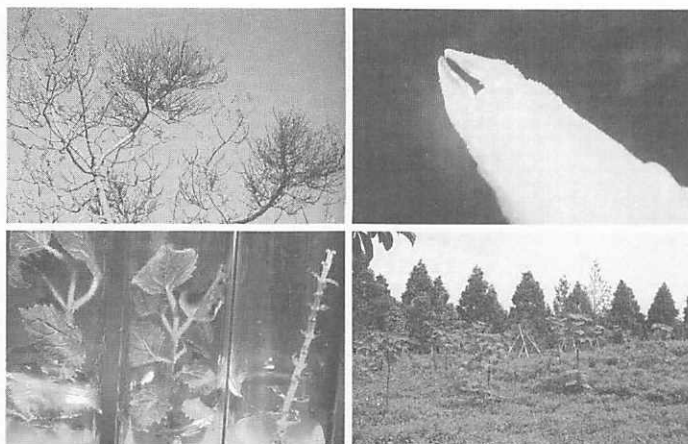
積雪が五〇センチ以上あれば、厳寒期でも積雪下の地面付近はほぼ〇℃、暗黒、多湿の状態に保たれます。この雪により緩和された環境条件がトドマツ枝枯病菌の活動を助けています。トドマツが雪を嫌いになったのは、雪のマントの下の環境条件だったのです。（田中 潔）

バイオ技術でヘルシーツリー

近年、生花や果樹の栽培にバイオ技術が盛んに利用されていることはご存じでしょう。カーネーションやイチゴ、ブドウ、リンゴなどでは、各種のウイルス病対策として茎頂培養が行われています。これは、植物の成長点付近では新しい細胞が増殖しているため、ウイルスの感染がそれに追いつかず、無病の部分が存在することを利用するものです。たとえば、イチゴでは成長点を含む茎頂組織を○・三〇・五_リ切り取り、それを無菌培養して芽や根を分化させて、植物体を再生することによって健全な個体を得ています。皆さんが食べている粒のそろったみごとな大粒のイチゴは、ほとんどこの技術によっています。

キリ材は、軽くて湿気や火に強く、腐りにくいため、タンスなど家具を作るのになくならないものですが、キリには、患部に小枝が群生して生育を阻害するてんぐ巢病があり、栽培上問題になっています。これは、マイコプラズマ様微生物というウイルスに似たものが原因で発病するといわれており、よい防除方法がありませんでした。ところが、茎頂培養を利用すると、てんぐ巢病にかからないキリの苗の大量増殖が可能となります。

病気をもつキリから長さ○・四_リの茎頂を切り取り、広葉樹用に開発した培地に人造植物ホルモンを添加して培養します。茎頂からは多数の芽が伸びてきますが、電子顕微鏡の観察でその半数はマイコプラズマ様



てんぐ巢病にかかったキリ(左上)と切り出したキリの成長点(右上), および茎頂培養で得られた健全な苗(左下, 左2本)と順化して外で生育する培養ギリ(右下)。

微生物に感染していない健全な芽であることがわかりました。そして、培養の途中で病原微生物が熱に弱いことを利用して三・八℃で二週間処理し、その間に伸びた部分から再び茎頂を切り取って培養することで、さらに高い率で健全な苗木を得ることができました(写真)。

このほかにも、耐病性や耐虫性の遺伝子を取り込むバイオ技術を駆使してヘルシーツリーを作り出す研究もされています。その一つは、ある種のバクテリアがもっている殺虫作用のあるタンパク性の毒素(Btトキシンの)の遺伝子を遺伝子組み換えによって、今、熱帯で盛んに植えられているユーカリなどに導入しようとするものです。遺伝子導入された樹木は、殺虫成分を自身で生産するようになり、その結果、害虫がつかなくなるわけです。このように、健全な森林づくりのためのバイオ研究が盛んに行われています。

(石井克明)

種子たねをつくるタネと仕掛け

植物体の一部を、養分を含んだ培地で培養することにより細胞分裂を引き起こし、不定形の細胞の塊であるカルスを形成させたり、芽を多数形成させたりすることは多くの植物で可能になっており、林木でも培養法の確立された種類はかなりの数に上っています。この培養の仕方を工夫することによって、種子中の胚によく似た「胚様体」を作ることができます。胚様体は、この場合、生殖細胞でない体細胞から作られるので「体細胞胚」とも呼ばれます。この体細胞胚をゼラチン状のカプセルで保護し、天然種子と同じように取り扱うことがアメリカのムラシゲによって提案され、「人工種子」と呼ばれています。すでにセロリ、アルファルファ、レタスなどの草本では、ある程度制御された環境下で高い発芽率を示す人工種子が作られています。

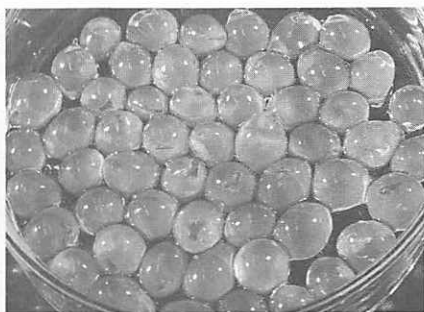
人工種子という言葉にはまだ明確な定義があるわけではありません。最近では、体細胞胚の代わりに不定芽などの分裂組織を用いたものも人工種子と呼ばれています。

次に、林木の人工種子開発の一例を紹介しましょう。シラカンバでは、野外の植物体の一部を培養して高い効率で増殖させる方法はすでに確立されています。しかし、ガラス容器内の無菌の幼植物体は著しく過保護な条件で育っているため、そのままガラス容器から外に出すと外気の乾燥やカビのためにほとんどが枯れてしまいます。そこで、ガラス容器内の植物を外の環境に馴らす「馴化」の作業を必要とします。その煩雑な

シラカンバの腋芽
を用いた人工種子



人工種子から得られた
シラカンバの苗木



パーライト上での
人工種子の発芽

馴化の作業を省略し、培養で増殖したシラカンバから効
率よく苗を生産する方法として人工種子技術を用いるこ
とが試みられました。無菌の幼植物体から切り出した腋
芽（葉のつけ根についている芽）を海藻からとれるアル
ギン酸という物質のゲルで包埋して人工種子を作りました
（写真）。シラカンバの人工種子は滅菌していないパー
ライト上で発芽し、苗として使える大きさに成長しまし
た。また、この人工種子は冷蔵庫で一〇〇日以上保存し
た後でも発芽することがわかりました。

シラカンバの腋芽を用いた人工種子は天然の種子と同
じように貯蔵や輸送に耐えるので、苗床にまいて発芽さ
せることができるようになれば優良木のクローン苗を得
るのに適しています。このように、人工種子技術は組織
培養による優良木の増殖と苗の供給の間をつなぐ技術と
して発展が期待されています。

（木下 勲）

あの手この手の思案が実り

木はたいへん大きく重い物です。たとえば、直径四〇^{cm}、樹高二一^m程度の木になると、その重さは地上部だけで一・五^tにもなります。また、木の生えている所はたいへい斜面であり、平均傾斜四〇度以上の場所もあります。このように険しい所から、木材をどのようにして運んでいるのかお話しします。

平均傾斜〇〜二〇度の所では、車両（スキッターやフォワーダー）を使用して木材を運び出します。スキッターは木材を全幹（枝を払った幹だけの木）または全木（枝を払っていない木）の状態で牽引します。フォワーダーは切りそろえた木材を積載して走行します。このような車両を使用するトラクター集材は、林道や作業道（ブルドーザーなどで造る簡単な道）がある程度造ってあれば準備にたいした手間がかからず、機動性も良いという長所をもっています。このため、かつては集材作業の大勢を占めた架線集材は漸減し、緩傾斜地ではトラクター集材が増加する傾向にあります。しかし、車両が林地を走り回ったり、作業道をつけたりすることで、林地を荒らしてしまうこともあります。

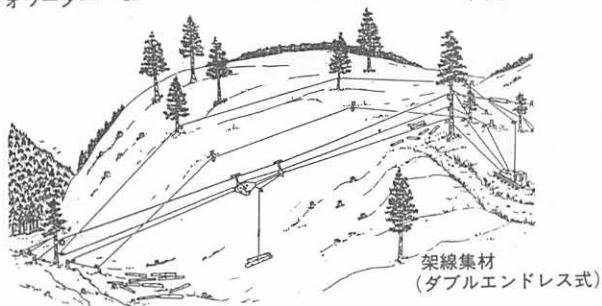
斜面の平均傾斜が二〇度以上になると車両で走行するのは危険ですし、作業道をつけるのも困難になってきます。このように険しい所では、架線集材がよく使われます。架線集材は山に張ったワイヤロープを利用して木材を運び出す作業方法です。さまざまなワイヤロープの張り方があり、日本ではバリエーションまで



フォワーダー



スキッター



架線集材
(ダブルエンドレス式)

集材手段のいろいろ (新編「集材機索張り図集」, 1970より改変)

含めると一〇〇種類以上あるといわれています。そのなかでも代表的なのがエンドレスタイラー式やダブルエンドレス式で、集材現場に行くときよく見かけます。架線集材はワイヤロープを何本も山に張らなければならぬため、準備にかなり手間がかかります。しかし、木材を空中で輸送するため林地をあまり荒らさないといい長所もあります。

ほかの方法では接近することが困難な奥地林から木材を運び出す場合や、林地を荒らさずに運び出したい場合はヘリコプターを用いることがあります。

ヘリコプター集材は、どんな所からでも早く木材を運び出せるのですが、チャーター料が高いため材価の高い木材でないとなかなか採算が合いません。また天候に左右されやすく、雨、霧、強風(一〇分/秒以上)のときは稼働できません。(朝日一司)

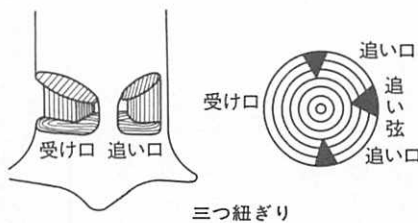
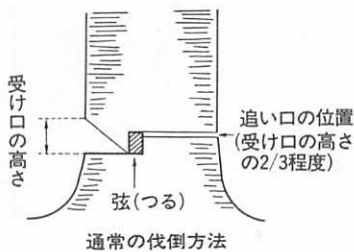
ツルがものをいう木の倒し方

森林に生育している立木を切り倒す仕事を伐倒作業と呼びます。伐倒する手段として以前は斧おのこぎりや鋸のこぎりが使われていました。昭和三〇年代初期ごろからチェーンソーの使用が盛んになり、現在ではこの方法が一般的となっております。山に生えている木は、針葉樹のように樹幹が通直で樹形が整っているものもあれば、広葉樹のように樹幹が変形し枝のつき方や張り方が不規則なものもあります。したがって、伐倒する立木の樹幹の傾きや曲がりの程度、枝のつき方や張り具合などにより立木の重心の偏りや重心方向を見極め、適切な状況判断に基づいた伐倒方法を取らなければ立木はとんでもない方向に倒れ、重大災害が発生する場合もあります。また、林地という足場が非常に悪い傾斜面上で斧、鋸、チェーンソーなどの道具を携行したり、使ったりしなければならぬので、肉体的にもきつくてつらい仕事です。このように、ひと口に木を切り倒すといっても容易なことではありません。

一般的に行われている伐倒の方法は、はじめに伐倒方向側に受け口を作り、次に追い口を切るという順序で進められます。受け口の形や大きさ、追い口の鋸断位置などは伐倒方向、立木の大きさ、重心位置などに応じて適切な処置が大切ですが、ここでのポイントは、追い口を切り進み立木が倒れるとき、追い口と受け口の間に切り残される「弦つる」と呼ばれている部分です。弦は木が倒れるときに折断します。この弦は、曲が

りながら折れるときの抵抗と蝶番ちやぶつがいの働きで伐倒方向を確実にし、倒れる速度を調節するという大切な働きをします。弦の大きさ（高さ×幅）は、追い口の高さ×切り込みの深さで決まります。また、弦の大きさは樹種、個々の立木の大きさや形状、重心位置などによって変える必要があります。

伊勢神宮の遷宮の造管用材には古くから木曾地方のヒノキの大径木が使用され、この立木の伐倒は御神木の伐倒と呼ばれてきました。御神木の伐倒は「三つ紐ぎり」という木曾地方に古くから伝わる伐倒方式で行われます。この方法は斧のみが使用され、受け口と二個の追い口を作り、支柱を二本残し、最後に受け口の



正反対にある支柱（追い弦）を斧で切り離すことよつて所定の方向に確実に倒すことができます。この方法によれば、木の中心部が完全に除かれているので心抜けや割裂がなく、大径木に対して安全で適切な伐倒方法といえます。木曾地方では、昭和二〇年ごろまで大径木や貴重材の伐倒にはこの方法が用いられていました。現在では、二〇年ごとに行われる伊勢神宮の式年遷宮に先立って行われる御杣始祭みそまはじめで見られる光景となりました。

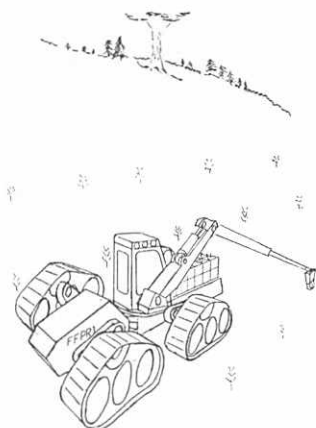
（今富裕樹）

抜き足差し足？ 森にやさしい機械

今日も人里離れた山奥で、木を切り出すために、また新しい森を造り育てるために、いろいろな機械を使って山の作業が行われています。ここでは森林用の特別のトラクターが中心となって活躍しています。

森林用トラクターの働く地形や地表状態はじつにさまざまです。軟らかい森林土壌、ササやぶ、ぬかるみ、雪面や凍結地、そして歩くのも困難なような急傾斜と、谷と尾根の交錯する凹凸地形がその舞台です。このような森林内を木や地面を痛めないで安全に自由に走行するには、機械と地面の性質をよく理解して、トラクターの構造やその作業法を変えていく必要があります。二、三の特徴的なことを示してみましよう。

トラクターの重量は森の地面に支えられています。このとき土を固めないために、また駆動力を得るためにも、機械の接地圧はできるだけ小さいことがよいのです。接地圧の一般的な目安としては、体重七〇kgの人の靴底で二平方センチ当たり約二三〇kg、一トの乗用車のタイヤでは一・七kg程度です。これに対し普通の車輪型トラクターでは約一・四kg、森林用の超幅広タイヤを装備したものは約二〇〇kgで、歩いている人より小さくなります。クローラー（キャタピラー）型トラクターでは普通四〇〇kg程度、幅広タイプでは一〇〇kgより小さいものもあります。このように森林トラクターは、タイヤなどの接地面積を広くすることで接地圧の全体平均を小さくしていますが、実際にはなかなか計算どおりにはなりません。実験的に均一の



植林用トラクターの想像図

土質の走行コースでトラクター下の土中圧力を測定すると、タイヤの接地面の前半や、クローラーの内側に並んでいる小車輪の直下に平均値の数倍の圧力が集中します。また深さ方向では、地中十数センチで最大圧力になる圧力球根と呼ばれる玉ねぎ状の等圧線になります。

実際の森林内では、さらに根や厚い腐葉層などが支持力を発揮しており、土圧の分布はとても複雑です。このような土中への圧力がトラクターの走行にどのようにかかわっているか、また木の成長をどれほど阻害するかはまだ十分にわかっておらず、今後詳しく調べる必要があります。

地面が支えているのは、機械の重量だけではありません。トラクターは、地表と平行に働く土や地表物との剪断力や摩擦力などから推進力を得ているのです。エンジンがいくら強力であってもこれらの力以上に動力を加えると、トラクターはスリップして地表をかく乱し、地表状態をさらに悪化させることとなります。

このように、トラクターは地面の発生できる力（支持力）の範囲内で走行が可能です。しかし、森へのダメージを最小にし、厳しい条件の森林内を走り回るためには、以上のようなことを配慮した、もっと森に優しいトラクターが必要です。

（佐々木尚二）

III 森は動いている

森は動く

「バーナムの大森林が動き出さないかぎり、王の地位は安泰だ」と言われたのは、シェークスピア劇の主人公マクベスです。魔女の言葉どおりスコットランドの王となったマクベスは、この子言を信じて暴虐のかぎりを尽くしますが、自分が殺したかつての王ダンカンの息子マルコムにより、最後には、森林に偽装した侵攻作戦によって敗れます。「森林が動き出すことなどはありません」と考える常識と、期せずしてその裏をかくことになる作戦の妙が、この話の落ちの一つになっているわけです。しかし、本当に森林は移動しないのでしょうか。花粉分析などによる古植生の研究は、むしろ逆に、過去の気候変化に対応して森林が移動していたことを明らかにしています。

植物が生育するに任せて自然に安定した状態を極相といいますが、日本は温潤な気候なので極相はほとんど森林となります。一方、南北に長い日本列島は北と南で気温がかなり異なり、それによって現在では四つのタイプの森林が成立しています。北あるいは高い山から順に、常緑針葉樹林、落葉広葉樹林、常緑広葉樹林（照葉樹林ともいう）と区分され、さらに沖縄および小笠原には亜熱帯林が分布しています。このような森林の配置は、植物の共同体である森林がそれぞれの環境に適應して成立した結果です。ところで、花粉は植物体のうちでは最も保存性が良いため、化石を発掘して過去の生物を研究するように、花粉の保存状態の良い

1万5000年前からの植生変遷 (塚田, 1974による)

花粉帯	絶対年代 (西暦)	照葉樹林帯	中部日本の温帯	時代の 特徴	地質時代 区分
R III b	1,500年前 (A.D.450)	アカマツ林, 草本低木類	アカマツ林, 草本低木類	歴史時代	後 氷 期
R III a	4,250±250年前 (2300±250B.C.)	人類による森林破壊はじまる (草本類の増加開始) カシ亜属, シイノキ, ヤマモ モ林, 冷温帯針葉樹進出	ブナ, ナラ属林(コウヤマキ・ スギ共存) 亜寒帯林の進出	減暖期	
R II	9,500年前 (7550B.C.)	カシ・シイ林	ナラ, ブナ属林 (温帯・暖温帯林の進出)	温暖期	
R I	10,500±500年前 (8550±550B.C.)	冷温帯林, ヨモギ属, 草本類	針広葉樹混交林 (ブナ・ナラ属増加, トウヒ・ シラビソ・コメツガ減少傾向)	漸暖期	
L	約15,000年前 (13000B.C.)	ハリモミを含む冷温帯林, ヨモギ属, 他草本類	マツ属を優占する亜寒帯林 (トウヒ, シラビソ, コメツガ, カラマツ, ダケカンバを含む)	寒冷期	

泥炭湿地などで花粉分析が行われます。泥炭の堆積層を乱さないように掘り下げ、層ごとに花粉の種類と数を調べるわけです。花粉の種類と数から調査地周辺の過去の植生が推定され、それを層の順に比較することによって植物群落の変遷がわかります。各地で行われた花粉分析の結果をまとめると、表のように、森林は気候の変化に対応して日本列島を南北に移動していたことが確認されています。世界的にも、過去何回かの氷期のたびに植物たちは適地を求めて移動していました。東西に伸びるアルプスやヒマラヤの大山脈で区切られた地域では、植物たちの移動が困難なため、この過程で絶滅した種も多かったとされています。

二酸化炭素などの温室効果によって地球の温暖化が懸念されています。

たとえば、平均気温が 2°C 上昇すると森林の分布は緯度にして二度か三度、海拔高では六〇〇 m の差が生じます。過去の例と同様に、ゆつくりと、しかし確実に森林が移動していくことは明らかです。人類の活動によってもたらされた気候変化と森林の移動。それに対処できないかぎりマクベスを笑うことはできないのではないのでしょうか。

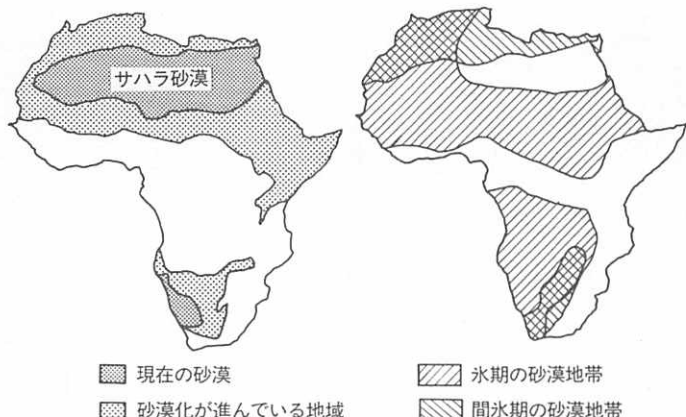
(斉藤昌宏)

サハラ砂漠は森林だった

砂漠は、降水量が極端に少なく、植物が生育できない地域に発達します。これは、少雨という気候条件によってできるもので、砂漠の面積は地球の陸地の約三分の一に達し、日本の面積の一〇〇倍もあります。その砂漠も、太古から同じ場所にあるわけではなく、気候の変化などによってその位置や大きさが変化しています。ここではアフリカの砂漠を例にとってみましょう。

地球の歴史に人類が登場したこの二〇〇万年の間、地球規模の気候変動によって幾度かの氷期、間氷期が繰り返されてきました。この気候変動によって、アフリカ大陸に吹く風の流れが変わり、雨の降る地域も変わりました。それに伴い、砂漠の分布は数十万年の単位で大きく変動しました(右図)。もちろん、砂漠でない地域(図の白い部分)では、植物が生育しその大部分は森林となっていました。このような砂漠と森林の分布状況は、この地域にある湖の調査によって明らかになったものです。つまり、湖底にある堆積物に含まれる花粉を分析することで、過去に生育していた植物の種類や量を測定したり、湖岸に残された水位の跡を調べることによって、過去の乾燥状態を知ることができるのです。これらの調査結果から、間氷期には今のサハラ砂漠が森林であったということがわかっています。

このような、数十万年というスケールでの森林と砂漠の変動とは別に、近年大きな問題となっているのが、



現在の砂漠と砂漠化が懸念される地域 (国連砂漠化防止会議資料より)

氷河時代の砂漠の動き (R. W. FAIRBRIDGE, 1968より改編)

人間の影響による砂漠化です。特に、熱帯や降雨の少ない地域では、自然の植生の回復力が弱いため、森林の過剰な伐採や放牧が容易に砂漠化を引き起こします。こうした人間による土地の荒廃によって、地球上では一年間に約六万平方メートル、なんと九州と四国を合わせた面積が緑を失い、砂漠へと変化しています。左の図はアフリカで砂漠化が進んでいる地域を表しています。その面積はアフリカの半分以上に達し、これは熱帯の豊かな森林(緑)が、急速に減少していることを示しています。このような現象は世界各地で起きています。日本は降雨が多いため、われわれは森林やサバンナの砂漠化についてあまり関心をもっていないようですが、砂漠化が森林資源の減少をもたらし、ひいては地球環境の異変(二酸化炭素の増加や温暖化など)に少なからず影響を及ぼしていることを、認識しておく必要があります。

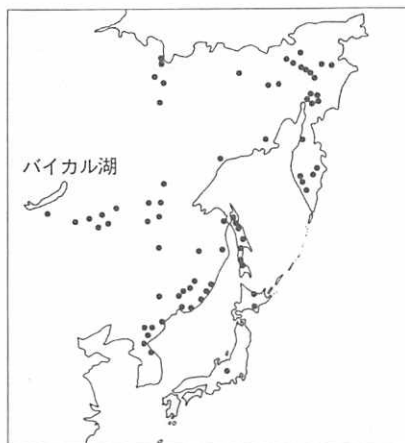
(田内裕之)

ケシヨウヤナギの憂鬱

ゆううつ

上高地には美しいケシヨウヤナギの純林があります。小枝にろう質の白粉をまとい、川面に影を映す姿はヤナギの女王のようです。ケシヨウヤナギは一属一種の植物で、日本を含む東アジアにだけ分布しています。アジア大陸東部には欧州や北米のような氷河が発達せず、多くの固有の植物が生き残りました。ケシヨウヤナギもその一つです。本州では上高地にしかないケシヨウヤナギですが、北海道では日高山脈から流れる川に沿って数多く生育しています。氷河時代に大陸から渡ってきたケシヨウヤナギが、暖かくなった今は上高地と日高山脈の付近にだけ生き残っているのです。ほかにケシヨウヤナギと同様に枝に白粉のつくエゾヤナギや、ヤナギ科植物以外ではヤエガワカンバ、クロビイタヤなども北海道と本州の一部に分かれて隔離分布する例です。

ケシヨウヤナギと同様に川の上流に生育しているヤナギ科植物に、ドロヤナギとオオバヤナギがあります。しかしこれら二種は北海道から近畿地方まで連続して分布しています。なぜケシヨウヤナギだけが隔離分布することになったのでしょうか。その秘密はケシヨウヤナギが純林を作ることにあります。ケシヨウヤナギは礫れきの多い河原の裸地に芽生え、成長します。このような場所は光は十分に当たりますが、水と栄養は乏しく、ほかの樹木がほとんど生育できません。このためケシヨウヤナギの純林ができるのです。しかし日陰に



ケシヨウヤナギの分布
(中井, 1928; 伊藤・春木, 1985より)

なったり、ほかの植物も生育する肥えた土壌では競争に負けてケシヨウヤナギは優占できません。また洪水で長時間水につかったり、砂が堆積して植物が埋まってしまうとケシヨウヤナギは生存できません。これはほかのヤナギ科植物と違い、ケシヨウヤナギは水中や土中で茎から不定根を出す能力がないからです。

ケシヨウヤナギがうまく生存するには礫の多い土壌がどうしても必要です。そのためには地殻変動で山地が少しずつ上昇し、川の浸食作用によって新しい礫や砂が生産されなければなりません。しかも光がたくさ
ん当たると広い河原が必要です。山地の上昇が続いた飛驒山脈と日高山脈だけが、このような条件に合った所
だったのです。ケシヨウヤナギが純林を作るのは、他種
との競争に強いのではなく、特殊な立地にしか生存でき
ないことを意味しているのです。

気候が温暖化し、地殻変動による山地の上昇運動が止まれば、礫や砂の供給が減り、ケシヨウヤナギの生育地は日本からなくなるでしょう。ダムや河川改修も、その生育地を狭めています。ケシヨウヤナギは自然の微妙なバランスのなかで自分のすみかを見つけ、かうじて生き長らえているのです。

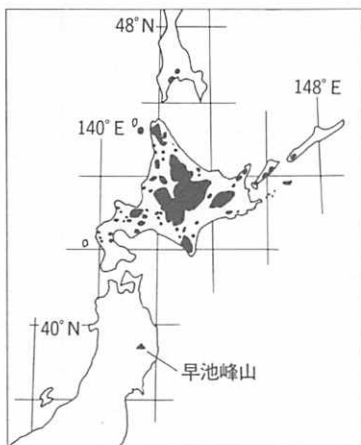
(新山 馨)

氷河の残した迷子

一九四八年九月、日本を襲ったアイオン台風は、岩手県を中心に大きな被害をもたらしました。早池峰山の北にある石合沢では大規模な山崩れが発生し、土石流となって流れ下りました。跡には、斜面中ほどに被害を免れた島状の土地を残して、広大な荒廃地が出現しました。

一九六〇年になって、元の植生を残している島状の部分が調査されました。その結果、コメツガ、キタゴヨウ、ヒノキアスナロに混じって、トウヒ属の木がかなり生育していることがわかったのです。さらに、それが亜寒帯性樹種のアカエゾマツであることが確認されたため、このニユースは人々の注目を集めました。というのも、それまでアカエゾマツの生育地として知られていたのは、北海道のほか樺太・千島の一部だけで、新しく発見された場所は、津軽海峡を挟んでずっと南に位置していたからです。では、アカエゾマツはなぜ早池峰山に隔離されたような分布をしているのでしょうか。

今から一万年以上も昔、地球は氷期と呼ばれる寒い時代でした。ヨーロッパやアメリカ大陸の北部は厚い氷で覆われ、日本では日高山脈や日本アルプスに氷河が出現しました。東北地方でも、エゾマツ、アカエゾマツといった寒冷な気候に適した樹種が広く生育していました。また、現在は樺太や千島などにしか分布していないグイマツが、東北北部から北海道にかけて生育していたこともわかっています。これらのことは、



アカエゾマツの分布
(石塚和雄, 1961を改変)

泥炭などの堆積物に含まれている花粉化石や、大型植物化石を調べることによって明らかになってきました。その後、気候が温暖化するなかで、これら亜寒帯性の植物は北海道以北へ後退していき、しだいに現在見られる冷温帯性の植物に変わっていったものと思われまます。

ところで、早池峰山は蛇紋岩という特殊な岩石からできています。蛇紋岩地には特有の植生が見られ、普通の植物はうまく生育できません(「土の一〇〇不思議」95参照)。ことに、石合沢付近は蛇紋岩が地表に露出しているのです、その特徴が強く表れています。このため、気候が温暖化したあとも新たな種がなかなか侵入できず、蛇紋岩地にも生育可能なアカエゾマツは生き延びることができたのでしょう。このことは、北海道

に現在分布しているトウヒ属二種の生育状況からも想像できます。つまり、エゾマツが土壌的に中庸で条件の良い所に生育しているのに対して、アカエゾマツは湿原、蛇紋岩地、火山砂礫地などの特殊な立地で優占していることが多いのです。こうして、冷温帯種との競争の結果、エゾマツが東北地方から追い出されたのに対して、アカエゾマツは特殊な場所に残ったものと考えられます。

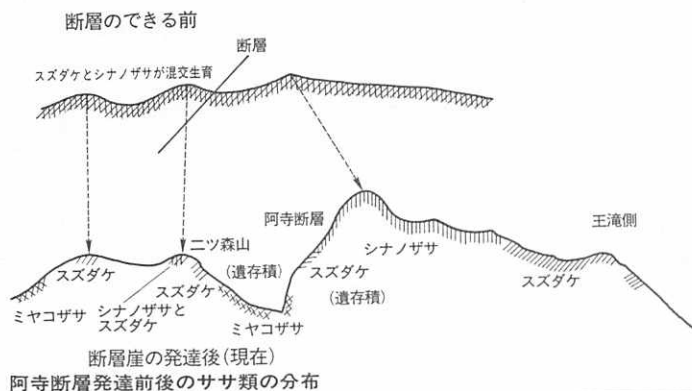
(池田重人)

二〇〇万年前に生き別れ

長野県と岐阜県の県境にある阿寺山地には、阿寺断層と呼ばれる有名な活断層が走っています。ここには長野県と岐阜県側とで六〇〇メートル以上の垂直的な段差をもつ、雄大な断層崖が発達しています。垂直に近い崖では植物が存在しない場所もありますが、現在そこにはさまざまな植物が生育しており、植物の分布に特別な傾向は見られません。しかし、断層崖付近のササ類の分布に限って見てみると、とても興味深い秘密が隠されています。

長野県側の標高二二〇〇メートル付近では、シナノザサに覆われたなだらかな山頂緩斜面から阿寺断層崖に移る小尾根にスズダケが小さな集団で点生しています。崖の部分では急斜面のためササ類は見られません。崖のすそに広がる山麓斜面には、ミヤコザサに混じって、崩落によると思われるスズダケの小生育地を見ることが出来ます。

岐阜県側では、標高二二三メートルの二ツ森山の山頂部にわずかな面積でスズダケが生育し、その他の場所ではササ類をほとんど見ることができず、山麓の緩やかな扇状地にミヤコザサが生育しています。この山頂部のシナノザサや扇状地に生育するミヤコザサ、なかでもミヤコザサは断層崖ができた後に、その一部が崩れ扇状地が形成された場所に分布を広げたこととなりますから、比較的新しい時代のササなのです。



阿寺断層発達前後のササ類の分布

阿寺断層を挟んだ二つの山地の地質はいずれも同じもので、その断層活動は二〇〇万年も前から始まり、現在のような大きな断層崖に発達したのだそうです。したがって、容易に種子で繁殖できないスズダケが阿寺断層を挟んで二つの山地に特徴的に分布していることは、植生分布の立場からも、阿寺断層の両側の山地が遠い昔に互いに同じ平坦面をもっていたことを意味しています。スズダケはそんな遠い昔から、そこに生育していたことになるのです。

こうした地史、地形や気候変化と関係した植物の分布は、広くどこにでも分布できる植物では指標性が少ないのです。このようなことは、寒い時代に広く分布していたが温暖化につれて高山に避難することのできたハイマツなどの高山植物でも観察できます。

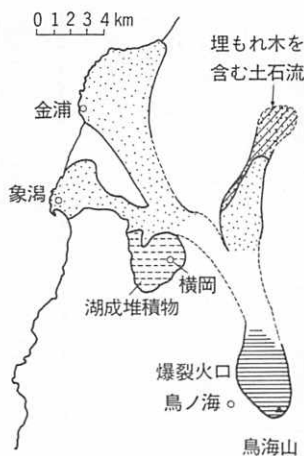
また、雪の中で寒い冬を過ごす体制を獲得したユキツバキのように、低木になった雪国の常緑広葉樹は、暖かい時代に分布域を広げ、寒冷化に対応した生活型を得ることのできた植物なのです。

(谷本丈夫)

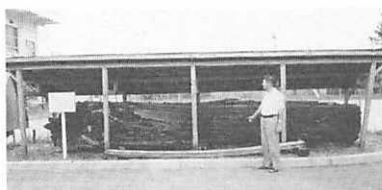
土に埋もれた大森林

火山の噴火は町や畑や森林を一瞬のうちに埋め尽くすことがあります。秋田県と山形県の県境にある鳥海山は、今から二六〇〇年ほど前に大噴火を起こしました。そのとき山体の一部が崩れ、岩石や火山灰と水の入り混じった流れ（泥流）となつてすそ野を埋め尽くし、日本海に達しました。鳥海山北西の山麓には小さい丘（泥流丘）が散らばっていますが、それらはこのときにできたものです。やがてこの泥流の上に人が住み、水田や道路を造ろうとして地面を掘ると、なんと、直径二メートルもあるようなスギの大木が土の中からたくさん出てきました。大昔の泥流はタイムカプセルとなり、当時の巨木が二六〇〇年の時間を経てわれわれの前に姿を現したのです。

鳥海山のような火山の噴火のほかにも、気候変化による海面の上昇や、洪水、地すべりなどによつても樹木が土の中に閉じ込められることがあります。このとき、土の中の酸素の量が少ないと、微生物が樹木を腐らせることができずに、そのまま保存されます。ときにはたくさん樹木の幹が直立したまま、さながら生きて森林を作っていたときのように土の中から出てくる場合があります。土に埋もれた森林ということで、「埋没林」と呼んでいます。魚津の海底林など富山湾の埋没林は特に有名で、およそ二〇〇〇年も昔の森林が海面の上昇のために海底に眠り続けています。



鳥海山泥流の広がり
(加藤萬太郎, 1977より作成)



埋もれ木

ただし、この埋もれ木は横岡出土のもので、1400~1500年前と鳥海山泥流より新しい年代が得られているという。

このような埋没林は、私たちにさまざまなことを教えてくれます。そこに生きていた樹木の種類からは当時の気候を知ることができます。富山湾の海底林のように海岸近くにあった森林ならば、当時の海面の位置やその後の地殻変動について教えてくれます。火山の噴火や土砂崩れ、洪水などによって埋められた樹木の放射性炭素の量を測ればその年代を知ることができ、災害予知に役立ちます。

ところで地元の人によると、鳥海山の泥流の中のスギ材にはなんとも言えぬ深い味わいがあるので、茶道の道具の材料として珍重され、大きなものになると数千万円の値段がつくそうで、農家に契約料を払っても農地を掘る業者が後を絶たないといえます。土の中の森林がお金もうけにもなるというのもおもしろいですね。

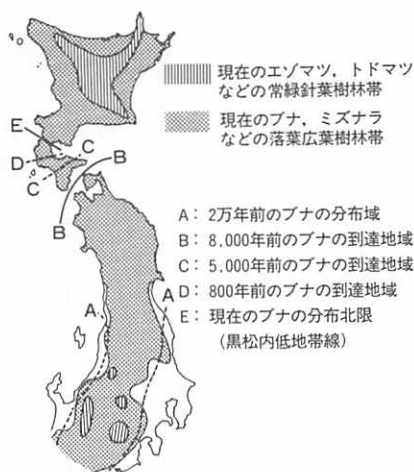
(大丸裕武)

海を渡ったブナ

北海道の森はクリスマスツリーのような常緑針葉樹ばかりでできている、と知っている方も多いかもしれませんが。しかし実際は、ミズナラ、シナノキ、イタヤカエデなどの落葉広葉樹にトドマツ、エゾマツなどの常緑針葉樹を交えた針広混交林が北海道の典型的な森林です。この森林は気候的には温帯林に含まれ、東北地方の森と似ていて共通樹種もたくさんあります。しかし、東北の森を代表するブナは北海道の一部で見られません。ブナの北限は渡島半島のつけ根付近の黒松内低地帯で、ここより南には立派なブナ林があるのに北では突然見られなくなります。札幌でもブナが育つための暖かさは十分あるのに、なぜ黒松内で分布が途切れてしまうのでしょうか。仮説として、冬の寒さ、降水量の少なさ、ほかの種類の木との競争、北限のブナの木寿命の短さなどいろいろな原因が提唱されていますが、まだこれといった定説はないようです。

ところで、今北海道にブナがあるということは、昔どこから祖先がやってきたということです。植物は自分で動けません、種子を飛ばすことで住む所を変えていきます。樹木のように次世代の種子が実るまでに一〇年以上かかるものでも、長い目で見れば移動しているのです。植物の過去の分布変化は花粉分析を多くの場所で行えば推定できます（「土の一〇〇不思議」四〇ページを参照）。

植物の移動の主な原因は気候の変化です。約二一〇〇万年前から一万年前までは大氷河時代とも呼ばれ、少



ブナの北上経過

なくとも四回の氷期と温暖な間氷期が繰り返された激しい気候変動の時代でした。絶滅したブナの仲間には代わって現生のブナの化石が現れるのもこの時代ですが、森林の分布など詳しいことはわかっていません。最後の氷期は七万年前から一万年前まででした。この時代から後になると花粉分析の資料も多く、森林の移り変わりもかなり詳しくわかっていきます。この氷期は二万五〇〇〇年前から一万五〇〇〇年前ころが最も寒く、年平均気温で七°Cも下がったといえます。このころブナは、東北地方南部以南の比較的温暖な海岸地帯に沿って生育していたと考えられています。その後気候は温暖化して、一万年前に氷期は終わりました。

それにつれてブナは一万二〇〇〇年前から北進をはじめ、八〇〇〇年前には本州の北端まで到達していたようです。そのころミズナラはすでに北海道に広がりはじめていましたが、ブナが津軽海峡を渡ったのはかなり遅れました。ブナが北海道に上陸したのは八〇〇〇年前から五〇〇〇年前までの間で、現在よりもさらに温暖な縄文海進と呼ばれる時代のことでした。最近では、その後の北上にも時間がかかり、現在の北限に到達したのは約三三〇〇年前であるという資料も得られています。

(九島宏道)

森の輪廻転生

輪廻転生とは、仏教の根本思想の一つで、人間が前世・現世・来世の三世にわたって死と再生を繰り返すという意味ですが、それから派生して地球科学では、地形の発達過程を地形の輪廻と呼ぶことがあります。

さて、皆さんが現在見ている森林は、太古の昔から変わらぬ姿ですとそこに存在していると思いませんか。なかには自然の作用あるいは人間の営みによっていったん破壊され、その後再びよみがえるという、あたかも輪廻転生のように死と再生を繰り返しているような森林も各地に見られます。

一例を挙げれば、火山の噴火に伴う火山灰や溶岩による森林の埋没や焼失があります。昭和五十二年に噴出した北海道の有珠山周辺では、火山灰が薄く堆積した所は元の土壌から再生した植物が中心となって比較的早く植生が回復しますが、厚く堆積した所では周辺から飛散した種子に頼るだけなので回復はやや遅くなります。しかし、浅間山の鬼押出し溶岩流のように、噴火後二〇〇年近くたった現在でもなお植物が十分生育できるだけの土壌が形成されず、植物の侵入を拒否している所もあります。

これに類したものに山火事による森林の焼失があります。火災直後は真つ黒焦げに焼き尽くされたように見えますが、樹皮の厚い樹種ではやがて幹や枝から芽を吹くものや、幹が枯れても根や地下茎などから芽を吹くものもあります。また、土中に埋まっていた種子が火災によって発芽が促進されたり、北米大陸のある



山火事跡地に萌芽した低木類（釜石市）

種のマツのように、火災に遭ってはじめて球果が開いて種子が散布されるものもあります。このように、環境条件が整ってくれば、植物が本来もっている再生力によって植生を回復させることは可能です。

一方、銅鉱山などから排出される亜硫酸ガスによって発生した煙害地や、過度の伐採が原因となって発生した花崗岩地帯のはげ山では、森林が失われることによって土壌が流亡するため、植物が生育できるだけの環境条件は自然状態のまま放置したのではなかなか整いません。そこで、人工的に土壌を改良したり、緑化工事などを施して植生の早期回復に努めなければなりません。台風による風害地や大雨による崩壊地などにおいても同様に、人の手を加えることによって植生回復が促進される例も数多く見られます。

そのほか、熱帯雨林の消失や酸性雨による森林の衰退は地球規模の環境問題であり、その回復方法は最も緊急を要する検討課題の一つといえるでしょう。

このような森林の消失と再生のサイクルは、人間の時間の尺度で計れば長いように思われますが、地球の歴史から見ればほんの一瞬にすぎず、お釈迦様のまばたきの間の出来事なのかもしれません。

（竹内美次）

火もまた涼し？ 山火事を待つ林

消さなくてもよい山火事なんてあるのでしょうか。もし山火事が起きてもまったく消火活動をしなかったとしたら、貴重な森林が大量にわたって無惨な焼け野原になり、多くの動植物がそのすみかを追われることになってしまおうでしょう。ところが、実際に山火事が起きてても消火活動は行わないという方針をとっている国がいくつかあります。それは決して消火する技術がないとか、予算がないとかいった理由からではありません。純粹に科学的なデータに基づいてそういう方針がとられているのです。ここでは、そういった政策をとっている国の一つであるアメリカ合衆国の例を紹介しましょう。

日本とは異なり、アメリカ合衆国では落雷などにより自然に発生する山火事が毎年何回となくあります。ヨーロッパ人による入植がはじまった当初は、山火事は悪しきものと考えられ、火災防御が森林管理の中心を占めていました。そして火災防御のための設備の充実や技術の向上が図られてきたのです。

一方、森林の生態や火災の影響について研究を続けていた科学者たちは、多くの動植物が火に適応しているだけでなく、火に依存して生活していることを明らかにしてきました。たとえば、北アメリカ大陸に広く分布するロジポールパインやジャックパインなどのマツ類は、多少の火災では死なない厚い樹皮をもち、さらにその球果は成熟しても数年間は開かず樹上に残り、火災時に高温にさらされるとはじめて開いて種子



1988年の大火災の1年後のイエローストン国立公園（ワイオミング州）

この火災でバイソン（野牛）をはじめとする400頭近い大型哺乳類が死んだが、火災後養分が還元され草本類の生育が進み、それにより多くの動物の個体数がかえって増加することになるだろうと予想されている。

を散布します。火災により林床が焼き払われ、競争相手の植物がいなくなったところですぐに種子を散布すれば、後の生育に優位であるに違いありません。またある種のキツツキは、火災の跡では餌となる穿孔性の昆虫が増え、焼けた樹木が営巣の場所に適しているため、個体数が火災前より増加することが報告されています。数年間隔で発生する火災は、雨や雪、風と同じく自然環境の一部になつていくというのです。たとえ数十年、数百年に一度しか起きないような大火災であっても、それは森林の活性化につながる重要な環境要素の一つなのです。

このような多くの指摘を受けて、アメリカ合衆国の国立公園や自然保護区では、人命や財産に危険が及ばないかぎり、自然に発生した火災については基本的に消火活動は行わずに自然鎮火を待つ、という方針を打ち出し実行しているのです。

（後藤義明）

悪いこととは無縁のアングラ銀行

第一次世界大戦が終わったときのことです。荒れ果てた戦場の跡に、ヒナゲシの一種が一面に花を咲かせました。人々には、それが訪れた平和の象徴のように思えました。じつはこのヒナゲシは、土の中で長い間眠っていた種子が発芽したものでしたのです。このことがあってから、土の中で眠っている種子(埋土種子)の大切さが人々に認められはじめました。

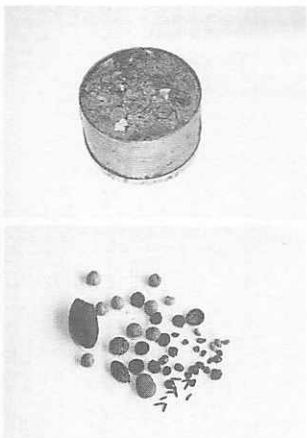
数千年も前の遺跡から発掘された種子が生きていて発芽することがあります。佐賀県の坂の下遺跡(縄文中期から後期)から大量に出土したアラカシの実は、四〇〇〇年の眠りから覚めて芽を出し、今、佐賀県立博物館の中庭に若々しく茂っています(写真①)。カナダでも、ユーコン川流域の永久凍土層から採集された一万年前のマメの種子が生きていたという例があります。有名な例では、弥生時代(約二〇〇〇年前)のものと思われる遺跡から発掘されたハスの実が、発芽して立派に育ち、毎年花を咲かせています。

このような長寿の種子は珍しい例で、普通は埋土種子の寿命はもう少し短いことがわかっています。短いといっても、一〇年から一〇〇年も生きる種子はたくさんあります。一方で、数年しか生きない種子もあります。このように、埋土種子の寿命は種類によって、数年から数千年までいろいろあります。

それでは、森林内にどれぐらい種子が貯蔵されているのでしょうか。九州の常緑広葉樹林から土を採取して



① 4000年の眠りから覚めた
縄文アラカシ



② 2ℓの土(上)とその中の埋
土種子(下)

調べたところ、わずかに二トットの土の中にもいろいろな種類の種子がたくさん入っていました(写真②)。地面に落ちた種子のなかには、すぐには発芽しないで落葉の下や土の中で休眠し、何年も生き続けるものがあります。このような種子が、埋土種子となるのです。古くあった埋土種子が死んでも新しいものが供給されるため、土の中には常に、ある量の種子が蓄えられています。これをシードバンク(種子の貯蔵庫)と呼びます。

自然林では木が倒れたり老木が枯れたりして林内に空間ができる、温度や光などの環境が変わります。埋土種子には、そのような環境の変化が刺激となって発芽するものが多いのです。こうして発芽した木は、その後、林内の空間を埋める後継樹となったり、森の樹種の多さを保つ一員となったりします。このように埋土種子は、豊かな緑を育てる大切な役割を果たしています。そして、埋土種子を蓄えている土は、優れた種子の貯蔵庫といえます。

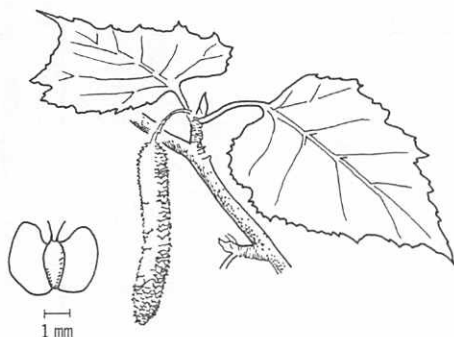
(竹下慶子)

故郷では目が出ない白樺

ふるさと

今やアジアの名曲ともいえる「北国の春」に登場する「白樺」。凶鑑などで使われるこの木の標準和名はシラカンバといえます。シラカンバには「北国」、「高原」など青春の夢をくすぐる、どこかあか抜けたイメージがあつて、避暑地の重要な小道具となっています。そんなシラカンバ林を将来も絶やさないために、次の世代の木を生やす（更新といいます）にはどうしたらいいかという相談を受けて困つたことがあります。といふのは、シラカンバは暗い所が苦手で、森の中でも発芽はするもののまず生き残れないからです。したがつて、シラカンバの後継樹を育てるには林の中を明るくする心算があり、そのためには今あるシラカンバ林を切らなければならないという、矛盾した話になってしまうからです。

ところで、信州や東北に広がるシラカンバ林の多くは、元は放牧地でした。牧場というと、小岩井農場などのように、明治以降に欧米の技術で開かれたもののように思われがちですが、じつは日本には奈良・平安時代の昔から馬の放牧場が各地にあつたし、その面積も今よりずっと広がつたのです。たとえば、霧ヶ峰のピーナスラインをドライブされた方は、カラマツの林に囲まれた台地の上に広がる美しい草原を見たことがあるでしょう。この草原が、かつては山麓まで広がつていたことが先の戦争前の写真を見るとわかります。よく知られている奈良の若草山の草原のような風景が、昔の日本では決して珍しくなかつたのです。



シラカンバの果序と大きな羽根をもった堅果

シラカンバは、羽根がついてよく飛ぶ小さい種子を一〇年にもならないころから大量に実らせはじめます。これが、牧場などのように頻繁に火入れ（山焼き）が行われる場所で子孫を残し、火が入らなくなると一斉に林を作るといふ生き方を可能にしたものと考えられます。しかし、ブナ林のように昔から大きく壊されることなく続いてきた森では暮らしづらいようです。なぜなら、シラカンバの寿命は一〇〇年程度と、ブナの半分もないので、シラカンバが生きているうちにブナ林が大きく壊れなかり子孫を残せないからです。だから、一面大森林に覆われていたと思われる大昔のわが国では、シラカンバは崩壊地や湿原の周囲、火山による荒廃地などで細々と生きていたのでしょう。人が草原を拡大させるとともに、各地に見られる今のようなシラカンバ林ができた、そんな道筋が考えられそうです。

話は戻って、今あるシラカンバ林はこれからどうなるのでしょうか。教科書どおりに植生遷移が進めばやがてブナ林などになっていくはずですが、種子の供給源のブナそのものがどんどん切られてしまった所ではどうもいかず、ミズナラやアカマツの林になったり、相変わらずかく乱されてシラカンバ林が続くのもかもしれません。（大住克博）

安定社会を維持する世代交代

「極相林」という言葉を聞いたことがあるでしょうか。荒地地に草が生え、木が育ち、森林になると長い時間の変遷（植生遷移といえます）の末、最後に到達し、それ以上樹種の構成や植物の量が大きく変化しないという安定な森林の概念です。たとえば、ブナ林などは、最近数千年間は現在のブナ林地帯ですつとブナ林のまま続いてきた、ということが花粉分析などで確かめられています。

しかし、いくら変化の少ない極相林といっても、一本一本の樹木には寿命があります。ブナなら、いくらがんばつても四〇〇〜四五〇年というところで、とても何千年も生き続けることはできません。つまり、動きの止まったかに見える森の中でも、常に代替わりが起きているのです。

原生林といわれるような大木の生い茂った林を歩いてみると、台風で幹が折れたり、老いて立ち枯れたりしている大木（写真）が意外に多いことに気づくものです。大きな木が一本倒れると、森の天井に穴が開いたように、そこだけ明るくなります。明るい所では樹木の成長が速くなるので、たくさんの若木が争うように生えてきます。それが森林の世代交代の場なのです。よく「昼なお暗い原生林」などといった言い方をしますが、このような明るい場所（ギャップ）は、ブナ林などでは森林面積の二〇％以上を占めることもありますから、林の中はかなり明るく感じられます。



台風で倒れたミズナラ

世代交代の進むスピードは、こうしたギャップのできる頻度や大木が倒れる頻度から推定できます。これまでの推定では、ブナ林や照葉樹林で一年間にできるギャップは、森林全体の面積の〇・三から一％程度です。このスピードですと、森全体がすっかり世代交代をするまでに一〇〇年から三〇〇年くらいかかることになります。林業で行う択伐（一定の割合で木を選んで伐採する）や天然更新（苗を植えるのではなく、自然に芽生えた苗から森を造る）の技術は、このような自然のシステム

を効率よく利用することが基本です。択伐では一部の木を切ることで明るい場所を増やし、若木の成長を速めます。また、自然の森林ではササ類や低木類が茂って稚樹が芽生えてこなかったりすることがあります。このような代替わりがうまく進まない理由を見つけ、適切な処理をすることで種子の発芽や稚樹の成長を助けるのが天然更新技術です。

極相林はもちろんこうした人手を加えなくても、ゆっくりとした世代交代で森林を維持し続けますが、木材生産を行う林では、代替わりの速度を速めることが生産速度を速めることになるのです。

（浅野 透）

森の跡継ぎはどこにいる

長い寿命をもつ樹木も、いつかはその一生を終えて枯れてしまっていますが、そこにできた明るい光の差し込む空き地（ギャップ）は、森林の世代交代の舞台となります。この舞台の上で主役を演ずる樹木は、その森林の性格やギャップのでき方、大きさなどによってさまざまであることがわかっています。

たとえば、シラカンバやダケカンバ、アカマツなどはしばしばひとかたまりの純林を作っていますが、その下にこれらの稚樹はほとんど見られません。この仲間は、暗い林内では運よく芽生えても育つことができないのです。でも、ひとたび山火事などで大面積に森林が焼失し裸地が形成されると、風で運ばれる小さな種子がいち早く飛来して次世代の森林を作ります。火災によって地表の落葉や草本も焼き払われた裸地は、小さな種子のカンバやマツの仲間にとって発芽と成長に絶好の場所なのです。アメリカのイエローストーン国立公園では、ロッジポールパインの森林が大規模な自然火災によって維持されてきたことが認識されて、自然に発生した森林火災は放置されています。

一方、亜高山帯や亜寒帯で見られるモミヤトウヒの仲間の針葉樹の林の下には、たくさんの針葉樹の稚樹が育っているのがしばしば見られます。これらは暗い林内でも耐える力が比較的に強いので、上木が倒れるまで、次世代を自分たちの下に待たせることができます。見かけは小さいけれども、上木との競争に負け



根返り上のカラスザンシ
ヨウ（春日山）



ギャップ内で成長するシラベ、オオシラビソの
稚樹（八ヶ岳）

て取り残された前世代の生き残りがしぶとくがんばっている場合もあります。もちろん、待ちきれずに枯死していく個体も多いのですが、その分は次々に補充されるわけです。冷温帯で見られるブナ林や暖温帯に残されたシイ、カシなどの照葉樹林でも、ブナやシイ、カシの実生（芽生え）は、前の世代が倒れてギャップができ林床が明るくなるまで、一部の個体が数〜十数年間は生き残って待つことが知られています。

このように実生や稚樹の形で次世代が待機する代わりに、森林の中にまんべんなくばらまかれた比較的寿命の長い種子が、すぐ発芽のチャンスに恵まれなかった場合に、土の中で上木が枯死するのを待っている、そんな樹木も存在します。台風による上木の根返りや小規模の地すべりなどによって地表近くに現れた種子が発芽し、明るい光を利用してすばやく成長するのです。鳥などによって種子が運ばれるミズキ、カラスザンシヨウ、ホオノキなどの樹木がこうした仲間といわれています。

（田中 浩）

「ジャングル」の中は歩きやすい？

「うちのおにわがジャングルで、こいぬのタローがライオンだ。そうだったらいのにな……」、NHKの子供向け番組「おかあさんといっしょ」の歌です。この歌や手塚治虫氏の「ジャングル大帝」に出てくるジャングルは、ライオンのいる明るい草原で、樹木はあつても疎林程度、だいぶ開放的です。一方、ターザンの世界——昼なお暗い森林、垂れ下がる無数のツル、動物の鳴き声——もまたジャングルと呼ばれています。もともとジャングルとは、ヒンドウー語の荒地地、耕していない土地を指す言葉で、英語化されてからは木々が密生し、野生動植物が多い森林をそのように呼ぶようになりました。ジャングルジムという派生語が生まれたとおり、木やツルが絡み合い、そこを通り抜けるのはたいへんです。ただ、日本では、一般的にはジャングルを熱帯雨林と同じ意味に用いることが多く、ときには冒頭の例のように、ライオンやキリンの住む草原までもジャングルに含めています。原意とはずいぶん離れた使われ方をしているわけです。

森林が河川や畑など疎開地に接する所では、光が地表近くまでよく差し込むため、林のへりにはマント群落と呼ばれる独特の構造が発達します。低木やツルの生い茂ったやぶがマントのように林を囲んでいる状況です。なかには針のようなとげをもつ植物もあります。これが本来の意味でのジャングルで、このような中を通り抜けるには、鉈を振り回し、ツルを切り、木をなぎ払わなければなりません。熱帯を訪れた初期の探



マレーシア・サバ州の熱帯雨林

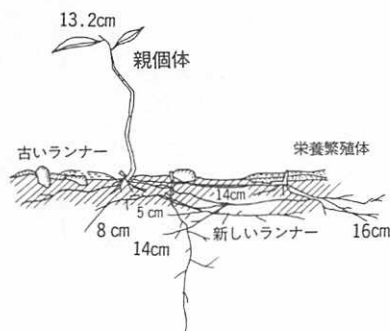
検家は川に沿って上流に進み、ときどき上陸しては川近くの林を探検していたようですから、ジャングルには惱まされたことでしょう。

一方、このやぶの奥には歩きやすい成熟した天然林が広がっていました。十分に年をとった大木が林冠を構成する林では、林内が暗く、やぶになることはありません。草本や低木のなかには、ごく弱い光でも育つものがあるのですが、その数は限られています。このように天然林の大部分では大きな林冠木と中くらいの若木から成る構造が保たれていますが、枯木の下や倒木の跡地では光が差し込み、一時的にやぶができることもあります。また、やぶは、大きな木が切り出された跡にも発達します。天然林の商業伐採（大木の抜き切り）が進んだ今日では、やぶが増え、歩きやすいほどの立派な熱帯雨林は、もうめつたに見られなくなりました。

（清野嘉之）

来春引越しますーチゴユリ

動く植物が森林にいるという疑問をもつ人も多いかもしれませんが。人間が見ることが出来る動く生物は動物ということになります。それに対して、植物の一つの特徴は固着性にあります。しかし、山を歩くとそこにはいろいろな植物種によつて構成された群落が目につきます。この群落は、いろいろな場所から種子が動物に運ばれたり、風に飛ばされたり、水に流されたり、斜面を転げ落ちたりして形成されたものです。このような種子の散布による植物の分布の移動は、植物が動くとするには少しその意味を拡大解釈しすぎのようです。ところが、コナラ、ブナ、カエデなどの落葉広葉樹やスギ、ヒノキ、カラマツなどの針葉樹の林床に広範囲に分布するチゴユリは、毎年観察を続けると生えてくる地上茎の位置が変わっているようです。集団の密度が増減してその位置が変化したというよりも、どの個体も多少とも位置を変えているようなのです。チゴユリは四月上旬に落葉の間から葉を卷いた茎を伸ばしはじめ、四月の終わりには展葉します。集団内のいくつかの個体はクリーム色の花を咲かせ、五月になると液果が実りはじめます。このころに、土壌中ではランナー（走出枝）が一〜四本伸張しはじめ、九月になるとこのランナーは長さ一丈から最大六〇センチまで伸び、先端に芽が形成されます。十一月の末には葉、地上茎、根はすべて枯れて個体は完全に枯死します。このころランナーの途中が腐って切れ、新しい芽は栄養繁殖体として翌年の個体となります。このように観



9月には親個体は枯れはじめ、ランナーの先端に栄養繁殖体が形成される。11月には親個体とランナーは完全に枯れ、栄養繁殖体が個体となり、ランナーの長さだけ個体は移動する。

植物が毎シーズン後に枯死し、形成された栄養繁殖体由来の新たな地上個体が形成される植物を疑似一年草と呼びます。多年草と呼ばれていたチゴユリは、毎年新しい個体に変わる疑似一年草なのです。この栄養繁殖体は親個体と遺伝的にまったく同じクローンです。ランナーには長いものも短いものもあり、成育期間の終わりには腐って消えてしまいます。したがって、ランナーの長さだけ地中を動いたこととなります。

チゴユリは、種子による有性繁殖とランナーによる栄養繁殖によって集団を維持し、また空間分布を広げています。さらに、長いランナーは移動能力が高く、新しい生育地へ集団を拡大させる開拓型といえます。

一方、短いランナーは集団の密度を安定的に維持する定着型といえます。これらの有性繁殖、栄養繁殖やランナーの開拓型や定着型の発現は環境に対応していて、チゴユリの適応戦略といえます。植物の生育にとって好適でない環境では栄養繁殖や集団を安定的に維持する定着型のランナーが優占し、好適な環境では有性繁殖とともに集団を拡大する開拓型のランナーが優占します。このように、チゴユリの個体の移動は環境に対して集団を維持したり、拡大するときの有効な手段なのです。

(小林繁男)

“天狗のしわざ” はぬれぎぬ

北上山地は緩やかな高原地形が随所に見られ、ここに形成された広大なシバ（和芝）草原を利用して古くから牛馬の放牧が盛んでした。ところが近年、シバ草原のいたる所でシバが枯れ、地面の露出した裸地が発生し、その裸地が拡大して山は荒廃しはじめたのです。このような荒廃地は、南北に走る稜線沿いの西向き標高八〇〇以上のシバ草原に見られ、北上山地全体で八三五カ所、総面積約三五〇鈔に達しています。

なぜシバ草原は荒廃したのでしょうか。現在、シバ草原が分布している場所は、ずっと以前はうつそうとしたブナの自然林が成立していたのです。農民は自然林内に放牧地を確保するため、森林の伐採、火入れを繰り返してきました。このためブナ林は消滅し、それに伴い林床の植生も衰退しました。さらに牛馬の放牧を重ねているうちにシバ草原ができたのです。この時期は約二〇〇年ぐらい前と推定されています。

北上山地の住人は、古くからシバ草原のことを「かぬか平」と呼んでいました。この緑の豊かな「かぬか平」に、いつからか得体の知れないリング状のシバの枯死帯がたくさん発生し、地元ではその枯死帯を通称「かぬか輪」と呼んでいました。「かぬか輪」はちょうど土俵のように見えるので、天狗が角力を取って植生を踏み荒らしたため、「かぬか輪」の中が裸地になったという言い伝えがあり、裸地の場所を別名「天狗の角力取り場」と呼んでいます。この裸地がシバ草原のあちこちで拡大して、はげ山が現れたともいわれています。



北上山地のシバ草原の荒廃状況



「かぬか輪」、白い部分がシバの枯死帯

た。この草原の荒廃は天狗に起因するものではなく、別な原因だということが最近の調査で判明しました。荒廃の端緒は「かぬか輪」を形成する悪魔でした。この悪魔の正体はアキヤマタケといふきのこなのです。このきのこはシバの根に寄生して根を腐らせ、地上部まで枯死させていました。地上部の枯死帯は、最初はシバ地を一〇^{センチ}前後の穴状に枯らして、その後は一年間に約二五^{センチ}の幅で枯死帯を外側にリング状に拡大していきます。この「かぬか輪」の枯死帯部分が裸地になり、そこから拡大しはじめるのでした。

北上山地のシバ草原は、冬季は非常に寒冷で雪は少なく風当たりの強い場所があるので、「かぬか輪」の発生を端緒にして小さな裸地が発生すると、その裸地は、土壌が初冬から初春にかけて凍ったり、融けたり、強風で侵食されるため徐々に拡大していくのです。放牧家畜も地表をかく乱し、裸地の拡大を助長します。シバ草原の荒廃は寒冷な気候条件、アキヤマタケの発生による裸地化、放牧家畜の影響が主要因となり、拡大しはじめる。植生による自然回復は困難となり、シバ草原の荒廃にとどまらず、山全体が十数ヘクタールにも達する荒廃地へと移行していったのです。

(北田正憲)

残雪の森の落とし穴

本州の日本海側や北海道、さらに標高の高い山々などの雪深い地域では、春先になると樹木の幹の周りだけ雪が早く融け、穴が開いているのを見かけます。スキーの上手な方のなかには、ゲレンデを抜け出して周辺のブナやアオモリトドマツの林の中を華麗に滑っていて、突然このような穴に落ちた経験のある方もいることでしょう。このような樹木の幹の周りの穴のでき方は、森林内の雪の積もり方と融け方に関連しているため、ブナ林のような落葉広葉樹林とアオモリトドマツ林のような針葉樹林では、穴の形や大きさ、できる時期などに違いが見られます。

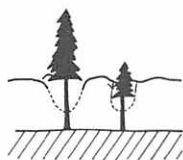
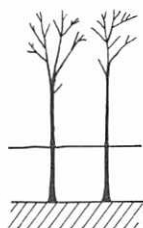
地域により多少差はありますが、降雪のはじまる十二月から三月初旬まで、森林内の積雪深は増加します。積雪深が増加するこの時期の森林内での雪の積もり方は、落葉広葉樹と針葉樹ではかなり違います。落葉広葉樹林は冬季は葉がないため、林の中はほぼ一様に雪が積もり、幹の周辺も雪に覆われます。一方、針葉樹林では冬季でも枝葉が密にあるため、雪が積もるとき枝の下になる幹の周辺は積雪が極端に少なくなり、穴状の空間ができます。この空間は積雪深がそれほど多くなければ穴ですが、積雪深が増えて樹木がかなり積雪中に埋もれるようになると、積雪中の空洞となります。

雪の融けはじめる三月中旬以後になると、雪面は太陽光の反射率（アルベド）が大きく太陽光のエネルギー

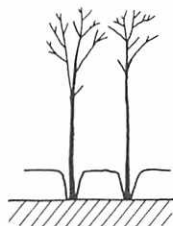
落葉広葉樹林
(ブナなど)

針葉樹林
(アオモリトドマツなど)

積雪期



融雪期



森林内の積雪断面の模式図

このようにアルベドの差により、融雪期になってはじめて幹の周辺に穴ができません。一方、針葉樹林では、融雪期に入る前から枝の下にできていた穴や空洞の周囲の雪が、同じようにアルベドの差により融け、融雪期にさらに拡大することとなります。

ところで、同様な現象は雪国であれば町の中でも観察できます。雪面から突き出た立て札の支柱などの周囲は、小さいながら穴が開きます。よく見ると、支柱の色などにより穴の大きさに違いがあることに気づくかもしれません。樹木の幹の周辺での雪の融け方を考える手助けになるのではないのでしょうか。

(山野井克己)

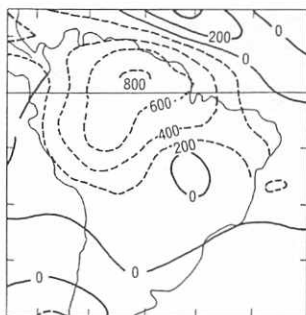
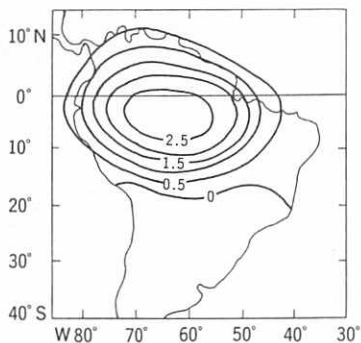
森林が雨を呼ぶ

洪水を少なくし、渇水時の河川流量を増やすという森林の機能は、樹木の根がしっかりと支えている森林土壌の働きによるものです。一方、樹木は土壌に蓄えられた水分を吸収して、葉から水蒸気を蒸発させています。樹木は背が高いので、空気の渦によって水蒸気を上空に多く運ぶために、裸地からの水の蒸発に比べて森林はどうしても蒸発量が多くなります。森林が水を多量に消費することは無駄使いをしていることになるのでしょうか。

夏の日に、庭に水をまくと急に涼しくなるのを経験したことがあるでしょう。蒸発が起るときには、必ず熱エネルギーが奪われるのです。太陽から与えられるエネルギーは、地面や樹木の葉や枝を暖め、これが空気に伝わって気温が上がってきます。けれども水の蒸発があるとこれにエネルギーが奪われるため、気温上昇が抑えられます。

森林では、エネルギーの一部はもちろん光合成に使われ、これによって樹木が成長できるわけですが、そのエネルギー量は意外なことにわずか数パーセントでしかありません。太陽エネルギーの大部分は、気温上昇と蒸発に使われるのです。

庭での水まきはその近くにいる人が涼しいと感じるだけで、影響が狭い範囲にとどまりますが、森林は広



南米アマゾンにおける森林の牧草化による気候変化

(J.Shukla et al., Science 247, 1990より改変)

1年間の平均値により示されており、左は気温上昇(°C)を、右は降雨量の減少(mm)を表す。

い範囲の気候に影響を及ぼしています。最近では、コンビユーターを駆使し、広大な地域の森林消失が地球規模の気候に及ぼす影響を予測する研究が行われています。図は、南米アマゾンの熱帯雨林が全部伐採されて牧草地になったと仮定し、全世界の気候を計算する大気循環モデルを使って、気温、雨量の変化を推定したものです。蒸発が減り、気温が上がるだけではなく、雨量が非常に少なくなっているのがわかります。雨量から蒸発量を引いた、地面に吸い込まれる正味の水量が、むしろ減少している所が多いようです。また、気温上昇の程度も相当大きいので、環境への影響はとても大きいものと想像されます。

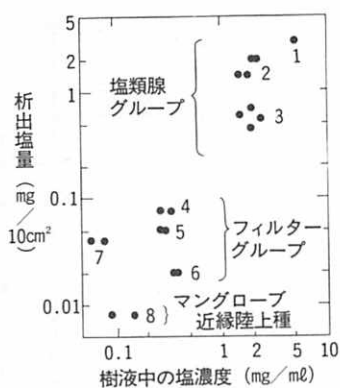
アマゾンに降る多量の雨は、森林が放出した膨大な量の水蒸気の一部が地上に戻されたものといわれています。森林は生物資源の宝庫であるばかりでなく、私たちの生活にかかわる気候にまでも影響しているのです。(谷 誠)

IV
木の暮らし

むずかしい塩加減

インド洋に発生する台風をサイクロンと呼びますが、一九九一年にバングラデシュを襲ったサイクロンによる高潮によって、何万人もの犠牲者が出たという報道はまだ記憶に新しいところです。この被害は、燃料として切られ、荒れ果てていた河口部のマングローブ林が、もし健全な形で多く残されていたならば、こうまでも大規模なものにならなかつたといわれています。マングローブ林が防潮壁の役割を果たすわけです。このほか、マングローブ林は海岸浸食の防止、よい漁場の確保あるいは持続的な林産物採取の場所として、陸と海の境にあつて人々の生命と暮らしを支えてくれています。マングローブとは汽水域に生育する樹木群の総称で、それは普通に見られる樹種だけでも七科一〇属二〇数種に及ぶとされ、樹種ごとに塩分濃度や浸水頻度の違う立地に住み分けて生育しています。

ところで、海岸汽水域に生育地を定めたマングローブは、生きていくうえで克服しなければならない難問に遭遇しました。それは水と塩が多すぎることです。水の多さは気根から空気を取り込んで呼吸することで解決しましたが(二四一ページ)、厄介なのは塩です。「青菜に塩」といわれるように、多すぎる塩分は植物にとって大敵です。土壌水の塩分が濃いと浸透圧の関係で土壌が乾いた状態となり、いくら水があつても根は吸水できなくなります。そのうえ深刻なことには、濃い塩分は細胞に直接的に毒として働きます。こ



NaClの析出量(9時間日照)と樹液中の濃度の関係(Tomlinson, 1986より改変)

- 1 : *Aegialitis* 属, 2 : ヒルギダマシ属,
 3 : *Aegiceras* 属, 4 : ヤエヤマヒルギ属,
 5 : マヤブシキ属, 6 : オヒルギ属,
 7 : ヒルギモドキ属, 8 : フヨウ属

の塩分のとりすぎを避けるために、マンングロブは二種類の方法を編み出して問題を解決しました。一つは、根から水を吸い上げるときにフィルターで塩分を取り除き、なるべく真水に近い形で吸水する方式です。ヒルギの仲間やマヤブシキがこの手を使います。二つ目は、吸水時にはそのまま塩水を取り込んでしまい、その後で過剰な塩分を強制的に体外に排出する方式です。これは葉に「塩類腺」と呼ばれる組織を作り、そこから塩分を析出することによって、体内の塩分濃度を海水の一〇分の一度に抑える方法です。ヒルギダマシなどがこの方式をとっています。もともと、フィルター方式でも普通の陸上植物の一〇倍以上の塩分を取り込んでしまうので、ヒルギの仲間などでは古くなった葉が塩分を集めて落ちていきます。

このように塩分を追い出すのに余分なエネルギーを使っているわけですが、真水で育てればよく成長するわけではありません。真水でも生育できますが、いくらかの塩分があったほうが良い成長をします。たとえば、ヒルギダマシでは海水の半分ぐらい、ヒルギ類では約二割の塩分濃度で最もよく育つことが知られています。塩加減はじつに難しいものです。

(田淵隆一)

殺し屋は静かにしのび寄る

木がほかの木を締め殺すということを知ることがあります。種子がほかの木の枝や幹に散布され、成長しながらその根が元の木を締め殺してしまう現象です。熱帯地域ではこの奇妙な生活をする植物が意外と多く、英語で *strangler* というこの植物は「締め殺し植物」と日本語に訳されています。

締め殺し植物のほとんどは *Ficus* 属(クワ科イチジク属)、*Schefflera* 属(ウコギ科)、*Clusia* 属(オトギリソウ科)の三属に入っています。東南アジアやアフリカの熱帯多雨林ではイチジク属の締め殺し植物がほとんどです。このイチジク属の個体は森林内のいたる所で見ることができ、東南アジアだけでも五〇〇種類ぐらいあるだろうといわれています。一方、南アメリカの熱帯多雨林ではイチジク属は少なく、オトギリソウ科の *Clusia* 属が多いようです。また、西南日本にまで分布を広げているアコウやガジュマルもイチジク属の締め殺し植物で、フカノキなどウコギ科の樹木をねらうことが多いといわれています。

締め殺しの方法を、イチジク属を例に少し詳しく見てみましょう。木の幹や枝で発芽した個体は成長する過程で気根を宿主の幹に密着させながら伸ばしていきます。やがて地面に達した根は地中で分岐し栄養分を吸収します。すると地面に下りていく根は数を増し、分岐あるいは交差し、宿主の幹を丈夫な木の編目を取り囲んでしまいます。この間にイチジクの樹冠は宿主よりも大きくなり、盛んに光合成を行います。すると宿



宿主を締め殺したイチジク

主の木は枯死して腐ってしまい、イチジクは空洞で編目の幹をもった自立した木となります。宿主の枯死の原因は明らかではありませんが、被陰と締めつけ、イチジクの根との競争によるだろうとされています。

さて、熱帯多雨林の生活形態は多様で、寄生植物のようにほかの樹木から水や無機養分を摂取するもの、大多数の着生植物のように機械的な理由だけから支持植物(広い意味の宿主)に依存するものなどさまざまです。このなかで機械的に自立できない植物はツル植物、締め殺し植物、着生植物などに区分されますが、締め殺し植物は中間的な性質をもちます。前述のイチジク属のように果実が鳥やコウモリに好んで食べられ、その糞とともに種子が木の幹や枝葉に落とされると、そこから発芽して、気根を空气中に伸張させ着生植物としての生活をはじめます。その後、気根は枝をほうものもあれば、幹を伝い地面に向かうもの、空气中に垂れ下がるものなどに発達します。根が地面に達すると急激に成長が速くなり、宿主を枯らし、宿主に取って代わり大型地上植物として自立してしまいます。このように締め殺し植物は非自立植物として生活をはじめ、最後には自立植物として熱帯多雨林の構成種となります。(小林繁男)

なめたらタイヘントウガラシの木

同じ種類の植物が、木になったり、草になったりすることがあるのをご存じでしょうか。それも、意外に身近な植物です。ナスやトウガラシがそうなのです。

ある植物を見て、それが木か草かわからないということはまずありませんが、では木と草とはどこが違うのでしょうか。木と草、それから竹の違いは、前巻の「森林の一〇〇不思議」で説明されていますので（五二―五五ページ）、ここでは簡単におさらいをしておきましょう。タケ類のように茎が木質化するだけで太らない単子葉植物を別にする、木と草では維管束形成層と呼ばれる細胞の分裂組織のあり方が違うわけです。樹木は茎（幹・枝）の周りを一周する維管束形成層がありますが、草では茎のてっぺん以外では完全な円周状になりません。樹木の形成層は細胞分裂を繰り返しながら茎の外側へ広がり続けます。このような連続した形成層をもたない草本植物は、肥大成長（茎を太くする成長）ができません。

ところが、やはり例外はあります。ナスやトウガラシは、日本などの温帯では一年生の栽培植物ですが、熱帯では樹木になってしまいます（写真）。いわば、木と草の中間にある植物といえそうです。じつは、草本植物のなかにも茎の周囲に連続する形成層をもつ種類は意外に多いのです。このような植物では肥大成長の可能な条件が備わっているわけですが、いくら肥大成長のできる構造になっていても、寒さによって生育で



トウガラシの木 (渡辺重吉郎氏提供)

きなくなったり、あるいは種子を作って冬を越えることができるように適応をしていたりするので、植物体が毎年枯れてしまい、樹木になれないわけです。ナスやトウガラシは、条件(冬がなく、一年中温度が高いというような)が整えばそのまま生き続け、肥大成長を続けるので樹木になるのです。

ナス科にはこのような木と草の中間のような植物が多く、たとえばコロンブスの新大陸発見後世界中に広まったタバコは、原産地の中米では二、三年生の低木として生育しています。ほかの科にも、同じ科や属のなかに草と木を一緒に含むものが意外にたくさんあります。キク科、マメ科、アカネ科、トウダイグサ科などです。これらの多くは、熱帯や亜熱帯に分布の中心をもっています。ナスの原産地もインドだと考えられていますし、トウガラシの原産地もアマゾン川流域といわれ、ともに熱帯です。これらのことから、もともと暖かい地方で連続した形成層を分化させ、樹木として生活していた植物が分布を広げ、寒い地方で草本に進化していったのではないかと想像を働かせたくなります。

(浅野透)

SFアニメよりずっと昔に “ガツタイ”

ヒノキは、わが国の重要造林樹種としてその地位を確保しており、木曾のヒノキ林は、秋田のスギ林、青森のヒバ林とともに日本三大美林とたたえられています。このヒノキにも、ほかの生き物と同じように個性豊かな集団や個体があり、学術上はもちろん実用上からも、私たちをとりこにする魅力をもっています。

たとえば「スリム」なヒノキ。普通のヒノキに比べて枝が極端に細くて短く、ロウソクを立てたような木が集団として佐賀県や長崎県の人工林で発見されています。単位面積当たりの成立本数が多いので、この性質を活用する道はありそうです。ヒノキでもまれに「シボ」個体が発見されます。樹皮をはぐと丸太表面に縦シワの凹凸（シボ）が現れ、磨けば床柱に利用でき、製材すると独特の紋様（アズキモクまたはヤニモク）が現れ、装飾材として賞用されています。シボはスギだけの専売特許ではないと主張しているようです。

ヒノキとサワラの種間雑種は、人工交配でもたいへん作りにくいものです。ところが、とびきり優れたエリートとして全国の林から選ばれた二〇〇〇本足らずのヒノキ精英樹の中に、ヒノキの遺伝子セットを二つ（普通の二倍体ヒノキ）とサワラの遺伝子セットを一つもった三倍体の天然雑種があることがわかりました。天然雑種で自然三倍体、しかも精英樹という三つの「狭き門」に合格して生きてきた静岡県産の富士二号に、私たちが林木の品種改良を考えていくうえで一つのヒントが隠されているようにも思われます。



ヒノキとサワラの合体木。いずれも矢印上部がヒノキで下部がサワラ
 (③は三好氏提供)

写真①の木は、裏木曾国有林（加子母営林署）に現存するヒノキとサワラの合体木です。樹高三五メートル、樹齢が五〇〇年以上のこの木は、先代の古い根株上に発生したヒノキとサワラの稚樹が生育途中で根元部を癒着させ、成長するにしたがい合体してヒノキが優勢となった自然のつぎ木と推定されています。写真②は、二〇年前に筆者がつぎ木をしたものです。両個体とも矢印の上部がヒノキ、下部がサワラの樹皮の特徴を表しています。また、一九三〇年代はじめに連理材と称する合体木の材を調べた報告があります(写真③)。仮導管の壁厚や髓線の特徴から、板の半分はヒノキで半分はサワラの材でした。

これからも、こうした自然の絶妙なからくりに学び、さらに活用していくために、個性豊かな素材を大いに発見して遺伝資源として大切に保存するとともに、研究を重ねていきたいものです。

(山本千秋)

木にも鼻がある？

動物には、周りとの触れ合いを保つためにいろいろな感覚が備わっています。視覚、聴覚、臭覚、味覚、触覚のいわゆる五感です。これらのうちの一つでも欠けると、日常生活に支障をきたすほど重要なもの değildir。私たちの周りには植物はどっぴりなっているのでしょうか。植物は動物と違い、いったん根を張ったら動くことができないので、周りとの触れ合いもいっそう重要なものとなり、いわゆる五感も動物以上に発達しているかもしれません。また、動物は意志を伝えるのに言葉や鳴き声などが使えますが、植物はいったい何をを使うのでしょうか。

最近の研究でわかってきたことは、植物は他感物質のような揮発性物質を放出して意志を伝えているのではないということです。たとえば、ポプラは害虫に食べられたりすると、周りの植物に警戒信号を出して害虫に食べられないようにしなさいと、ある種の他感物質を使って話しかけていると考えられています。また、シラカンバでも同じようなことがいわれており、候補物質も見つかっています。それでは逆に、ほかの植物の出すメッセージをかぎ、理解できる感覚器官、すなわち臭覚は植物にあるのでしょうか。こんな疑問にこたえる研究も、盛んに行われています。植物は大気に葉を広げ、気孔という器官を通じて盛んに炭酸ガスや酸素を吸ったり、吐いたりしていることはよく知られています。こんな葉の機能に、動物の鼻に相当す

る臭覚の働きがあるのではないかと考えられているのです。植物の葉に特殊な装置を取りつけて炭酸ガスを流したときの反応を調べたところ、多くの植物で顕著な応答がありました。また、その応答パターンは植物の種類によってそれぞれ特徴的なものになりました。さらに、炭酸ガスよりも低濃度の刺激臭、花の香り、シナモンやジャスミンの香りを与えると、やはり炭酸ガスと同じように応答パターンが香りごとに認められ、明らかに植物が香りを識別していることがわかったのです。現在、さらに詳しい研究が行われており、近い将来その仕組みがわかることでしょう。そして、このような植物がもっている香り識別機能を利用した香りセンサーの開発も考えられています。いずれにしても、膨大な量のデータの蓄積とその解析が必要になるため時間がかかりますが、やがて私たちの暮らしに役立つ日がやってくることでしよう。



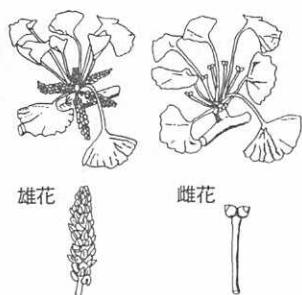
植物はこのほかにも、いろいろな刺激に対してたえてくれます。触わるとサツと葉を閉じるオジギソウや、光のある方向に成長していくさまざまな植物。変わったところでは、ある音楽を聞かせると成長が良くなるなど音に対して反応するといった報告もあります。植物は、意外と人間によく似た機能を多くもっているのかもしれない。

(大平辰朗)

人より複雑——植物の男と女の關係

ヒトを含め動物の大部分は雄と雌に分かれています。植物にも雄の個体と雌の個体があることは忘れられがちです。これは、身近にある花の多くが、一つの花の中に雄しべと雌しべをもつ両性花であるためです。スギやマツでは同じ個体に雄花と雌花が付きませんが、イチヨウやヤナギでは雄花と雌花を別々の個体につけます。つまり、木にも明らかに雄と雌があるのです。木は大きくなるまでなかなか花をつけませんし、また花が目立たなかつたり、すぐに咲き終わってしまう木も多いので、雌雄異株とされている木でもよく観察しないと、雌雄の判定は容易にできません。

植物界では全体の約七二%が一つの個体に両性花をつける両全株、一つの個体に雄花と雌花をつける雌雄同株は約五%、別々の個体に雄花と雌花をつける雌雄異株は約四%、残りはその他のさまざまな性型に分類されています。カエデやテンナンショウの仲間では性転換の現象が見られ、一生のうちに雄から雌へ、雌から雄へと性が変わってしまい、植物の性型の分類をさらに複雑にしています。身近な雌雄異株植物としては、イチヨウ、ソテツ、イチイ、イヌマキ、ネズ、ヤナギ、ホブラ、ホップ、ホウレンソウ、アスパラガスのほか、熱帯性植物のキウイフルーツ、パパイヤ、ナツメヤシなどが知られています。雌雄異株植物は草本植物で少なく、木本植物、とりわけ高木で二〇〜三〇%と多く、しかも温帯よりも熱帯に多く出現するといわれ



イチヨウの雄花と雌花

ています。イチヨウの果実は腐敗すると悪臭を放つため、街路樹としては雄株が好まれますが、ギンナンの生産には雄株は必要最少限の個体があれば十分です。アスパラガスの雄株は雌株よりも収量が多く、食卓に並ぶものは、すべて雄株といわれています。また、ビール醸造に必須のホップでは、ルプリン含量の多い雌株が重要視されています。

雌雄異株植物では動物と同様に、性染色体にある遺伝情報により個体の雌雄が決定されると考えられます。植物の性染色体は現在までのところ、哺乳類や昆虫類などに広く見られるXY型（雄でXY、雌でXX）がほとんどであるとされています。したがって、雌しべにある卵細胞の性染色体はすべてXで、花粉の性染色体がXなのかYなのかによって、受精した種子の性が決定されることとなります。最近、英国のグループは、ヒトやマウスのY染色体上に存在し、雄の生殖器官を発達させるのに必要な遺伝子を発見しました。そして、この遺伝子を雌マウスの胚に入れてやり、マウスの雌を雄へ性転換させることに成功しました。つまり、この遺伝子が胚の生殖原基を卵巣ではなく、精巣へ発生させる引き金として機能することを証明したわけです。私たちは、その遺伝子が動物だけでなく、雌雄異株の植物にもあるのではないか、あるのなら植物のなかでどのような役割をもっているのか研究を進めているところです。

（篠原健司）

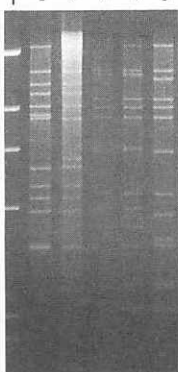
針葉樹の身元調査

わが国は世界有数の森林国で国土の六七%が多くの種類の樹木で覆われています。なかでもスギ、ヒノキなどの針葉樹は林業的に重要で、人工造林面積の九八%を占めています。樹木にも、それらを識別するためにも名前（一般名および学名）がつけられていますが、その多くは植物分類学者によって主に形態的特徴とそれらの分布域を考慮して名づけられたものです。しかし、近年になっていろいろな分析技術が進み、樹木でも遺伝情報のもとになるDNAレベルでの解析が可能になり、新しい植物分類の方法が考え出されました。

DNAは核内だけではなくミトコンドリアと葉緑体内にもあり、しかも、葉緑体内のDNAの構造は近縁な種ほど非常に似ており、遠縁になればなるほどかなり異なることがわかっています。そこで、この性質を利用して、植物の系統進化的関係が盛んに研究されています。

植物の親子関係や種内の遺伝的変異については、アイソザイム（酵素を支配している遺伝子）などの遺伝子を用いて研究が進められてきました。しかし、この方法は同じ属内の種間など比較的近い関係にある植物間にしか利用できません。一方、葉緑体DNAは種間・属間・科間の関係までも調べることができるので、植物の系統進化的関係を調べるうえで非常に有効な標識として活用することができます。では、針葉樹（スギ、ヒノキ、アカマツ、トウヒ、モミなど）は、はたしてほかの植物（被子植物、シダ植物など）とどのよ

マーカー



二葉松

1. アカマツ
2. クロマツ

五葉松

3. チョウセンゴヨウ
4. キタゴヨウ
5. ストロブマツ

5種類のマツから単離した葉緑体DNAを特殊な酵素で切断後、断片の大ききで分けたもの。どれだけの断片(はしご状に見えるもの)が一致しているかで種の間関係を見る。

うな関係にあるのでしょうか。系統分類学にはソテツ、イチヨウなどと同じ裸子植物の仲間でも古い植物群に属し、独自の進化をしてきていると考えられています。葉緑体DNAを用いた最近の研究では、植物全体がほぼ共通にもっているある特殊な構造(インバーテッドリピート)を針葉樹はもっていないという報告があります。さらに、進化的にはかなり古いと考えられているクラミドモナス(藻類)やゼニゴケ(苔類)にある遺伝子で、被子植物にはないものをマツの一種がもっているとの報告もあります。また、ほとんどの植物の葉緑体DNAは母性遺伝(母親だけの遺伝)ですが、針葉樹ではそのほとんどが父性遺伝(父親だけの遺伝) または一部両性遺伝(両親からの遺伝) することが明らかになってきました。このようなユニークな特徴から、針葉樹はかなり原始的なものをもちつつ独自の進化を遂げている種であるということができそうです。

さらに分子分類学の研究は、植物分類学者たちが長い間に形態的特徴を観察し蓄積してきた情報をかなり支持しています。このことは、植物分類学者の観察力の確かさを裏づけるものでもありません。

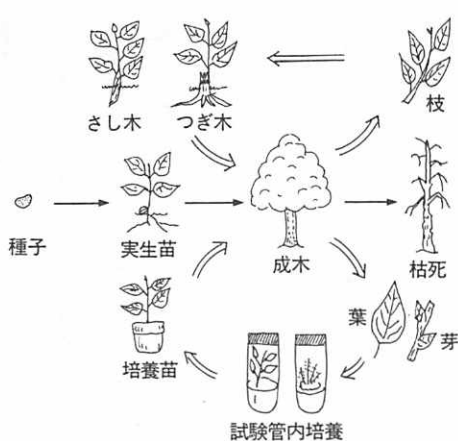
(津村義彦)

木は永遠の命を得たか？

木には、ある決まった寿命があるのでしようか。まず、どのようにして木が大きくなるのかを見てみましょう。木の先端には、分裂を繰り返す細胞の集まり（頂端分裂組織）があります。古い細胞の先に新しい細胞が積み重ねられ、自身は先へと進んでいきます。こうして枝や根が伸びていきます。また、花や葉のもとになる細胞も頂端分裂組織から作られます。幹、枝、根の周囲は分裂を繰り返す細胞の層（形成層）によって覆われています。古い細胞の外側に新しい細胞が積み重ねられ、自身はその周囲長を増していきます。こうして幹、枝、根が太くなります。頂端分裂組織や形成層から作られた細胞は葉、花や木部（材）などを形づくっていく過程で分裂をしなくなり、あとは老化して死んでいきます。

では、木の先端や周囲の細胞には寿命があつて、ある回数だけ分裂をするとそれ以上に分裂することができなくなるのでしょうか。そして、新しい葉、幹、根が作られなくなることから、一本の木としての寿命が決められてくるのでしょうか。

さて、苗木を増やす一つの方法として、さし木があります。九州などでは主にさし木でスギを増やしています。今、種子から大きくなったスギの枝をさし木します。そして、この木が大きくなったら、また同じようにさし木をしたとします。何回繰り返しても、先端で分裂をしている細胞は芽生えのときに先端で分裂を



木に寿命はない!?

していた細胞との連続性を保っています。もし、これらの細胞に寿命があるならば、何回目かのさし木のあと、ある時期に突然枝が伸びなくなり、新しい葉も作られず木は枯れてしまうでしょう。九州のスギはまだだいじょうぶなのでしょうか。でも心配いりません。先端や周囲の細胞は、「条件さえ良ければ」分裂を限りなく続けることができると考えられています。また、おもしろいことに、分裂能力を失ったと思われる葉などでも、ホルモンや養分などの入った液体中や寒天上で培養すれば、再び活発な分裂を開始して細胞の塊となり、そこから芽や根が生じて小さな植物体となることもあります。

このようなことからすると、木にはある決まった寿命というものはないと考えられそうです。老木の枝をさし木やつぎ木したり、その組織の一部を試験管の中で培養すれば、再び一本の小さな木を作ることができます。この木を親木の子供としてではなく、空間的に離れてしまった同一個体とみなすなら、一粒の種子から発芽した芽生えは、さし木、つぎ木や試験管内培養を繰り返すことによって、永遠の命を獲得できるともいえるでしょう。

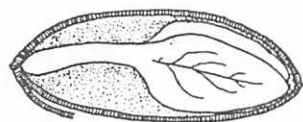
(重永英年)

目覚めの条件

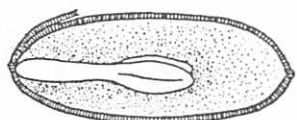
種子は、時がくるまで眠り続けます。母植物から離れて落下したり、風や鳥などによって散布されるときには種子の中の胚は成長を一時休止した状態にあります。水、酸素、そして適当な温度があると胚が成長を再開して種皮を破り、芽生えへと成長をはじめます。これが種子の発芽です。しかし、この三要素が与えられずには発芽せず、一定の条件が満たされるのを待って発芽する種子があります。このような現象を休眠といいます。休眠は胚自体の生理的な状態に起因する場合がありますが、胚が組織的に未分化の場合や種皮が水を通さなかつたり、果皮などの成長抑制物質が発芽を抑えている場合などがあります。

休眠から覚めるための条件は、植物の種類によつてさまざまです。多くの樹木の種子は〇〜五°C程度の低温にさらされると、その後の温かい温度でよく発芽するようになり、発芽可能な温度域が広がります。たとえば、アカマツでは三週間程度で十分ですが、ハイマツでは四カ月間、ゴヨウマツでは六〜九カ月間の低温期間が必要です。チョウセンゴヨウになると低温だけでは不十分で、二〇〜二五°Cの温かい温度に二カ月間続いて三カ月間程度の低温を経てようやく発芽します。同様の現象はヤチダモ、セイヨウサンザシなどかなりの樹木で知られています。ヨーロッパパナの発芽試験では、三〜五°Cで六カ月間程度まで観察することになっていました。休眠から覚めるための温度と、発芽に適した温度とを区分できない例です。ヤマザクラでは

二、三カ月間の低温の後に、五、一〇℃で発芽します。比較的低い温度が発芽に適している例ですが、これより高い温度では再び休眠してしまいます。二次休眠と呼ぶこのような現象は、ヤチダモやリンゴなど多くの植物に見られます。発芽開始の信号として光も重要です。フィトクロームという色素タンパク質が光に感応していることが知られています。レタスやオナモミなどだけでなく、樹木でもシラカンバやクロマツなどが発芽に光を必要とします。この場合の光は芽生えの成長に必要な光よりもずっと弱い光で、赤色光が発芽を促進し近赤外光が抑制します。また、種皮が水を通さない硬実と呼ばれる種子は、種皮に傷がつくと発芽が可能になります。たとえば、アカシア、ニセアカシア、ウルシなどです。



ヤチダモの落下直後の未熟な胚
(下)と発芽促進処理で成長した胚(上) (浅川, 1956)



植物の生存にとって、発芽のタイミングには重要な意味があります。種子の段階では環境に対する耐性が強いのですが、発芽して間もない芽生えは非常に弱い存在です。生き残る可能性の少しでも高い環境を選ぶための仕組みが休眠であり、休眠から覚めるための一定の条件の設定でしょう。自然条件下での樹木の種子は、低温や光、水、そして酸素や二酸化炭素、エチレンなどのガス条件、また太陽光の熱による昼夜の温度変化など、複合的な環境を感知して発芽の時を待っていると思われます。

(横山敏孝)

枝葉末節が大事

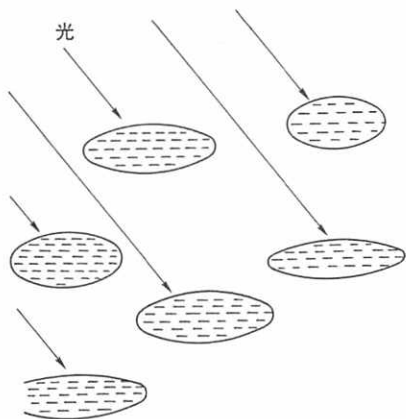
樹木は、枝分かれの仕方、葉の形やその分布によって、さまざまな自然の造形美を見せてくれます。ブナやクスノキなどの広葉樹、スギやヒノキのような針葉樹、さらには街路樹や庭木など、その形態は千差万別です。しかし、樹木が生きていくためには光合成によるエネルギーの変換が必要で、変化に富んだこのような樹形は、光合成という共通の機能を担っているのです。

効率的に光合成をするためには、一枚一枚の葉が光を十分に受けられるように空間的にうまく配置される必要があります。葉の形やその大きさ、葉を支える枝の分岐の仕方はほぼ樹種によって決まっていますが、これらがうまく調和していなければその目的を達することはできません。しかし、遺伝的にほぼ決まっているこのような構造だけでは、効率的な光合成を行うのに不都合が生じるらしく、樹木が成長するにつれて、効率の悪い葉、あるいは隣どうしとぶつかるような葉は次々と枯れ落ちてしまいます。

その結果、どのような樹種でも「クラスター構造」と呼ばれる葉の小集団を作って、それらがあたかも一枚一枚の大きな葉であるかのように、適当な間隔で空間に配置されるようになります(図)。ケヤキやブナ、アカシデなどでも、よく観察すると光を受けやすいように平らに並んだ葉群が幾重にも重なっているのがわかります。このようにして光に対応した枝ぶりができ上がってくるのですが、その特徴を人工的に再現して

みせたのが日本の伝統技術「盆栽」といえるかもしれません。

ところで、一見複雑で樹種ごとにまったく違って見える樹形も、じつは非常に単純な構造でできていることがわかってきました。たとえば、適当に切った枝の重さとその切り口の断面積は、どの枝をとってもほぼ比例関係にあります。このことは、樹木（じつは草本植物も同じなのですが）には光合成という機能を実現すると同時に自重を支えるための力学的構造も巧妙に仕組まれていることを示しています。生存に不可欠な機能はどんな樹種にとっても不可欠でしょうから、そのような共通の機能を実現するための構造も、樹種の



葉のクラスター構造 葉が何枚か集まって葉群(クラスター)を形成する。

違いに無関係な共通の構造をもっていると考えられます。一見複雑な樹形であっても非常に単純な関係が認められるのは、こうした理由によるものと考えられます。

自然界には、血管や河川など多くの分岐構造が存在しますが、これらの構造と樹木の構造にも共通の規則があることが明らかになりつつあります。単純で共通の関係がさまざまな自然現象に認められるというのは驚くべきことで、自然造形の巧みさ、自然界を支配する法則の存在を感じずにはいられません。

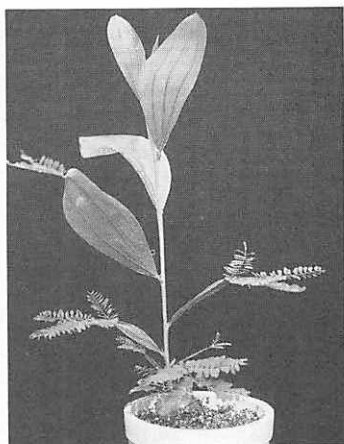
(千葉幸弘)

ライフスタイルに合わせて葉も変身

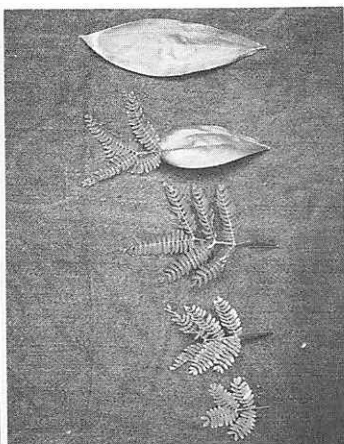
樹木には多くの種類があり、それぞれに特有の形をした葉がついています。また、初夏の新緑、真夏の緑陰、秋の紅葉等々、葉は四季さまざまに私たちを楽しませてくれます。このようにいつも私たちの目に触れ、暮らしに潤いを与えてくれる葉ですが、本来は、光合成活動により、樹木が成長するための有機物を生産し、また、酸素を発生する役割をもつ大切な器官なのです。森林は地球上の酸素発生源として重要な役割を果たしていますが、これには葉での光合成反応の結果生じた酸素が貢献しているわけです。

一般に、葉は葉身、葉柄、托葉から成り立っています。この三部分を備えたものを完全葉、一つでも欠けたものを不完全葉といいます。これらの三分は、変化に富んだ大きさ・形をしています。そのため、これらは植物を見分ける際の重要な一つの目安となります。葉身は葉の本体であり、普通はへん平な形をしています。葉柄は葉身と茎の間にあり、葉身を支えるとともに茎と葉身の間の物質の流れを連絡する役目を果たしています。

葉身と葉柄が一つずつのものを単葉、葉柄一つに葉身が二枚以上ついているものを複葉といいます。複葉の一枚一枚の葉身を小葉といいます。ニセアカシアやフジのように、葉の中央の軸の左右に小葉が並ぶものを羽状複葉、トチノキ、アケビのように葉柄の先端に数枚の小葉がつくものを掌状複葉といいます。



Acacia mangium



Acacia mangiumの葉の成長による変化

このように本来の役割をもつ葉を普通葉といっています。これに対して、葉の中には光合成以外の役割を果たす器官に特殊な変態をしたものもあります。たとえば、モウセンゴケやウツボカズラなど食虫植物では、昆虫を捕らえやすく変態した捕虫葉、エンドウのひげのように絡みつくツル状巻きひげ、サボテンやメギのとげなど護身用となった葉身などです。

また、仮葉というのは葉身が発達せずに葉柄がへん平となつて発達し、葉身と同じような機能をもつものなのです。これは熱帯・亜熱帯に分布するマメ科アカシア属の樹木に見られ、発達途中で羽状複葉から仮葉に変化します(写真)。この変身は生存環境に対する適応現象と考えられています。

このように、生存のために葉もいろいろと変化しているのです。

(角園敏郎)

色気づくのもトシの順

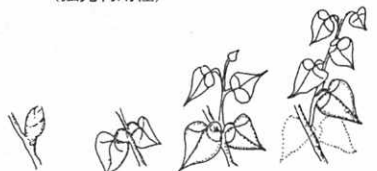
北国の山々を彩るのは、美しい四季の変化を見せる落葉広葉樹です。この四季の変化をよく見ると、開葉と紅葉の仕方には木のもつ個性がじつによく出ています。紅葉を楽しみながら木々のパーソナリティーに思いをさせてみましょう。雪解けを待たずに続々と葉を開きはじめるヤナギの仲間シラカンバは、葉を二三枚パツと出してからまた次々に葉を開きます。これらに対してカエデやシナノキの仲間、サワシバ、ブナなどは一斉に葉を出します。深緑の夏がくるころになるとハンノキの仲間は早々と落葉しはじめます。そして秋。紅葉は北国の山の頂からやってきます。それでは、一本の木ではどこからやってくるのでしょうか？

ヤナギやシラカンバでは幹に近い所から、カエデやシナノキ類、サワシバ、ブナなどでは木の先端の葉から色づいてきます。このころになってもハンノキの仲間は、木の先端部分にまだ緑色の葉をつけています。これには樹種ごとの生活の仕方、葉の出し方が深く関係しているのです。

ヤナギ、カンバ、ハンノキの仲間は河原や空き地、山火事跡などの明るい場所に好んで出てきます（強光利用種）。これに対してカエデやシナノキの仲間、サワシバ、ブナなどは発達した森林の主な構成樹種で、少々薄暗くても生育します（弱光利用種）。

強光利用種は老化した葉から養分を回収して落とす、若い葉を次々に出して生育場所を大きくします。こ

ヤナギ、カンバ、ハンノキ類
(強光利用種)



冬 → 春 → 夏 → 秋



カエデ、シナ類、サワシバ、ブナ
(弱光利用種)

開葉の仕方と紅葉の仕方

ハンノキ類は
紅葉しない



矢印の方向に
紅葉(落葉)する

のため、木の先端部分の葉は幹に近い所の葉よりも若いのです。葉が老化してくると緑色の色素(葉緑素)が分解し、カロチノイド(ニンジンの黄色)の黄色が目立ってくるのです。強光利用種でも、ハンノキやヤマの仲間には霜に遭うまで緑色の葉をつけています。これらの樹種は紅葉はしませんが、霜に遭うまでは、やはり樹冠の内側の古い葉から落葉します。

一方、弱光利用種では葉を一斉に開いて生育場所をすばやく確保します。このため、葉の齢は木のどこの場所でもほとんど同じなのです。木の先端部の葉では、強い日差しに含まれる紫外線的作用で葉の中の糖分がアントシアンという物質(シソの紫色の成分)になって赤くなったり、老化が進んで黄色くなるのです。ただし、秋伸びした枝では強光利用種と同じ傾向です。

このような樹種に固有の紅葉の仕方は、秋の、それもほんの二週間ぐらいしかはつきりとは見えないのです。気をつけて、樹木からのメッセージを受け取りましょう。

(小池孝良)

おだてられたか？ 地上の根

根は樹体を支え、土から水や養分を吸収する大切な働きをしています。しかし、ふだんは目に触れることがないため、幹や枝葉、花や実ほどには親しみがありません。でも、なかには地上で見られる根もあります。ここでは、そのいくつかについてお話します。

木の根は通常、根株から主根、副根、細根、根毛と枝分かれしながら細くなって地中に広がります。この広がりには、地下水位の高い所では浅くなります。これは、根が水浸しの状態になって呼吸できなくなるのを嫌うからです。熱帯・亜熱帯地方の低湿地では、そうしてとうとう地上に上がってしまった根を見かけることがよくあります。沖繩のサキシマスオウに見られるようなクジラの尾びれのような「板根」や、マンダロウブ林のヤエヤマヒルギの足のような「支柱根」などがそれで、種類にもよりますが、ときどきとても大きくなる場合があります。ゾウでも隠せそうな板根や、地上五メートルの高さになる支柱根もあるのです。

このような根は、体がひっくり返らないように支えるのに適した形だといわれています。でも、木質の堅い板根や支柱根がそのまま地中深く潜り込んでいるわけではありません。地面をほんの三〇センチも掘り下げると、細く柔らかな根がモップの先のように集まったものに変わっているのが見られるでしょう。こんなに細くてだいじょうぶかなと思うほどですが、意外と強いものです。たとえば、ヤシは単子葉植物でひげ根しかもつ



② フタバナヒルギの気根
(樹上から下がるタイプ)



① マングローブのフタバナヒルギ
(*Rhizophora apiculata*) 林の密生した
支柱根

ていなくても高さ二〇メートルを超すような木がちやんと立っています。発達したマングローブ林ではそんな支柱根がそこらじゅうに広がり(写真①)、ときには一〇〇メートル以上も地面を踏まずに歩くことができます。もちろんバランスがよければですが。

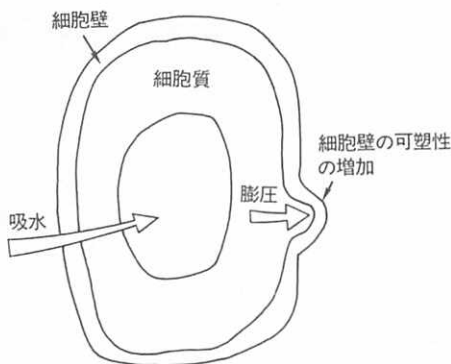
このほかに気根と呼ばれるものもあります。ヌマスギやヒルギダマシのように地下の浅い所をはっている根から杭のように立ち上がるタイプと、ガジユマルのような木の上から下がってくるタイプ(写真②)が見られ、湿った地中では十分に摂取できない酸素を地上に上がった根で補っているのだといわれています。このほかにも、マングローブの地上根では光合成を行っている例も観察されています。このようないろいろな例を見ると、樹木にとつての根の役割とはいったい何なのか、改めて考えさせられてしまいます。

(田淵隆一)

邪魔な壁には穴を開けろ

植物細胞は動物細胞と異なり、細胞膜の外側に強固な被膜である細胞壁をもっています。細胞壁はセルロース、ガラクトロン酸などの酸性糖を含むペクチン性多糖類、キシログルカンやアラビノキシランなどのヘミセルロース性多糖類、エクステンシンと呼ばれるタンパク質、そしてリグニンなどの成分から構成され、植物細胞の形態維持や外界からの刺激に対する防壁として機能するとされています。しかし、細胞の外側にこのような強固な被膜があることは細胞の成長の障害になることは明らかです。では、どのようにして細胞が成長するのでしょうか？

細胞壁は均質ではなく、細胞の外周を薄く囲む一次壁とその内側の厚い二次壁から構成されています。一次壁はセルロース含量が低く、ペクチン性多糖類、ヘミセルロース性多糖類を多く含んでいます。一方、二次壁は主にセルロースから構成されています。細胞が成長しているときは、二次壁は細胞外周に堆積しておらず、もっぱら一次壁のみから細胞壁はできています。さて、細胞が成長する、つまり細胞が大きくなるために、細胞と細胞壁にどのようなことが起こっているのでしょうか？ まず、細胞の吸水が促進されて細胞壁に圧力がかかります。植物ホルモンであるオーキシシンやジベレリンには、この吸水を調節する作用があるといわれています。次に、細胞壁にゆるみを起こさせて、細胞壁の形が変わるようにする必要があります。



植物細胞の成長機構

細胞壁のゆるみは、細胞壁中の多糖類の一部が分解されたり、新たに生合成された多糖類が細胞壁中に挿入されて生ずるとされています。細胞壁のゆるみが細胞壁多糖類の分解により生ずる証拠として、オートムギの子葉鞘切片にオーキシン処理すると可塑性が増加すること、細胞壁中のガラクトシダーゼ、 β -1、3-グルカナーゼ、セルラーゼなどの細胞壁多糖類を分解する酵素の活性が高まること、子葉鞘切片から多糖類の分解物が溶け出し出てくることが挙げられます。また、細胞の成長に多糖類の生合成が必要なことの証拠として、細胞の成長を長時間維持するためには子葉鞘切片に糖を与えることが必要で、この場合、全細胞壁量が増加することが挙げられます。

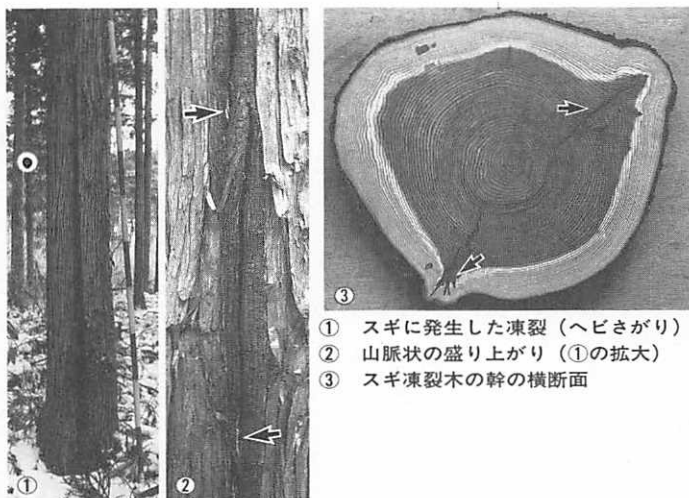
細胞は成長を達成した後、二次壁を堆積し、果たすべき機能に応じて分化しなければなりません。細胞が成長を停止するには、細胞の吸水が減少するとともに、細胞壁の可塑性が低下する必要があります。細胞壁の可塑性を低下させる機構として、キシログルカンなどのセルロースと水素結合しやすい多糖類の生合成量が増えること、細胞壁中の酵素の作用により、多糖類どうしの架橋が起ることが考えられます。

(枝重有祐)

寒夜に響く木の悲鳴

シンシンと凍れる冬山の夜、くぐもった「ポーン」というような音がどこからともなく聞こえてくることがあるそうです。これが寒さによって樹木の幹が割れるときの音、あるいは詩的にいえば「木の悲鳴」といわれているものです。しかし、割れる瞬間を目撃した人はいないようなので、幹が割れるときにはこのような音がするであろうとの想像にすぎないともいえます。しかし、幹が割れている例はわりと容易に見つけることができます。北海道ではトドマツの、本州・四国・九州では限られた地域ですが、スギの幹にも見られます。そのほかにも、ヤチダモ、ミズナラ、ケヤキなどの広葉樹にもときどき見つかります。このように、寒いときに幹の水が凍って幹が割れる現象を凍裂（とうれい）といいます。

では、凍裂とはどのようなものなのでしょうか。写真①のスギの場合のように、凍裂が発生した幹には根元から縦方向に走る割れ目が見られます。しかも、写真②に拡大したように、普通の樹皮とはようすが異なる樹皮がその割れ目を縁どるように盛り上がっています。この山脈状の盛り上がり部はちょうどヘビが幹をはい下っているように見えるので、「ヘビさがり」と呼ばれています。このような特徴があるので、その気になれば凍裂が発生した木を見つけることはそれほど難しくありません。しかし、その発生割合が三〇％を超えることはめったにないので、それなりの注意は必要です。



① スギに発生した凍裂（へびさがり）
 ② 山脈状の盛り上がり（①の拡大）
 ③ スギ凍裂木の幹の横断面

次に、凍裂が発生した幹の内部を見えます。写真③は幹を輪切りにしたのですが、二カ所（矢印）で凍裂が発生したことがわかります。また、放射方向あるいは中心部の年輪に沿って走っている黒い線が割れ目です。このように、凍裂が発生した幹内部には常に割れ目があります。そのため、凍裂が発生した幹から良い材木をとることはできにくくなり、林業的には困った問題になっています。もう一つの特徴は幹の中の水分が異常に多いことです。それが低温によって凍結して凍裂が発生すると考えられています。

しかし、なぜ凍裂が発生した木では水分が異常に多いのか、材中の割れとそれはどう関係しているのかなどはまだわかっていません。凍裂の本当の原因を明らかにするためには、木が生育している環境や遺伝的な要因などの面からの研究も必要と思われます。

（今川一志）

厄介者にも取柄はある

たいていの木の幹は鉛直上方に伸びる性質があります。ですから、なんらかの力が外から加わって幹が大きく傾いたり曲げられたりすると元に戻ろうとしますが、このとき「アテ」と呼ばれる異常な組織が幹に形成されます。アテ材は正常材に比べて構造上の違いが著しく、物理・化学的性質もたいへん異なっていて、木材利用の面からみると加工しにくく、柱や板の反り、狂い、割れの原因になるなどトラブル発生の元になります。もともと、アテとは悪いということの意味する俗語であり、したがって、アテ材は不良材あるいは欠点材という意味になります。しかし、この厄介者のアテ材も、じつは樹木の生育環境のダイナミックな変化についての情報を提供してくれる記録計となるのです。

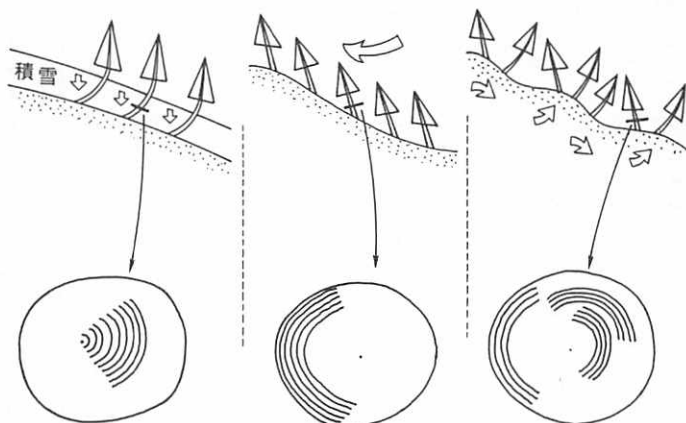
雪深い山々に生育している樹木の根元部分の幹は、たいてい弓のように大きく湾曲しています。冬に積雪の重みで傾いた樹木が、雪が解けたあとと樹体を元に戻そうとアテを形成しながら立ち上がる結果このような形になるのです。スギなどの針葉樹の切株の円盤に、傾斜した幹の下側に扇状に濃い赤褐色に見える部分がアテ材です。広葉樹にもアテ材は形成されますが、アテ材の現れる側は針葉樹とは正反対で傾斜した幹の上側です。ただし、色が淡いので肉眼での判別は困難です。

円盤に形成されたアテ材を注意深く観察すると、幼齡木時代から形成され続けていたアテ材は、幹がある

雪 圧

強 風

地すべり



樹木を傾ける外力とアテ材形成のパターンの例（針葉樹の場合）

一定の太さに達するとそれ以降は形成しなくなることに
気づきます。これは、成長に伴い、幹が積雪の重みで傾
かなくなるほど太く丈夫になったことのあかしなのです。

ですから、雪深い場所に生育する樹木ほど、アテ材を
形成しなくなるときの幹の直径は太く、雪の少ない場所
ほど細いということになります。このような傾向を利用
すると、切株の円盤を観察することで、その場所の大ま
かな雪の深さを推定することもできるのです。

また、強い風が吹くと、積雪の重みだけでは傾かない
太い樹木でも傾くことがあるし、地すべり地に生育する
樹木はいかに太くても、土塊の移動に伴いさまざまな方
向に傾きます。

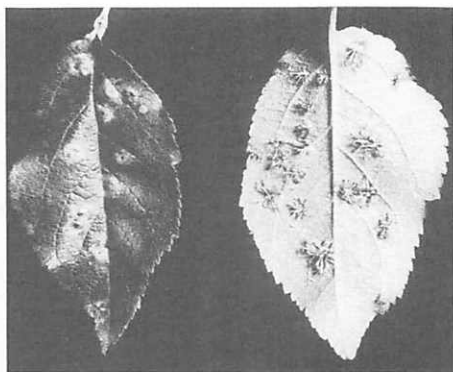
このような樹木に記録されたアテ材を綿密に観察する
ことで、大風や地すべりの複雑な挙動の歴史を探ること
も可能となるのです。

（小野寺弘道）

果樹園の大敵—怪菌二面相

八月から十月にかけてリンゴ畑を歩いたことがある人なら、葉の裏側（ときには新梢や果実）にヒトデのような形の構造物がよきによきと生えているのに気づかれた方も多いでしょう。また、散歩好きな方なら三月から五月にかけて、よその庭のカイズカイブキの葉にヌメヌメとした寒天状の黄褐色の小さな塊が付着しているのを見つけ、何だろうと不思議がられたことがあるでしょう。これらは付着している植物も違いますが、姿形も似ても似つきませんが、さび菌という仲間属する *Gymnosporangium yamadae* という名前のカビの別の世代の姿なのです。前者はリンゴ栽培農家にリンゴ赤星病としてたいそう恐れられていますし、後者はビヤクシン類さび病として植木屋さんをはじめとする造園業の方々には有名な病気です。

このように、さび菌の仲間はほとんどのものが、二種類のまったく別の植物を行ったり来たり（宿主交代）しなければ生きていくことができません。リンゴに生えたヒトデの足の正体はさび孢子と呼ばれる特殊な胞子の入れ物であり、カイズカイブキの上の寒天状物質の正体は冬孢子という胞子の入れ物なのです。このような場合、片方の植物を中間宿主と呼んでいます。したがって、リンゴ赤星病菌の中間宿主はカイズカイブキをはじめとするビヤクシン類であり、ビヤクシン類さび病菌の中間宿主はリンゴということになります。が、経済的に価値の低い植物のほうを中間宿主としますので、ビヤクシン類がリンゴ赤星病菌の中間宿主である



赤星病罹病リンゴ葉(左：表面，右：裏面)
(農水省果樹試験場東北支場 伊東 伝氏提供)

というほうが一般的です。

春、四月下旬から五月にかけて、ビャクシン上で水分を十分に吸って膨張したゼリーの中で冬胞子が発芽し、小生子と呼ばれる特殊な胞子を空中に飛ばします。これらの胞子は気象条件などにもよりますが、二三日も飛ぶことが知られています。これがリンゴの葉の上に落ちると感染してリンゴに赤星病を引き起こし、前述のヒトデのような構造物を生じるのです。賢明な読者諸氏にはもう理解していただけたでしょう。そう、

リンゴ畑の周辺には、この病気の中間宿主であるカイズカイブキを植えることは禁物なのです。リンゴ赤星病菌に非常に近い仲間に、ナシ赤星病と呼ばれてナシ栽培農家に恐れられているものがあります。西南暖地にお住まいの方ならこちらのほうが有名かもしれません。この病原菌も、ナシとビャクシン類を行ったり来たりして生活しています。二十世紀ナシの産地として全国的に有名な鳥取県のある町では、この病気を防除するため住民にビャクシン類を植えることを条例で禁止したほどです。一つの病原菌の生活史のなかにも、このようにおもしろい自然の秘密が隠されているのです。

(佐橋憲生)

妖怪・やまんばの髪の毛

山姥やまばの髪の毛(やまんばの毛)とは、謡曲に登場する山姥とか霊婦の髪の毛、もしくは七難しちなんの揃毛そろけ、つまり怪しげな山女のその毛として、知る人ぞ知る珍品なのです。この伝承は、髪長信仰と関係するともいわれています。

じつは、これはきのこが正体。その菌糸が変身したものです。「深山木石に附生し髪を乱したるがごとく」色黒いこの毛は、江戸時代以前から中国名雲霧草、または長髮草、龍鬚草などともいわれ、群馬県上野村、箱根、戸隠、琵琶湖は竹生島、愛知県春日井市、茨城、千葉、和歌山、奈良や三重県などに伝承されています。古くは治安三年(一〇二三)のこと、藤原道長とうながが寺の什物じゅうぶつに見たという記録さえあるのですが、これらがすべてきのこのなかはわかりません。図は弘化二年(一八四五)に和歌山で紹介されたものです。

この毛は、rhizomorpha(根状菌糸束)といい、傘の直径が一センチ以下のとても小さなきのこ(主にホウライタケ属)が作る栄養器官です。一般にきのこ類は、さまざまな形態をもった未分化の菌糸束を作りますが、高等になると頂端部に分裂組織をもち、中心部や周辺部を備え組織分化が見られるまでに発達し、これが「やまんばの毛」というわけです。毛の色はメラニン色素による黒が一般的ですが、金髪系、白色系もあり、古来「髪の毛」を連想したのもうなずけます。では、この毛はどんな役割をもっているのでしょうか。



紫藤園

紫藤園攷證の図 (畔田伴存著 1845年)

きのこの一本一本のかぼそい菌糸は裸同然で、ほかの菌や小さな土壤動物などの攻撃、それに乾燥に對し心細い限りです。そこで菌糸束や高密度の菌叢を作り、身を固めているのです。また、菌糸束は食料を求めて進む斥候隊となったり、養水分移動のためのパイプラインとしての働きもします。そのためには、落葉層や地中などそれぞれの生息環境に適した菌糸束でなくてはなりません。

この毛は乾湿の変動が厳しい落枝などに侵入するときに大活躍します。多くの菌糸束は大氣中に身をさらすことはできませんが、毛の仲間は平気だからです。たとえば枯枝が、まだ樹上にあるときや落下した直後には、ほかのきのこは土壤とのわずかな接触部から侵入したり、胞子による発芽・伸長といった、のんびりとしかも危険な手立てしかもしません。しかし毛をもつきのこは空中に伸びたり幹に巻きつくように登ったりして、枯れた部分にその先端や側面が接触するとたちまち細かい菌糸を吹き出し、離れないようにくつついて侵入を開始するので、ほかのきのこより早くて安全な食料確保が可能なのです。「やまんばん」がもつ術とは、じつはこの「先制術」だったのです。

(岡部宏秋)

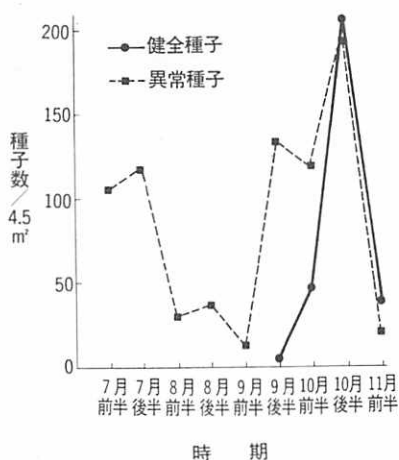
見上げた働きーブナを助けるカビ

日本の温帯の森林を代表するブナも秋にたくさんの果実を実らせませす。その中の種子は次代の苗となり、あるいは森の動物たちの重要な餌となります。しかし、グラフに見られるように健全な種子は十月に実りますが、未熟な異常種子が六月ごろから落下をはじめ、シーズンを通しての異常落下種子総量は、健全な種子の数倍はあると判断されます。

成熟前に種子が落下するのは、病原菌の感染を受けて果実のつけ根が腐ったものもありますが、その多くは昆虫の幼虫に種子の中を食害されたためと考えられます。しかし、昆虫によって種子が食害されるだけでは果実の急速な落下は起こりません。害虫などが入ったブナの果実は、どうしてすぐに落下するのでしょうか？ それはカビ（菌類）が果実の柄部に急速に繁殖し、そのために早期の落下が起こると考えられます。

では、そのカビはどこからくるのでしょうか。いろいろな試験によって、健全で未熟な果実の中に、すでに特定のカビが少量潜んでいることがわかってきました。それらのカビは *Asteroma* 属および *Epicoccum* 属に所属する二種が主ですが、果実の殻、種子のほか葉の中にも生息していることがわかりました。

虫が最初に入るにしろ、未熟な果実の落下にカビが関係しているなら、これらのカビはブナの木に悪さをしていることになるのでしょうか？ それはノーです。個々の果実にはマイナスでもブナの樹体にとっては



ブナの落下種子数の推移 (1989年)

プラスの働きをしていると考えられます。カビの急速な繁殖がなければ、熟期に良い種子が望めない、何百という虫害果実に無駄な養分が送り込まれ続け、樹体にとっては大きな損失になります。成熟した健全果実にもこれらのカビは潜んでいます。虫が侵害しない場合にはカビは果実には何の影響も与えません。ブナとカビとの歴史的な長い関係のなかで、持ちつ持たれつこの関係が生まれ、ブナ樹体はカビの助けを借りて必要以上の消耗を防いでいるのです。

カビと植物がお互いに助け合う関係は、菌根と菌根菌とのものがよく知られています。さらに最近、健全な植物体内に潜んでいる内生菌と呼ばれるカビのなかには、宿主植物をほかの微生物による攻撃から守る働きをする仲間もあることがわかってきました。ここに挙げたブナの果実内に潜むカビは、従来知られていたものとは異なる方法でブナを助けられていると考えられます。

目に見えないカビの仲間たちが、森林の成立、更新になくてはならない働きをしています。まだまだカビと森林との関係について知らないことがたくさんあるようです。

(金子 繁)

V

森の動物たち

ワトソン君、糞をよく見たまえ！

皆さんが野山を歩いていて野生動物に出会ったなら、何か得をしたような気になるでしょう。でも、動物の糞に出くわしたらどうでしょうか。そんなとき、たいいていの人は避けて通ってしまいます。ところが、この糞というものを調べると、動物に関するいろいろなことがわかるのです。どういうことを調べるかは研究する人しだいですが、なかでも基本的なものを紹介しましょう。

まず、ある動物の糞を見つけたら、その地域にその動物が生息していることがわかります。そんなことは当たり前だと笑うかもしれませんが、これはたいへん重要なことです。なかなか姿を現さない種類でも、この方法ならいることがわかるからです。さて、その動物がいるとなれば、次は、いったい何頭くらいいるのかわりたくくなります。これも、大ざっぱな数でよければ糞で調べることができます。一定面積当たりの糞の量を計ればよいのです。これを継続的に調べると、数が増えつつあるのかどうかということや、分布域がどのように変化しているのかなどということを知ることができます。また、その動物が季節的に移動しているようすも、うかがい知ることができます。

糞にはほかにも大切な情報が含まれています。そもそも糞のものは何でしょうか。いうまでもなくそれは食物です。ですから、糞によって元の食物がかなりわかるのです。ところで、動物は肉食性と草食性、雑食



ニホンジカの糞



ツキノワグマの糞

性に大きく分けられ、同じ草食性動物といっても主にササなどを食べるものや、木の葉を多く食べるものなどさまざまです。肉食動物にしても、大型のものと小型のものでは獲物の種類が違います。また、同じ動物でも季節や住む場所によって変わります。このように、どの動物が何をいつどれだけ食べているかというところを「食性」と呼んでいます。現代の日本人なら、必要な食物を必要なだけ食べるというのはさほど努力せずにできることです。むしろ食べすぎないよう気をつけないといけなくらいです。でも、野生動物にとつ

ては切実な問題なので、食物が十分に食べられるよう彼らは生活の仕方をさまざまに工夫しています。そのため、食性を調べれば単に食物に関することだけでなく、動物のライフスタイルを推定することにも結びつきます。

このように、糞は見かけによらず役に立つので、動物を研究する人は避けて通るところか、文字どおり草の根をかき分けて探し出すのです。

(堀野真一)

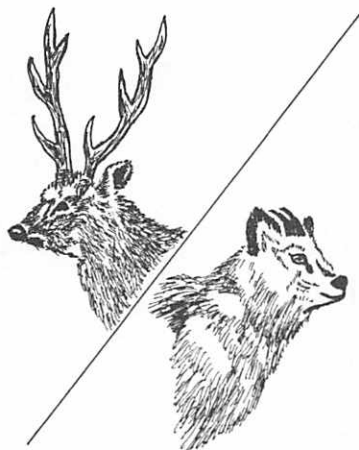
シカのハレムとカモシカの夫婦

「ニホンシカ」と「ニホンカモシカ」、ともに日本を代表するこの二種の野生動物は、また草食動物の適応と社会の進化を考える格好の材料なのです（以下、単にシカ、カモシカとする）。

四肢のそれぞれに二本または四本の蹄をもつ哺乳類のことを、偶蹄類と呼びます。偶蹄類には、シカ科、ウシ科、イノシシ科、カバ科、キリン科などが含まれていて、シカはシカ科に、カモシカはウシ科に属しています。シカもカモシカも二本の蹄をもち、植物を食べ、反芻はんそうをする動物です。

しかし、体型はカモシカがずんぐりして四肢も首も短めなのに対して、シカは四肢も首もよりスマートです。また、カモシカは雌雄が同じ大きさですが、シカは雄が雌より大きくなります。それに、シカは雄だけが枝分かれした立派な角をもっていて、この角は毎年抜け落ちては新しく生えてくるのですが、カモシカでは雄にも雌にもずっと短く単純な形の角があって、これは抜け落ちずに一生少しずつ伸び続けます。

ところで、ウシ科やシカ科のような草食の偶蹄類は、森林で単独生活をする原始的な種類から、草原のような開放的な環境で群れで生活する種類へと進化してきたと考えられています。森林の餌は柔らかい木の葉や芽で、これらは森林内に比較的平均してある代わりに、単位面積当たりにはあまり多くないので、森林内では単独で一定のテリトリー（縄張り）を守るほうが有利であると考えられます。一方、開けた草原や斜面



ニホンシカ(左)の角は雄のシンボル。
ニホンカモシカ(右)は雄も雌も角をもつ

の餌は葉の堅いイネ科などの草本で、これらは局所的に大量に生産されるので、集団で利用するほうが有利であると考えられます。外敵に対する警戒や逃避も、開けた環境では集団のほうが有利です。

カモシカは森林生活者で、ウシ科のなかのヤギ・ヒツジ類の祖先型の原始的な動物なのです。彼らは単独(または母仔)でテリトリー内で生活しています。一方、シカは、より開けた環境へと適応してきた動物で、カモシカに比べ、速く走るための長い四肢と遠くを見張るための長い首をもち、群れで生活しています。雌雄の関係も、カモシカは、つがいの雌雄が同じ場所にテリトリーをもち、普通一夫一妻なのに対して、シカは、繁殖期に、大きく強い雄だけが雌の群れを保持するためのテリトリー、いわゆるハレムを作り、ほかの季節は雌と幼獣の群れから離れて、雄だけの群れで生活します。

このような社会的進化レベルの違いを反映して、カモシカでは、体の大きさも、短く鋭い防衛用の角も、雌雄で差がないのに、シカでは、雄の体が雌より大きく、立派な角は雌を獲得する闘争用として、そして強さを誇示するシンボルとして、雄だけに発達しているのだと考えられるのです。

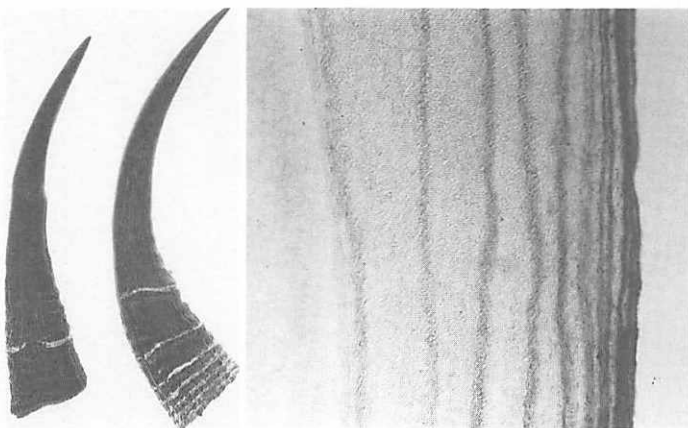
(奥村栄朗)

やはりトシは隠せない

森の中には、いろいろな哺乳類が生きています。一度に六〜七頭の子供を産み一〜二年の短い一生を終えるノズミ類、毎年二〜三頭の子供を産み四〜五年は生きるノウサギ、一頭の子供を毎年か一年おきに産み二〇年を超える寿命をもつかモシカなど、寿命と繁殖の方法はさまざまで、このような違いが生息数や増え方に差をもたらします。森の中の哺乳類の生態を理解するには、彼らの寿命や繁殖の方法を調べることも大切です。

では、野生哺乳類の年齢はどのように調べるのでしょうか。生まれたとき印をつけるのがよい方法ですが、実際にはなかなかたいへんです。体は加齢とともに大きくなるので、ノズミ類では大まかな目安となります。また、寿命の長い哺乳類では、成長とともに歯が増えたり、生え替わったりするのでこれからも年齢を知ることができません。年齢はやはり歯と関係があるようです。ただし、残念ですが二〜三歳までに歯はすべて出そろい、これ以上になると、歯の数では年齢推定はできなくなります。

別の方法があります。右の写真はクマの歯を抜き取り、薄く切って薬品で染めたものです。セメント質の部分にきれいな縞模様が見られます。セメント質は歯の根の外側に作られ、生涯少しずつ成長を続けますが、成長の仕方は体の代謝と関係していて、春と夏には盛んですが、冬には落ちます。この結果が縞模様として



カモシカの角の角輪

ツキノワグマの犬歯に見られる年輪

現れます。ちょうど樹木の年輪と同じです。縞の部分か冬に当たり、その数は越冬回数、つまり年齢です。シカの歯にも同じものが観察されますし、ウサギでは顎の骨に縞が作られます。ずばり何歳と言いついてたいへん便利な方法なのですが、残念なことに歯を抜かなければならないので、生きた個体には使えません。

カモシカではよい方法があります。カモシカの角はケラチンという爪を作るタンパク質からできています。角はケラチンが少しずつ付け加わり伸びていきますが、その成長にはやはり代謝が関係していて、冬には落ち込みます。この結果、角の表面には成長の落ち込みがリングとして現れます（写真左）。ちょうどアイスクリームのコーンが毎年一つずつ足されるのと似ています。これは「角輪」と呼ばれ、この数から年齢がわかります。カモシカは角に自分の年齢を刻印して生きているのです。

(三浦慎悟)

文字どおりの追跡調査

野生生物って何でしょう。なぜ数える必要があるのでしょうか。

野生生物には、虫や植物まで含めることがあります。普通は脊椎動物、なかでも特に鳥と獣を指して使われます。鳥と獣は昔から人の生活と密接にかかわってきました。農作物を荒らしたりする一方で、羽毛や毛皮、卵、肉といった自然の豊かな恵みを与えてくれました。また、その姿は見る人に喜びを与えてくれました。最近、その保護も大きな関心事になっています。

野生生物は豊かな自然のために残していかなければなりません。しかし、人間の生産活動に支障があるときには防除する必要も生じます。野生生物と人間との共存を図るには、彼らの生態をよく知り、上手につき合っていく方法を考えなければなりません。なかでも、彼らがいっただれだけいるのかを知ることがその基本となるものです。

では、野山を自由に動き回っている動物をどうやって数えるのでしょうか。残念ですが決定版はありません。動物の種類や生息場所など条件によって方法は違ってきます。特に獣たちが困り者です。直接見て数えることがなかなか難しいからです。研究者たちは苦心してさまざまな方法を編み出してきました。

カモシカを例にとりましょう。糞で、足跡で、地上で見て、空から見て数える、などの方法があります。



ヘリコプターから見たカモシカ

糞で数える方法は、糞の量からカモシカの数を推測するのです。ある調査によればカモシカは一日に約三回、一回三〇〇粒ぐらいの糞をします。地面に落ちている糞全部の量を見たり、ある期間に落ちた糞の量だけを見たりします。糞が自然になくなっていく速さやカモシカがする糞の量が問題です。

足跡で数える方法は、足跡の長さや足跡でわかるある区画への出入りのようすからカモシカの数を推測するのです。雪の上に残った足跡を使うのが普通です。どのくらいの間についた足跡か、カモシカがどのくらい動くのかがわかっていなくてはなりません。

地上で見て数えるには少し工夫が必要です。カモシカの生息地を小さな区画に分け一人ずつ人を配置して、全員が同時に区画の中を動き回ってカモシカを数えます。どのくらい見落としや重複があるかが問題になります。

空から見て数える方法には、ヘリコプターで低空飛行して、カモシカを追い出して一頭ずつ数える方法があります。ハイテクの熱赤外高感度カメラを使い、高い空からカモシカの「熱」を見て数えようという構想もあります。うまくいくでしょうか。

(平川浩文)

海の藻屑か、種子の空輸作戦

樹木のなかには、種子が鳥に運ばれる種類があります。たとえば、人間がサクランボを食べるとき、甘い果肉だけを食べて種子は食べませんが、鳥はサクランボぐらいの大きさの果実ならまる飲みにしてしまいます。しかし、まる飲みにされても、堅い種子は消化されずに排泄されるので、種子が運ばれることになりました。このようにして種子が運ばれる木は、サクランボのような、丈夫な種子を果肉が包んでいるタイプの果実をつけます。種子を運ぶ動物としては鳥が代表的ですが、タヌキやサル、コウモリといった哺乳類もよく種子を運んでいます。珍しい例としては、インド洋のクリスマス島ではカニが種子を運ぶことがあります。

日本のような温帯で種子を運ぶ代表的な鳥といえば、ツグミやヒヨドリなどの中型の鳥です。種子が食べられてから排泄されるまでの時間を、いろいろな種類の果実をツグミに与えて測定したところ、わずか数分から数十分であることがわかりました。ヨーロッパやアメリカの鳥を対象にした研究例でも、同じような結果が出ています。これぐらい早く排泄されてしまうと、鳥が果実を食べた後すぐに直線的に飛んだとしても運ばれる距離は数キロメートルから数十キロメートルです。ツグミは晩秋に日本に渡ってくる冬鳥で、大陸から日本海を横断して能登半島付近に上陸するコースが、主要な渡りのコースだという説があります。ところが、この日本海横断コースは、少なく見積もっても六〇〇時間以上もあります。種子が鳥の体内にとどまっ



吐き出された場合
オトコヨウゾメ 23~32分

糞として排泄された場合	
ツルウメモドキ	43~60分
ヌルデ	40~65分
ヘクソカズラ	45~95分
アカネ	30~45分
ガマズミ	25~40分

ツグミに種子が食べられてから排泄されるまでの時間の測定例

ている時間から考えて、鳥は無事に渡ってこられても、その鳥に食べられた種子が日本海を横断できる可能性はほとんどないでしょう。津軽海峡ぐらいいしたら、たまたま越えることがあるかもしれません。

長距離を飛ぶ直前の鳥に食べられる果実は全体のごく一部でしょうから、種子が運ばれる平均的な距離はもっと短くなります。最近の研究から、鳥に食べられた種子の多くは親木から数百メートル以内には運ばれることがわかってきました。運び手が鳥ですから、かなり遠くに運ばれそうなのですが、数十キロメートルも運ばれることは案外まれなようです。しかし、木の一生は長いので、そのような機会は何度かあるはず

です。日本海横断は無理としても、その機会に数キロメートル以上運ばれることは分布を広げるうえで十分役に立っているでしょう。一方で、たとえ数十メートルしか運ばれなくても、それには大切な意味があるはずで、親木の真下に落ちた種子は、いずれ親木と競争しなければなりませんし、親木の近くにはその木を餌にしている昆虫などが多いかもしれません。木にとって、親木から少しでも離れた所に種子が運ばれることは、同じ林の中に子孫を残す確率を高くするうえで大切なでしょう。

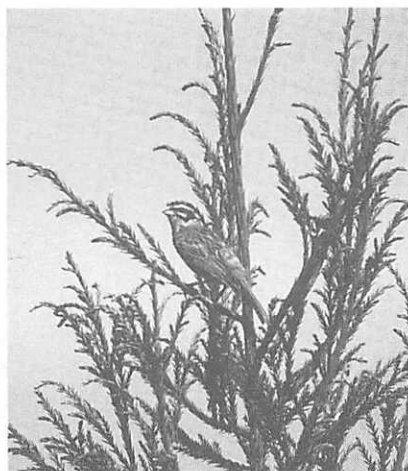
(小南陽亮)

鳥は自由に動き回れるか

私たちは「鳥のように自由に」という表現を使うことがあります。実際、大空を飛び回る鳥は、どこへでも好きな所へ行けるように思われます。しかし鳥の生活を少し注意して見てみると、彼らは意外に狭い空間に固執していることが多いのです。たとえば、私がよく仕事に出かける茨城県内の国有林の小さな空き地には、いつも一羽の雄のホオジロがいます。このホオジロには研究のために右足に緑色の足輪がついていて、ほかのホオジロと区別できるのです。ホオジロはこの国有林で最も個体数の多い鳥の一つであり、またこの空き地のほかにも、ホオジロが好みそうな場所はたくさんあります。それなのに、この空き地でさえずっぺいるのは常にこの緑色の足輪をつけた雄なのです。

多くの鳥は、その行動範囲の一部ないしすべてを縄張りとして占有しようとしています。特に、繁殖期の雄どうしは、盛んにさえずって縄張りの占有権を主張し、激しく争うこともあります。しかし彼らが、のべつまくなしに縄張りを巡って争うのかというとそうでもありません。ある程度縄張りの境界が決まってしまうと、周辺に住んでいる個体とはあまり争わなくなります。まるで鳥どうしでお互いの住所を認め合っているかのようです。彼らは、どの場所にだれがいるべきなのかを知っているのでしょうか。

このことについて、北アメリカでズキンアメリカカムシクイという鳥を使って興味深い実験がなされました。



ホオジロの雄

この鳥は春になると越冬地から渡ってきて縄張りをもちますが、縄張りをもっているある雄に、隣の縄張りの雄のさえずりを録音して聞かせたのです。縄張りの持ち主は、さえずりがいつも聞こえる方向から流されるとあまり反応を示さなかったのですが、同じさえずりをいつも聞こえてくると反対の方向から流したところ攻撃的な行動をとったのです。このことからこの鳥は、単にさえずりを知っているだけでなく、それが聞こえてくる方向まで覚えていたこととなります。さらに、同じ雄が翌年越冬地から渡ってきてすぐに、前年のテープを使って同じ実験をしたところ、やはり間違った方向からのさえずりにより多く反応したのです。

このとき隣の雄はまだ戻ってきていなかったため、この雄の記憶は、繁殖期が終わってさえずりが聞こえなくなつてから約八カ月間も保持されていたこととなります。このような優れた記憶力によって、鳥は周囲の鳥に対する無用な争いや警戒を避けることができます。しかしひとたび自分の行動圏を離れると、ほかの個体に激しく攻撃されることになってしまいます。人間の目から見ると、自由に暮らしているように見える鳥でも、住所を変えるのは容易ではないのです。

(東條一史)

ハイタカは恐妻家

ハイタカという鳥をご存じでしょうか。ハトぐらいの大きさの小型のタカです。日本では低山帯から亜高山帯にかけて繁殖し、冬は低地でも見られます。林の中を巧みに飛び回り、ほかの鳥を捕らえて餌とします。大きさはハトぐらいと書きましたが、それはかなり大まかな言い方です。というのはこの鳥は、雄と雌の大きさがたいそう違っているからです。一般に鳥は雄のほうが雌よりいくぶん大きいのが普通ですが、ハイタカは逆に、雄が雌よりずっと小さいのです。雌は体重が三〇〇グラム近くになるのですが、雄はその約半分の一五〇グラムぐらいしかありません。このような極端な違いがなぜ起きたのかは、まだはつきりとはしていません。ただ、この大きさの違いは、ハイタカの雄にとってたいへん深刻な問題かもしれないのです。

ハイタカの主食は鳥です。特に雌はしばしば自分より大きな鳥さえ捕らえて餌にしてしまいます。雄は、大きさだけから見れば雌にとって手ごろな餌なのです。そして実際、ハイタカの雌は、ときには雄を捕らえて食べてしまうことが知られています。ただし、繁殖中の雌が、つがい相手の雄を食べてしまうことはなさそうです。なぜなら、雌や雛のための餌は主に雄が捕らえてくるので、雄がいなくなつては繁殖を成功させるのは事実上不可能だからです。しかし雄にとってみれば雌は潜在的な捕食者に違いありません。繁殖期間中、交尾や餌運びなど、さまざまな形で雌に近づかなくてはならない雄は、ずいぶん神経を使っているよう

に見えるのです。

もう一つ雄にとって問題があります。それは、彼が餌を運んでやる雛たちです。ハイタカの雌の雛は生後二週間もすると体重では父親を追い越してしまいます。そして親が運んでくる餌にわれ先に飛びつきます。

これは、体が小さい雄にとってはたいへん危険なことです。事実、雄は雛がある程度大きくなるとめつたに巣には近づきません。雛への給餌は雄から餌を受け取った雌の仕事です。では、巣に雛がいないと雄はどうするでしょうか。雌を呼んでも返答がない場合、雄は巣のいちばん端に止まるやいなや、持ってきた餌を置いて飛び去ります。これは一瞬のうちに行われ、雄は数秒と巣にとどまりません。ときには慌てすぎて、置いた餌が巣の外に転がり落ちてしまうこともあるそうです。

苦労して運んできた餌を無駄にしてしまうほど、雌の雛は雄にとって恐ろしいらしいのです。

ハイタカの雄は、繁殖期の間、自分の何倍もの量を食べる雌と雛たちに餌を運び続けます。彼らが本当に妻や娘を恐がらなくてはならないのだとしたら、なんとも気の毒な話です。

(東條一史)



ハイタカの雌(上)と雄(下)

備えあれば憂いなし

秋には多くの木々が実をつけます。木の実には栄養分が豊富で、それは芽を出すときに大いに役立ちます。もともとは樹木が自分の子供ののために蓄えた栄養分ですが、われわれ人間も含めて、多くの動物が木の実の恩恵にあずかっています。渡り鳥にとっても、また冬の間その地に残留する留鳥にとっても、木の実には冬に備えて体力をつけておくのに重要な役割を果たしています。しかし、ネズミや昆虫なども木の実をどんどん消費していきますので、うかうかしてはいられません。とはいっても、鳥たちが一日に食べることができない量は限られていますし、冬がくれば地面に落ちた木の実には木の葉や雪の下に埋まってしまい、利用できなくなります。そこで、留鳥の一部の鳥は木の実を蓄え、後にそれを探し出して食べます。

木の実を食べるといっても、果肉を食べる鳥と種子を割ってその中身を食べる鳥に大別できますが、蓄えられるのは種子です。日本で種子を貯食することが知られている鳥は、カラスの仲間であるカケスやホシガラス、シジュウカラの仲間のヤマガラ、コガラ、ヒガラそれにゴジュウカラなどです。

カケスはドングリ（ミズナラなどの堅果）を数個飲み込み、のどの所のために蓄えます。そして、一個ずつ吐き出しては地面や倒木に埋め込み、枯葉やコケで覆います。ホシガラスはハイマツの種子を道路の法面などに隠します。ときには母樹から二〇センチも離れた所に貯蔵します。ヤマガラは、スタジイなど体の大きさに割に

1本のイチイが生産した種子の運命

(榊原, 1989より作成)

種子生産数 約3万6000個のうち

未熟種子	6.2%
地上落下 ¹⁾	16.0%
種子食鳥類による摂食	73.3%
ヤマガラによる貯食 ²⁾	4.5%

- 1) 地上落下種子のうち90%がネズミによって消費される。
- 2) ヤマガラが貯食する数は全種子数のわずか4.5%であるが、種子生産数が多いので1600個余りにもなる。

は大きな種子を蓄えることがあります。また、地域によってはイチイなど比較的小さな種子を貯食します。ヤマガラもこれらの種子を地面に隠すことが多いのですが、樹皮のすき間など樹上にも蓄えます。これに対しコガラ、ゴジュウカラなどは比較的小さな種子をもっぱら樹上に蓄えます。これらの鳥たちも種子を隠した後には、コケなどをかぶせて上から見ただけではわからないようにします。

比較的短い時間であれば、鳥は蓄えた場所を覚えていきます。しかし、何百個と隠した種子の貯蔵場所をいちいち覚えているとは考えられません。では、鳥たちはどのようにして隠した種子を探し出すのでしょうか。種子を隠す場所に何か秘密がありそうです。鳥たちは、同じ森の中でも採食する場所をお互いに違えていることが多いのです。種子を蓄える鳥たちは、自分たちがよく採食するような場所に種子を隠します。それで、正確に場所を覚えていなくてもある程度は隠した種子を回収できるのです。しかし、当然見つけられない種子も出てきて、それらはひよっとすると芽が出て大きく育つかもしれません。木は、鳥たちに種子を食べさせる代わりに、それを遠くまで運んでもらっているのです。

(松岡 茂)

「オオカミ少年」と鳥

バードウォッチャーの多くは、森の中でシジュウカラやコガラなどがツイーと高くして細い音を発声したとき、ききすぐ空を見上げます。というのも、たいてい木の葉越しにハイタカやオオタカが上空を飛んでいくのを見ることが出来るからです。この高い音の鳴き声は外敵の発見を知らせる警戒声で、カラ類の警戒声によく似た警戒声を出す小鳥類がほかにも何種かいます。これらの鳥は、お互いの警戒声に反応し、ほかの種の警戒声を聞いても近くのやぶなどに飛び込んで、タカが通り過ぎるまでじっとしています。

この警戒声の機能を逆手にとつて、ほかの鳥をだましてしまう鳥がいます。北海道の広葉樹林に設けられた餌台に集まる小鳥を観察していたときのことです。一羽のシジュウカラが採食していたところにアトリの群れがやってくる、シジュウカラはアトリの群れに追われるように餌台を離れ、近くの木に止まりました。しばらくして、シジュウカラが警戒声を出しました。アトリは近くのやぶに飛び込み、私は目を空に向けました。しかし、タカはいませんでした。目を餌台に戻すと、シジュウカラが一羽で餌をついばんでいます。

アトリが戻りはじめると、シジュウカラは再び餌台から追い出されました。しかし、シジュウカラは再度「偽の警戒声」を出してアトリをやぶに避難させ、自分はすぐに餌台に飛んでいって採食しはじめました。

この日の観察以降、餌台を舞台にしたこのような行動がしばしば起こっていることがわかりました。偽の

シジュウカラの社会的順位と偽の警戒声の発声
(Møller, 1988 より)

偽の警戒声を発 する鳥の順位	餌場にいる 鳥の順位	シジュウカラの数	
		警戒声を出す	警戒声を出さない
優位	優位	5	1
優位	劣位	0	6
劣位	優位	6	0
劣位	劣位	4	2

優位(強い)個体は、餌場に優位個体がいるときは偽の警戒声を出す。劣位(弱い)個体のときは直接追い払う。劣位個体は、餌場にいるのがだれであれ偽の警戒声を使う。

警戒声を使ってほかの鳥をだますのはシジュウカラ、コガラ、ハシブトガラの三種、そしてだまされるのは、アトリのほかにスズメ、カシラダカ、ミヤマホオジロ、ベニヒワなど、群れて餌台に現れる種でした。偽の警戒声を出す種は、群れて餌台に現れる種よりも劣勢で、これらの種によって餌台を占領されてしまうと餌台に近づけないことで共通しています。一方、偽の警戒声は、同じ種や単独で餌台に現れる種に向かつては

発声されませんでした。ただし、アトリやスズメなどに向けられた偽の警戒声によって、近くにいたキツツキやカケスなど単独で餌台に現れる鳥たちもあわてて警戒体制に入ることがあります。

その後、北欧でも同様の観察が行われ、シジュウカラどうしの間でも偽の警戒声を出すことが判明しました。一群の中で順位の低い(弱い)個体は、なかなか餌台に乗って採食することができませんが、偽の警戒声で餌台にいる順位の高い(強い)個体を追い払って採食するようです。偽の警戒声を出して餌台に採食に行つたとき、たまたま本当にタカがやってきたとしたらどうなるでしょうか。「他鳥」をだました「オオカミ・シジュウカラ」の損得勘定がどうなっているか知りたいものです。

(松岡 茂)

鳥は森を守るか？

緑鮮やかな初夏の季節。森の中では、盛んに餌を探している鳥の姿を見かけます。樹間の空中で捕らえるもの、細かい枝先まで行つて葉っぱの裏や表をついばむもの、樹幹を自在に登り下りして樹幹の表面のシワの間から虫を引っ張り出すもの、幹にへばりつきながらクチバシで穴を開けて虫を引きずり出すもの、地上を気ぜわしく歩き回りながらついでむものなど、餌を捕らえる場所や方法はさまざまですが、この季節は昆虫を主食とする鳥が最も増える時期であり、逆に昆虫にとっては最大の受難の季節となります。

見渡す限り広がるカラマツの人工林。手入れの行き届いた美しい森林として、これまで人々の心を魅了してきました。しかし、このような単純人工林は時として、森林害虫と呼ばれる虫が大発生して被害を受けます。そんなときに、鳥はたして強力な火消し人となり得るのでしょうか。非常に局所的ながら貢献した例はありますが、現在では、害虫の大発生時に鳥はそれほど大きな影響を及ぼさないという説が有力になっています。

カナダのトウヒノシントメハマキの大発生時には、鳥はそのハマキガのわずか四%くらいしか捕食できなかったという報告があります。また、このようなときには、周辺から鳥が集まってきたり、ふだんは昆虫食ではないものまでその虫を食べべだしたりすることはよく知られています。さらに鳥の繁殖も活発になり、個

トウヒノシントメハマキの大発生前後における鳥のつがい数の変化

	大発生前	大発生後
クリイロアメリカムシクイ	10	120
キマユアメリカムシクイ	5	45
マミジロアメリカムシクイ	0	45
シロハラコツグミ	5以下	30
ジアメリカムシクイ	5以下	10

(100 エーカー当たり, Morris らを改変)

り、頭数が激減して平常状態に落ち着く場合が多いといわれています。一般に、樹種が多様で複雑な森林で特定昆虫の大発生が起きないのは、一つには昆虫の餌がまとまっていないということが挙げられますが、そのような森林には多種類の鳥が多数生息し、鳥による通常状態での捕食が、昆虫個体群密度を常に低く抑えているのも大きな原因の一つといわれています。つまり、鳥は森林生態系の構成メンバーとしての役割を、ふだんの状態ですべて果たしているわけです。しかし、単純林でしかも手入れの行き届いた人工林になるほど、住む鳥の種類も数も少なくなります。

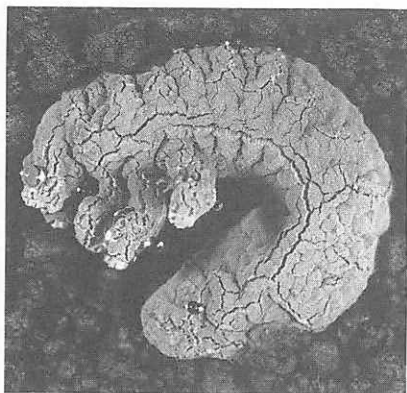
小鳥たちの目立たないけれどもたゆまぬ努力が、生態系のバランスを一時的にでも壊そうとする特定昆虫の大発生の芽を摘んでいることに注目すると、鳥も住みやすいような森林を造ることが今後の重要な課題といえるでしょう。

(川路則友)

キョンシーになる昆虫

何年前か、映画で、キョンシーというのがはやったことがあるのを覚えておられる方も多いと思います。腕を突っ張らせた死人が両足で跳ねて歩き、人に咬みつく、というやつです。映画やテレビを見なくても、その名前だけは聞いたことがある、という方もあるでしょう。ところでキョンシーはなぜ跳ねて歩くのでしょうか？ それを知るためには、キョンシーとは何物であるかを明らかにする必要があります。もちろん、映画のような化物は作り話ですが、キョンシーは実際に漢字で「殭屍」と書きます。殭という字は、硬直して死ぬという意味で、屍は死体です。すなわち、硬直した死体のことを意味します。キョンシーは硬直して関節が曲がらないので、あのようにピョンピョン跳ねなければ歩けないのです。

ところで、昆虫のかかる病気で「黄殭病」というものがあります。字を見ておわかりのとおり、「黄色くなって硬直して死ぬ病気」です。この病気は、不完全菌類の一種の *Beauveria bassiana* というカビが寄生して起ります。菌に侵された虫の血液は水分が減少し、菌糸が充満するので、芋虫のような柔らかい虫の体でも硬化してしまうのです。不完全菌類に侵された虫の体はこのように硬化するものが多く、総称して硬化病と呼ばれています。でも、映画のキョンシーのように咬みつくことはありません。死んだ虫の表面には寄生した菌の胞子が形成され、粉で覆われたようになります。黄殭病の黄は、この菌の胞子の色を示しています。硬



黒殭病菌 (*Metarhizium anisopliae*) に感染して死亡したドウガネブイブイ幼虫。健全虫は白いが、罹病虫は体表に形成された黒緑色の胞子に覆われている。

化病には、ほかにも白、黒、緑、赤など色の名前に「殭病」をつけたものがいくつもあります。

虫の好きな人でも虫の病気にはあまりなじみのない人が多く、まして、普通の人は虫が病気になるなんて考えたことさえないでしょう。でも、黄殭病や黒殭病は、農林業の重要害虫を含む多くの虫を侵す、最も普通の昆虫寄生菌です。昆虫寄生菌には、これら硬化化病菌のほかにも、虫からきのこが生える冬虫夏草類や、周りに胞子を飛ばして激しい流行病を起こす疫病菌類など、おもしろい菌がたくさんあります。おもしろいばかりでなく、自然界では、このような菌のおかげで害虫の大発生が抑えられている場合がよくあり、昆虫

寄生菌類は昆虫の天敵としても重要な役割を果たしています。そこで、こうした菌を利用して害虫を病気にしてやっつける試みは、かなり昔から行われていました。

化学農薬一辺倒の時代には忘れられたかに見えたこともありませんでしたが、農薬がさまざまな問題を引き起こしている今日、昆虫寄生菌を利用した害虫の防除法が再び期待を集めています。世界の各地でその実験が行われていますし、菌を製剤化して実用的に用いている例もあります。

(島津光明)

魚を育てる森

森林は、その機能面から木材生産林、水源かん養林、風景林などと類別される場合がありますが、そうした場合に魚つき林と呼ばれる一風変わった森林があります。魚つき林は、海岸線や河川、湖水の周辺に設けられる魚類の繁殖や生息を助けるための森林で、日本では保安林制度の中にも位置づけられ、その総面積は日本全国で二万八〇〇〇鈔ほどあります。魚つき林の効果については、水面に投ずる森林の陰影が魚類の繁殖に関係するという陰影説、あるいは林内から流入する栄養分が魚類の餌となるプランクトンの繁殖を促すという説などがありますが、その効果やメカニズムについては、いまだに十分な科学的な説明がなされていません。とりわけ、魚つき林の多くが設けられている海岸線の森林の場合、魚類を養い、育てる効果については疑問視する向きがあります。しかし、漁師の間では経験的に魚つき林の重要性が語り伝えられており、その役割については一概に否定はできません。

森林が河川の魚類の生息や繁殖に果たす好適な役割については、古くからさまざまな形で述べられてきました。たとえば森林は河川の氾濫を抑え、水温や水質を保つなど河川環境を保全する一方、流路に倒れ込んだ木々は小さなダムを作り魚類の生育、繁殖のための多様な環境を作り、樹木から供給される落枝落葉は魚類の餌となる豊かな水生昆虫相をはぐくむなどです。このように、河川周辺に発達する森林と魚類との関係



米国山林局は河川周辺の樹木を切り倒し、流れに落として、魚類の生息環境の改善に取り組んでいる(オレゴン州シースロー国有林)。

には密接なものがあります。なかでも、冷温帯を代表する落葉広葉樹林は、このような機能面で最も優れた森林といわれ、その中を流れる河川はヤマメやイワナなど淡水魚の生息環境となっているばかりか、今後も特定の川でしか見られないサケ、マスの遡上、産卵のための環境を提供してきました。森林の魚類に果たす役割はそれだけにとどまりません。河川上流部の森林からくる落葉の分解された栄養素を含む水は、沿岸部のプランクトンに豊かな養分を供給し、魚類を養い、沿岸漁業に恩恵をもたらすとされています。最近、東北、北海道地方の沿岸部で海藻が死滅し、魚類の繁殖、生息環境が損なわれる「磯やけ(海の砂漠化)」と呼ばれる現象が起きており、その原因の一つとして海に流れ込む河川上流部の森林伐採の影響が考えられています。

極的に取り組む姿も見られません。

森林開発や河川改修に伴い、溪畔林や河畔林と呼ばれる河川周辺に発達する森林が破壊され、また、その姿が変えられるなかで、河川の荒廃とともに魚類の生息環境も急激に悪化しています。そうした意味で、自然河川をよみがえらせる努力とともに、周辺森林の再生が求められています。

(鈴木和次郎)

人や家畜がつくった景色

皆さんは、風光明媚な観光地や国立公園のパノラマ的な景色を見て、「なんと美しい自然だろう！」と感嘆したことがたびたびあることでしょう。確かに、言葉どおりの自然景観を目の当たりにしていることもあり、ますが、実際には「自然の景色」というよりもなんらかの人の手が加わった「人為景観」である場合のほうが多いのです。たとえば、阿蘇くじゅう国立公園の草千里ヶ浜（写真①）は、烏帽子岳の北側に広がる標高一一〇〇以上の火口跡草原で、白い噴煙と鮮緑の草原に牛馬がのんびりと草をはむ光景は、阿蘇を代表する景観です。しかしながら、この雄大な景観は、人々が定期的に火入れを行い、放牧した牛馬が草をはむことで保たれているのです。もし、ひとたび人々が火入れを怠り、また牛馬が草原から姿を消せば、この美しい草原は森林へと姿を変えていくことでしょう（写真②、低木がかなり侵入している）。

水辺の景観と紅葉・新緑のマツチングは、美しい自然景観の代表選手です。十和田八幡平国立公園の奥入瀬渓谷、この十和田湖から流れ出る奥入瀬川が、落葉広葉樹の原生林内を縫って数多くの滝や早瀬や淵を織りなすさまは、わが国を代表する溪流景観です。でも、この美しい流れは、一定の流量が放出されるように人為的に調整することで演出された景観なのです。

日光国立公園の戦場ヶ原は標高一四〇〇以上の湿原状の高原で、古くは湖であったといわれ、長い年月をか



けて堆積物が湿原を作り出し、さらに草原に移行しつつある所です。そして今では、湿原にカンバやモミが侵入しており、遠からず森林に変わってしまいそうです（写真③）。このような景観の変化は、霧島屋久国立公園のえびの高原でも見られます（写真④）。韓国岳、白鳥山、甕岳に囲まれた標高二二〇〇呎のこの高原は、秋に一面のすすき野が、噴煙のためにエビ色に染まることから名づけられています。しかしながら、火山活動の衰退に伴い、草原内へ徐々にアカマツの侵入がはじまり、四〇年前は一面のすすき野だったのが、今ではアカマツ林に変貌しようとしています。このように、多くの美しい自然景観は、人々や家畜のおかげで保たれたり、人為的にコントロールされたり、あるいは自然に任せると大きく変化してしまうものなのです。景観づくりを考えると、景観の生い立ちを忘れてはなりません。

（香川隆英）

VI

森からの贈り物

妙なる調べもこの板次第

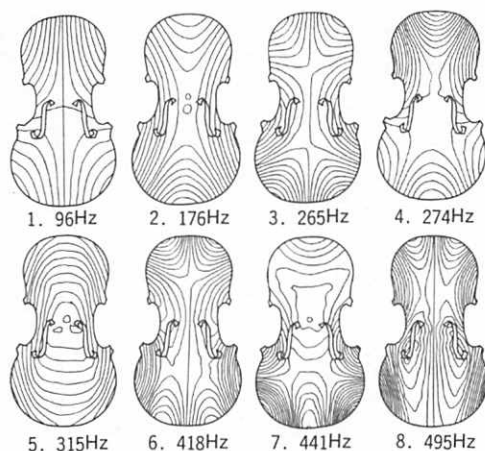
弦楽器の音の源となるのは弦の振動ですが、弦が空気と接する表面積は非常に小さく、弦自体からはほとんど音を放射しません。そこで、主として木材で作られた響板と呼ばれる部分に弦の振動を伝え、その部分を振動させることによって空気を振動させ音を出しています。オーディオ装置でいえばアンプ・イコライザー・スピーカーに当たる役割を響板が受け持っているのです。

ヨーロッパで発達したピアノやギター、バイオリンなどの弦楽器の響板には、主としてトウヒ属の板が使われています。トウヒ属は針葉樹としては材が均質で粘りもあり、加工しやすく身近にあったことから使われはじめたのですが、響板として欠かせない優れた性質をもっています。

響板には弦の張力により、バイオリンでさえ何十キログラムもの、ピアノでは鉄製の枠の助けも借りて何トンもの力がかかっています。トウヒ属の材は軽いわりには強く、また異方性という縦と横で強さが異なる性質が大きいため、弱い横方向の適所を重点的に補強することにより、響板全体の重さをあまり増やさずに大きな張力に耐える強さが確保できるのです。

弦の振動エネルギーは非常に小さいので、それを大きな音にするために共振現象を利用します。共振状態では小さな力でも大きな振幅で振動するのですが、この共振の鋭さや高さや減衰のようすを決めるのが内部

摩擦と呼ばれる特性で、これが小さいほど音の大きさと伸びが優れています。トウヒ属は針葉樹のなかで、また広葉樹を含めた木材全体、さらに縦横方向の平均値と比較しても、これが最も小さい部類に属しているのです。



有限要素法によるバイオリン響板の共振モード 金属などでは高次共振モード(8)は700Hzあたりで出現する。

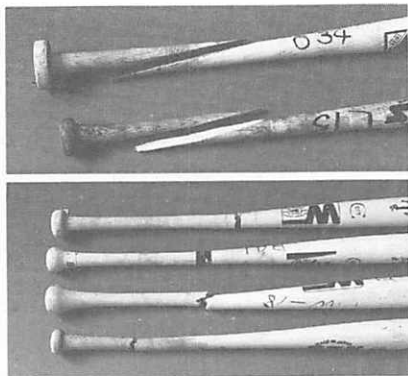
響板の共振モードの現れ方を考えた場合、楽器はいろいろな音程で演奏されるので、各音程で音量差が少ないように音域内になるべくたくさんの共振ピークがあったほうがいいわけです。トウヒ属の材は特に、引つ張り・圧縮の弾性率に比べて、剪断弾性率というずれさせる力に対する性質が金属など他材料に比べて非常に小さく、これが響板として逆に利点となっています。剪断弾性率が小さいと、低次の単純な形の共振モードの周波数が同じでも、高次の複雑な形の共振モードがより低い周波数に現れるのです。このため、他材料ならばもつと高い周波数に出現するはずのモードまでが低い周波数域に詰め込まれたようになり、木製響板の楽器の音は低中音域が豊かな温かみのあるものになるのです。(外崎真理雄)

飛ぶバットのアキレス腱

プロ野球をテレビで観戦中に、選手の強振したバットが折れて飛ぶシーンを見られた方も多いと思います。最近、バットが折れやすくなったといわれています。なぜ、バットが折れやすくなったのでしょうか。その原因を実験・調査したことがあります。プロ野球のバットには、材質が強靱であり、打球面が容易にはく離しない特徴をもつアオダモ材が多く使われており、その大部分が北海道で産出されます。

人工乾燥による急激な乾燥が、バットを折れやすくする一因であるとの指摘が多くなされました。そこで、バット材の力学的性質として特に重要と考えられる、衝撃的な力が加わるときのアオダモ材の性質を自然乾燥材と人工乾燥材で比べてみました。実験の結果、人工乾燥材と天然乾燥材の試験体を破壊するのに要するエネルギーに差が認められず、高温での極端な乾燥をしないかぎり、人工乾燥によって耐衝撃性が低下することはないことが明らかになりました。しかし、乾燥が進み含水率（木材中の水分量）が低くなると衝撃的な力に対して粘りがなくなり、折れやすくなることがわかりました。

最近では、振りやすく反発力のあるバットが要求されることから、グリップ径は細く、ヘッド径は太く、かつ軽量になる傾向にあります。軽量のバットを製造するには、比重の低い材を用いるか、過乾燥にして重量を減らすしかないので、前述のようにバットの破損に対しては、きわめて危険な方向であるといえます。さ



バットの破壊形態

上：目切れによる破壊

下：脆性的な破壊

らに、細いグリップ部には太いグリップ部より大きな力がかかるので、グリップの細いバットほど破壊の確率が高くなります。選手のバットの重さや形状に対する注文がバットを折れやすくする一因となっています。折れて飛んだバットの破壊形態を観察したところ、目切れによる破壊（写真上）と脆性的な破壊（写真下）に大別されました。これらは製造時に注意を要する点です。繊維走行がバットの軸方向に対して傾斜している場合に目切れによる破壊が起ります。一般に、材軸と繊維走行の成す角度が一〇度ずれると衝撃吸収エネルギーは二分の一に減少するので、目切れのあるバットは折れて飛ぶ可能性がきわめて大きくなります。

目切れのないバットを作ることが大切です。一方、脆性的な破壊は、アオダモ材のなかでも年輪幅が極端に狭く、比重が低い材に多く起きます。このような材も耐衝撃性に劣るので、使用は避ける必要があります。

プロ野球選手が一人当たり年間五〇本のバットを使用すると、おおむね年に三万本のバットが消費されます。バットの破壊を減らすには、使用者の木製バットに対する理解と製造者の努力が不可欠と思われます。折れたバットによる事故などの起らないよう願ってやみません。

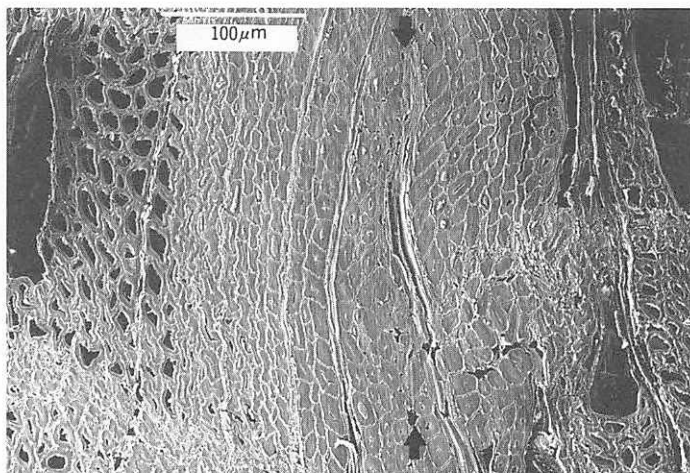
（海老原 徹）

木に竹を接ぐような話ではありません

木材を張り合わせたりつないだりする際に、接着剤がよく用いられます。これは、木材をそのままで張り合わせてもくつつかないからです。これに対して、プラスチックは加熱すると軟らかくなったり（熱軟化）融けたり（熱流動）し、有機溶剤に漬けると溶け（溶液化）て、自由な形に成形加工することができず。木材を加熱しても、このような軟化や流動は起こらず、成分が分解して可燃性ガスを発生して燃焼し、炭になり、さらには灰になります。有機溶剤に漬けると膨潤しますが溶けることはありません。これは、木材が結晶構造をもち、構成成分が巨大な高分子であり、成分どうしが強く結合しているためです。

木材は水酸基という反応性の高い官能基を多数もっています。この水酸基にエステル化やエーテル化と呼ばれる化学反応により、種々の置換基を導入して木材に新しい性質を付与しようという研究が行われています。最近、このような方法により木材にプラスチックの性質を与えることが明らかにされました。

こうして付与された熱軟化や熱流動といった性質を利用して、接着剤を用いずに木材をくつつけようという研究が行われています。すなわち、木材の表面だけをプラスチック化し、加熱しながら数分間圧縮すれば軟らかくなったり融けたりした表面どうしがくつつくというわけです。写真は、このようにしてくつつけた木材の境界付近の断面の電子顕微鏡写真です。軟化した木材細胞が圧縮によって押しつぶされたようになり、



表面をプラスチック化してくっつけた木材の断面

くっついた二つの木材の境界が、はっきりわからなくらいに密着しているのが見られます。

また、プラスチック化された木材が有機溶剤に溶ける性質を利用して、接着剤を作ろうという研究が行われています。すなわち、プラスチック化木材を接着剤の原料となる反応性の有機溶剤に溶解し、硬化剤、橋かけ剤と組み合わせ、市販の接着剤と類似の接着剤を作ろうというものです。

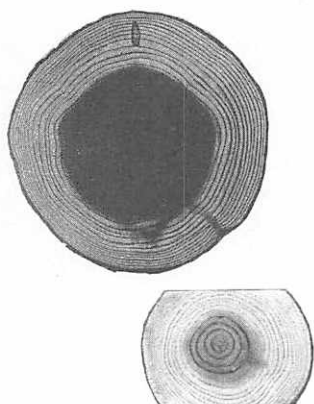
これらに対し、木材を無処理のままでも有機溶剤とともに高温高圧下に置くとこの溶剤に溶けることもわかり、こうして得た木材の溶液を硬化剤と組み合わせて接着剤を作る研究が行われ、市販のものと同等の接着性能をもつ接着剤が得られています。

このように、接着剤を用いずに木で木をくっつけようという試みがいくつか行われています。（大越 誠）

イメージどおりの「黒い」スギ

黒いスギとか赤いスギといわれても、葉の色でも違うのかな？と思われる方も多いことでしょう。実際には、木の幹の中の心材と呼ばれる部分が黒いか赤いかということなのです。心材とは髓近くのすべての細胞の死んだ部分で、それに対して外側の生きている細胞と死んだ細胞から成る部分を辺材といい、丸太を輪切りにすると見える中心部の色のやや濃い部分が心材です。樹木の心材色は樹種によってほぼ決まっております。大体は一色です。ところが、スギはかなりの変わり者で、心材色に赤と黒の似ても似つかぬ二通りのものがあるのです。赤といってもピンク色から茶色に近いものまでありますが、黒は真正銘の黒で黒心くろこころと呼ばれます。わが国では古くから「源平」と呼ばれ重宝されているように、スギ本来の心材色は赤と考えられており、黒心は一種の異常材で価格も安くなります。

心材色の違いは樹種固有の化学成分や柔細胞が死ぬときに起きる各種の化学反応によりますが、スギの赤色についてはフェノール成分の一つであるヒドロキシスグレジノールなどが関係することが知られています。しかし、黒色の化学成分についてはまだよくわかっていません。黒心は伐採するとすぐに鮮やかな黒に、そしてくすんだ色へと刻々と変化していき、反応が速すぎて分析を困難にしているためです。黒いスギは外観が悪く嫌われ者ですが、さらに大きな欠点があります。それは、「水食い材」と呼ばれる異常に水分量の多い



中心部の色の濃い部分が心材、上が黒心、下が赤心

心材に黒心が多いことで、木材乾燥が難しく、割れや狂いが出やすいなど利用上も大きな問題になっていきます。一般に樹木は辺材に水分が多く、心材では少ないのですが、スギでは本来水分が少ないはずの心材に大量の水がたまっている場合があります。そのような材はほとんど黒心です。水分異常の原因はバクテリアや化学成分によるなど諸説ありますが、まだ解明されていません。水食い材は北海道のトドマツや中国北方のポプラ類にも多く見られ、これらは黒心にはならないものの冬季に材が割れる凍裂（霜割れ）と関係していることが知られています。

スギの黒心は、トドマツの凍裂と同様に近年特に注目されるようになりました。というのは、選抜した優良な苗木を用いているにもかかわらず、造林地で予想以上の本数が出現する傾向にあるためです。今、日本では約一〇〇〇万鉢の造林地があり、そのうち約四七〇万鉢がスギで占められています。仮に、たった一％が黒いスギとしてもヘクタール当たり三〇〇〇本のスギが植えられれば、黒いスギは一億本以上にもなってしまう。黒いスギの出現頻度にはもちろん地域や品種による差はありますが、心材の異常な水分量との関係は疑いのないところで、その原因や対策について今盛んに研究が行われています。（平川泰彦）

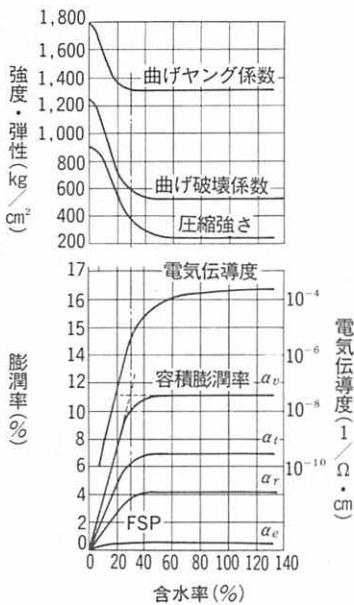
水が決め手——木材の性質

木材に飽かんをかけるとき、表面を水にぬらすときれいに仕上がることはご存じでしょう。「ではなぜ」といわれると、いろいろな要素があつて単純な答えを出しにくいのですが、木材の強度や弾性が木材中の水分の量によつて変化することが大きな原因となつています。

本題に入る前に、木材中の水分の状態について説明しておくことにします。立木のときには樹体中にかなり多くの水が含まれています。辺材では、多いときで含水率（木材の全乾重量に対する水分重量の比率）が三〇〇%以上にも達します。すなわち、実質の重量の三倍以上の水を含んでいるわけです。木材中の水は、大きく分けて自由水と結合水に分けられます。自由水は道管の孔などの細胞内の空間や細胞間隙に毛管力によつて保有されている水で、細胞壁との結びつきはありません。したがつて、膨潤・収縮などの物理的性質や強度・弾性などの機械的性質にほとんど影響を与えません。一方、結合水は細胞壁の表面に水素結合などによつて多層にくつついています。したがつて、結合水が取れたりくつついたりすると、木材は収縮したり膨潤したり、また強度的に強くなつたり弱くなつたりします。結合水の量は木材の置かれている周囲の環境条件によつて異なり、湿度が高くなると空気中の水分を吸収し高い含水率に、湿度が低くなると材中の結合水が蒸発し低い含水率で一定となります。木材中が結合水で飽和され、かつ自由水のない状態を繊維飽和点

(FSP)といい、この点を境に木材の性質が大きく変わります。繊維飽和点ほどの樹種でもほぼ同じで、一般に二八%といわれています。

左図は木材の性質と含水率の関係を示しています。木材の強度や弾性率は細胞壁の量や性質によって影響されます。そのため、繊維飽和点以下では含水率の上昇とともに強度や弾性率は低下しますが、それ以上ではほとんど変化しません。繊維飽和点以下での含水率1%当たりの強度低減率は縦圧縮強さ六%、縦引張り強さ三%、剪断強さ三%、曲げ強さ四%となっています。また弾性率の低減は、引張り強さなどと同様に約五%です。一方、衝撃破壊するときのエネルギーで示される衝撃曲げ強さは含水率の影響をほとんど受けま



せん。普通の自然乾燥状態では含水率は一五%です。材を水にぬらすことによって繊維飽和点まで一三%含水率が上昇するので、強度および弾性率がかなり低下します。飽をかけるときに木材を水でぬらす効果は、このような強度や弾性率を低下させるだけでなく、細胞内の空間に入っている自由水も関係しているともいわれています。

(三輪雄四郎)

水をもって水を制す？

生きている木にとつて、水は大切な命の源です。しかし、木材として利用される際にはもはや水は不要なものとなり、水があるとカビが発生して変色したり、虫に食われたり、腐るなどしてかえっていろいろな弊害が生じます。そこでこれらを未然に防ぐため、木材は自ら水を放出して一定の含水率（平衡含水率）に近づいていく機能をもっています。平衡含水率は木材が置かれた環境条件（温度、湿度）によって異なりますが、いきなり温度の高い乾いた所に置かれれば、急に乾燥して割れや狂いが発生することになります。木材の人工乾燥ではこの環境条件を適当にコントロールし、木材が早く安全な含水率に達するのを手助けしていただきます。

人工乾燥において割れや狂いの防止は重要なテーマですが、ここでその発生原因やメカニズムを考えてみましょう。割れや狂いが発生するのは収縮が材の各部位で違うため、これによって乾燥応力（ストレス）が発生するのが原因です。表面割れは表層部が内部よりも先に乾燥して自分だけが収縮しようとするため、これに抵抗する内部の木材の結束の強さに負けて、表層部が破壊する現象です。これは人間社会でいえば、全体の意向を無視して自分だけが別の行動をしようとしたためストレスが生じて自滅した例です。これを防ぐにはもう少しゆっくり行動（乾燥）するか、自分自身あるいは相手の性格を変えていく必要があります。

しかし、木材のもつて生まれた性質は人間と同じぐらいに多様で、これは教育によって変えられないだけに困りものです。そこで、環境条件を変えることになりましたが、これが乾燥スケジュールと呼ばれるもので、その処方箋はじつにさまざまです。

一般には、はじめは低めの温度で湿度を高くし、戸外におけるよりもむしろゆっくりと乾燥させ、ある程度含水率が下がってきたから徐々に温度を上げ、湿度を低くしていきます。温度の上昇には蒸気ヒーターや電気ヒーターの熱が使われ、湿度を高めるには生蒸気の噴射や水を霧状にして噴霧する方法が用いられています。このほか木材から蒸発した水蒸気を逃がさないようにし、除湿する量をコントロールする方法もあります。いずれにしても木材の周りをいつも適度な水蒸気で取り囲み、これが割れを防ぐバリアのような役割を果たしているわけです。

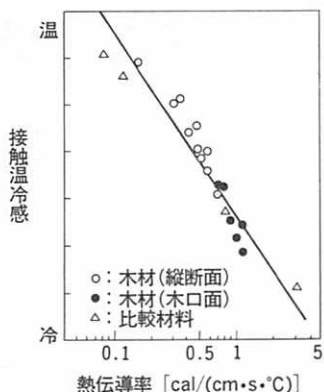
ところで、木にはストレスを自分で解消するのが上手な木と、逆に下手で一本気な木とがあります。前者にはヒノキ、ケヤキ、ブナ、カンバなどがあり、後者にはスギ、カシ類やラミンなど何種類かの南方産広葉樹があります。こうして見ると、なんとなく木材の価格や人気と関係がありそうにも思えます。木がストレスを解消する能力については、科学的にはクリープや粘弾性といわれる分野で研究が行われていますが、現在のところまだよくわかっていないことが多いのです。木材社会にあつてもストレスはやはり難しい問題のようで、この難病をうまく解決することが木材乾燥の極意といえるでしょう。

(久田卓興)

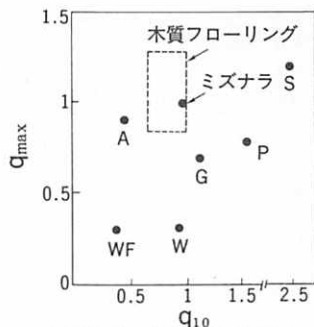
アットホームを演出する木のぬくもり

木製の壁や床などに、手や足が触ったときに感じることは何でしょうか。それは、冷たくもなく温かくもない穏やかなぬくもりではないでしょうか。物に触ったときに感じる温かさや冷たさ、すなわち接触温冷感とは、触った表面の温度によって決まります。それでは、その表面温度は何によって決まるのでしょうか。熱は発熱体である人体から触った物へ伝わります。熱の伝わり方の速い物ほど、熱は速く広がってしまいますから、触っている部分の温度は上がりません。つまり、熱伝導率の大きい物ほど、冷たく感じるといわれます。図①は、木材に触ったときの温冷感と木材の熱伝導率の関係を示したものです。熱伝導率の大きい重い木材ほど接触温冷感が低い、すなわち冷たく感じることをこの図は示しています。

ところで、日常経験する接触温冷感には、床の上を歩いたり、戸の開け閉めなどで建具に触ったときに感じるような瞬間的な接触温冷感もあれば、床に座ったり、机に向かって手をついているときに感じるような持続的な接触温冷感もあります。このように、接触温冷感の一つの評価指標だけでは表しきれません。そこで、接触面を通して人体から流れ出る熱量に相当する熱流量を模擬足を使って測定し、接触直後の最大熱流量と接触してから一〇分後の熱流量を指標として、木材といろいろな材料を比較したものが図②です。この図の下のほうにある物ほど、触った瞬間に温かく感じる材料であり、また左にある物ほど、持続的に接触し



① 木材の熱伝導率と接触温冷感の関係（縦軸の1目盛りが心理尺度差1に対応する）
（佐道 健：「木質環境の科学」，山田 正編，海青社，1987）



② 各種材料の接触熱流量比較
注) q_{max} : 接触直後の最大熱流量
 q_{10} : 接触10分後の熱流量
いずれも厚さ20mmのミズナラ材に対する相対値
A : 石綿ボード S : 石綿スレート板
G : 石膏ボード W : ウールカーペット
P : パーライトボード WF : ウールカーペット+フェルト
（末吉修三ら：「木材学会誌」33(5), 1987）

ている状態で温かく感じる材料であるといえます。

このような瞬間的な接触温冷感と持続的に接触しているときの温冷感を指標として、住宅の内装材や家具のデザインを考えることは、居住性の向上を図るうえで大事だと思えます。たとえば、スチール製の人の手や足が触れる部分を木で仕上げると、木のぬくもりをその机に与えることができます。また、地方によって異なるので一概にはいえませんが、冬期の木の床は決して温かいとはいえませんが、特に、高齢者にとって足裏の急激な冷えは禁物です。木の床の床暖房は、人体から瞬間的に奪われる熱を減らしてくれますから、健康で快適な居住環境を実現するうえで効果的です。

このように、木のぬくもりを積極的に作り出していくことを、これからはもっと考えていかなければならないと思えます。

（末吉修三）

おすすめ！ 木のドーム球場

「木でドーム球場ができる」といったら、たいていの人は「ほんとうに造れるの?」「だいじょうぶなの?」と疑問に思うに違いありません。答えは「ほんとう」であり「だいじょうぶ」なのです。アメリカやカナダにはすでにいくつかの木造ドームがありますが、日本でも出雲市に直径一四〇メートルのもくもくドームが建てられました。

巨大なドームの構法には、空気膜、鉄骨、木造の三つがあり、コスト的には空気膜と木造が有利といわれています。建築という行為は、重力に逆らう行為にほかなりません。建物の空間を大きくしていくと、材料が自分の重量を支えられるかどうかが問題となります。「コンクリートではできないドームが木でできる」のは、「木製飛行機は飛ぶがコンクリートの飛行機は飛ばない」理屈と同じです。つまり、軽くて強い材料を使うことが必要なのです。木造ドームが有利な秘密は、木が軽くて強い材料であるからです。

材料がどの程度「軽くて強い」かを調べるには、材料の一端をつかんでつるしてみるとわかります。つるす長さを伸ばしていくと、必ずある長さでちぎれてしまいます。つまり、自分の重さに耐えきれない限界の長さがあるのです。材料を太くしてもこの長さは変わりません。太くすれば強くはなりますが、その分だけ重さも増えるからです。



直径140mのもくもくドーム。工事中の風景

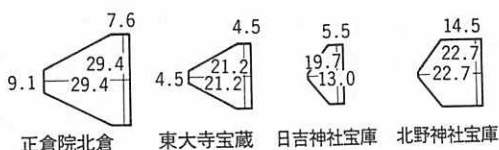
木材のこの限界の長さは、スギの場合で二三〇〇^{mm}、建築用としてよく使われる規格の鉄で五八〇^{mm}です。ただし、実際の設計では余裕のある使い方が必要です。欠点や強度のバラツキを考えた設計用の強度を基準にすると、スギは二四〇^{mm}、鉄は三〇〇^{mm}となります。

スギの二つの値を比べてみると、木材は欠点（節など）のためになりに弱くなるのがわかります。そこで大きな欠点を取り除いて集成材にすると、設計用の強度を基準にしても四三〇^{mm}となり、三〇〇^{mm}の鉄より「軽くて強い」ということになります。木造ドームは、木材が本来もっている軽くて強い性質と、それを生かした新しい材料の製造技術によって成り立っているわけです。次に、同じ大きさで同じ強さのドームを二つの材料で造ったとします。より「軽くて強い」材料を使ったドームのほうが軽くなるのは明らかです。この軽いということは、基礎にとつてたいへん重要なことなのです。出雲市のもくもくドームでも重量は二三〇〇^{kg}もあり、これをそのまま地面に置いたのではズブズブと地中に沈んでいってしまいます。ドームのような建物では大がかりな基礎が必要で、ドームが軽ければ基礎の設計もそれだけ有利になります。（神谷文夫）

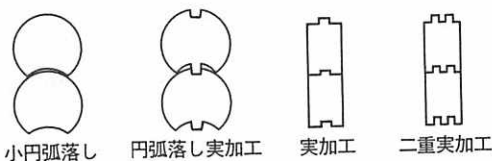
古代の建築デザイン大賞

校倉造りは、木材を横にして井桁のように組み上げ、建物の壁とし、その上に屋根を架けた建築物をいいます。「校倉」の語源は、横に積んだ木(校木……あぜき)が隅角部で交差した状態が田の畦あぜに似ていることからきているというのが定説のようですが、アゼはアワセ(為交)とか、交の義で、木を打ち違えて造る意味だともいわれています。校倉造りの起源を北欧として、東側は北欧→中欧→東欧→ソ連→中国→日本へと伝えられ、西では新大陸の発見とともにヨーロッパの移住者が北米へ伝えたこととされていますが、わが国では雄略天皇(西暦四五〇〜八〇年)の宮殿が「朝倉の木の丸殿」と称されたことが日本書紀に記載されており、「朝倉」は「あぜくら」の転化したものとか「木の丸殿」は丸木で造られていたと容易に判断できますから、日本でもかなり古くから校倉造りの建物が存在していたことが裏づけられます。中国でも伝播経路はともかく、紀元前一世紀にはこれに似たものが存在していたといわれていますから、伝播経路や源流に特定の説があるわけでもないようで、石やレンガ造りによる組積造がその地域の状況で発生した場合と同様に、寒冷地で、木材資源の豊富な所に自然発生的に生まれたものとみたほうがよいのかもしれませんが。

校倉造りは、東大寺の正倉院や唐招提寺の宝蔵、経蔵などが残されているものとしてよく知られています。校木の断面は、台形や三角形といわれていますが、図①に見られるように一部の例外を除いて六角形または



① 遺構に見られる校木の断面 (単位: cm)



② 最近のログハウスの校木の断面

論じています。明治の初期には北海道で屯田兵の兵舎、学校、役場などにこの構造が使われていたとされています。しかし、校倉造りあまり定着しなかったのは、わが国には昔から高度な木造建築技術があったことが大きな理由といえましょう。最近、重厚なたたずまい、木のぬくもり、性能的にも気密性を良くしたこと、生活にゆとりがもてるようになったことなどから、この構法に関心もたれています。昭和四〇年代に輸出の見返りで輸入されたものにはじまり、今では国産針葉樹を加工したログハウスが日本でも多く建てられています。校木の断面は図②に示すようにいろいろなのが造られています。

(金谷紀行)

五角形のものも多く、三角形の頂点が外部に、底辺が室内側になるように構築されている点が世界のほかの地域に例を見ない、日本独特のデザインとして特徴づけられます。飯塚五郎蔵博士はこのことについて、①宗教的な潔癖さ、②実用面から内部に平滑な壁を確保、③校木相互の接触面を施工上の理由から少なくする、④環境を配慮した三角形の稜のルーバー効果、⑤経済的理由から丸太を放射状に割って使用した、などを推

“カネ”より柄が大事な金槌

かなづち

子供のころ、蔵の入口に道具箱があり、その中に柄も鉄できていた金槌があったのを記憶しています。頭の部分の片方は釘が抜けるようになっていたし、柄の手元のほうでも釘が抜けるし、こじって箱を開けたりもできる、きわめて便利で、当時としてはアイデア商品といえるでしょう。ところが使い勝手はきわめて味気ないもので、重たく、冷たく、しかもまれにしか使わないので錆びていて、使った後はしばらく鉄のおいが手にしみ込んでしまうのです。

金槌にもいろいろあり、瓦屋槌、ブリキ屋槌、角箱槌、丸箱槌、両口玄翁げんおう、唐八角玄翁、先切り槌、両口あざり槌、丸刃槌、唐紙槌、両口ハンマー等々、さらに各種に大・中・小があります。これらの柄に使われている木材は、ほとんどカシであるといつてまず間違いないでしょう。なぜ木材が使われるのかは、先に述べたことでもわかります。日曜大工が盛んな近ごろでは、素人でもかなり神経を使う人が増えています。まして大工さん、石屋さん、ブリキ屋さん、土建屋さんなどプロにとっては、頭と柄木との重さのバランス、握り具合、強さ、手に伝わるショックを人一倍気にするようです。これらの適性を兼ね備えているものは、今日でも数種の木材（シラカシ、イチイガシ、アカガシ、ツゲ）に限られます。単に疲れるとか、重たいとかの理由だけではなくて、大工の棟領ともなれば木柄の握り部分が手指の形にすり減っているくらい年期の



丹念に仕上げる木柄職人。手鉤の作業工程

入ったものを大事に使っていると聞きます。金槌や玄翁の柄にはかなりの力が加わるため、シラカシのように強くて靱性があり、折れにくい樹種が選ばれます。唐紙槌（表具屋用）には、槌の頭には割れにくいシラカシやアカガシを用い、柄には頭より軽いホオノキが使われます。特にホオノキは短い手鉤てなきの柄や包丁の柄にも好んで用いられます。これは手当たりが柔らかく、長時間使用しても手にマメがでにくい利点があるといわれます。手鉤にもいろいろの種類がありますが、畳屋が使う手鉤は昔からサクラ、袋用のだるま鉤

の柄には、長さも短くそれほど強さもいらないので、軟らかいホオノキを使います。柄木の材料に使われる木は、木を伐採する時期も十月ごろから三月までに限られています。多少、特殊な柄木材として、エンジュとウシコロシが挙げられます。昔は材の表面加工や荒仕上げには、すべて鉨ちゆうなが用いられていました。独特の形をしている鉨の柄木にはエンジュが最適で、しかも適する太さの枝を皮つきのまま火であぶって曲げて用います。エンジュも長時間作業しても手にマメができないそうです。また、石屋の石玄翁の柄にはウシコロシが使われますが、これは弾性があり、しかも折れにくい性質を生かした使い方といえます。

（太田貞明）

人にも効く？ 樹木の白血球

タンニン は植物界に広く分布するフェノール物質で、なめし剤、染料、生薬として古くから利用されてきました。最近の研究によりタンニンには、エイズウイルスの増殖を防ぐ効果があることや抗腫瘍作用があることなどが明らかにされています。このようにタンニンは人間にとって利用価値の高い、将来有望な物質ですが、樹木自身にとっても環境からのストレスに対する生体防御という重要な機能を果たしていると考えられています。ストレスの代表的なものとしては、草食動物や昆虫による摂食や病原菌による感染などの生物的要因によるもの、および紫外線、酸素、低温、栄養欠乏などの非生物的要因によるものが知られています。オーク (*Quercus robur*) の葉は春には昆虫による激しい摂食を受けますが、六月中旬以降はほとんど摂食されません。オーク葉のタンニン含量は六月以降に増加することが知られており、タンニンの生成によって葉の細胞構造が変化して組織構造が密になるため、摂食が抑制されると考えられています。また、ワタの各系統における葉のタンニン含有量とタニ耐性についても同様の関係が見られ、抵抗性とタンニン含有量との間には正の相関が認められています (表①)。

植物が病原菌の感染を受けると、細胞壁に新しくフェノール物質が生成することが多くの植物体で観察されています。病原菌に対する抵抗性は、これらのフェノール物質が防壁となって菌の進展を抑えることによ

① ワタの各系統のダニ (*Tetranychus ulticae*)
耐性とタンニン含有量

系統	耐性	葉の相対的タンニン含有量
Tx 401	強感受性	6
Des 24	感受性	22.5
Tx 254	抵抗性	34.6
Tx 1124	強抵抗性	46.0

② バクテリアに感染したヤナギ材 1g 中のフェノール物質含有量

試料	フェノール化合物	含有量 (μg)
健全材 被害材	フロログルシノール	131.0
		63.0
健全材 被害材	カテキン	217.0
		532.0

つて発現されると考えられています。たとえば、病原菌に対するブナの抵抗性種と感受性種の樹皮中のフェノール含量を比較すると、健全体では等しい含有量であるにもかかわらず、菌が感染した場合には抵抗性種のほうがフェノール含量が高くなります。また、材の黒変を起こすバクテリアに感染したヤナギでは、タンニンの前駆物質であるカテキンの含有量が増大します(表②)。これらの病原菌に対する抵抗性の差は、タンニンやリグニンなどのフェノール物質合成酵素の活性が菌の感染によって促進される程度の差に起因すると考えられています。

タンニンは四〇〜三三〇nmの紫外線を吸収する性質をもち、樹木細胞中のタンパク質や核酸の紫外線による損傷を防ぐ作用もついています。また、そのラジカル捕捉能により、ストレスによって生じた活性酸素による生体成分の変質を抑えています。

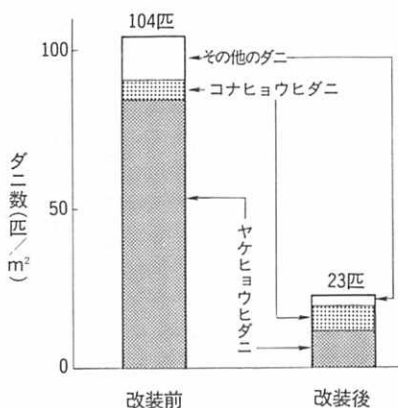
このように、タンニンは樹木の白血球ともいふべき、きわめて重要な機能を果たしていますが、その防御機構の詳細については未知な部分も多く、今後の研究による解明が期待されています。

(大原誠資)

家庭の「ダニ」を追い出す妙手

近年、家屋内のダニの大量発生がぜんそくなどの深刻なアレルギー疾患を引き起こし、社会問題となっています。主としてヤケヒョウヒダニ、コナヒョウヒダニ、ケナガコナダニと呼ばれる三種のダニにより、これらのダニは体長〇・三〜〇・四^ミで、昆虫のように頭、胸、腹に分かれることなく全体がひとかたまりとなっています。なぜ、家の中のダニが増加しているのでしょうか？ 大きな理由として、木造住宅からコンクリート住宅への移行による家屋内の温・湿度の上昇が挙げられます。これら三種のダニの最適生育環境は、相対湿度約七〇〜九〇%、温度約二五〜二八^度であり、建築様式や生活様式の変化による家の中の温・湿度とりわけ湿度の上昇がダニの増加をもたらしていると考えられます。

実際に鉄筋コンクリート集合住宅に住み、ダニの害に悩んでいる家庭において、ダニの生息に適した温・湿度環境を作る畳およびカーペットの床から、ナラ材を主体とした「木の床」に改装することによりダニ数などのように変わるのか、埼玉県衛生研究所の高岡科長らと実験しました。この家族は五人全員がかゆみ症状を訴えており、改装前の床上のダニ数は一〇四匹（平方メートル当たり、八、九月の平均）でありましたが、「木の床」への改装後、翌年の同時期のダニ数は平均二匹に減少し（図）、ダニの害も解消されました。このように「木の床」への改装によって、ダニの数が減少し、その害も解消されることがわかりました。



「木の床」への改装によるダニ数の減少
(高岡, 高野, 宮崎, 1985の図を改変)

これは「木の床」が、物理的にダニの繁殖に適さないという点や、床上における湿度の低下などによるところが大きいと考えられますが、さらに、木材の微量成分にも注目して実験してみました。建材としてよく用いられる七種の木材の鋸くずを作り、それを培地に混ぜてヒョウヒダニを飼育し、その繁殖状態を調べたところ、樹種によつて繁殖抑制効果が異なり、ヒノキ、ベイマツ、ベイスギなどが強い効果を示すことがわかりました。さらに、さまざまな樹木の葉から精油を抽出し、その精油の揮発成分がダニの行動に及ぼす効果を調べたところ、やはり樹種によつてその効果は大きく異なり、ユーカリ属、クロベ属が強い抑制効果をもつことがわかりました。つまり、「木の床」はダニに対して、物理面および化学面の両面から効果があることが示されました。

室内のほこりによるアレルギー疾患（気管支ぜんそく、鼻炎、皮膚炎）の五〇〜九〇％にダニが関与していると考えられています。ダニの生息数が少なくなるだけでなく、優れた湿度調節、肌ざわりの良さ、香りの良い微量成分の放出などの理由から、「木の床」はコンクリート密室型家屋の床材として期待されています。

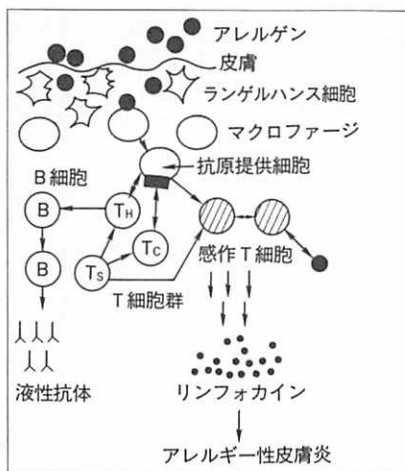
(宮崎良文)

たまらないカユサの正体

「ウルシ」と聞けば、あの華麗な蒔絵まきゑの漆器を思い浮かべると同時に、ウルシの木によるカブレを思い起こします。秋の野山で、このウルシの仲間たちは美しい紅葉を染しませてくれますが、彼ら（ヤマウルシ、ツタウルシ、ハゼノキなど）は、ウルシオールというカテコールの誘導体を分泌して自分自身を守っているのですが、このウルシオールがカブレの原因（アレルゲン）であることが古くから知られています。

さて、人がウルシオールに接触したときにカブレの程度が人により著しく異なるのはなぜでしょう。ウルシに限らず、刺激性の物質に触れると発赤、腫れは、発熱などが一過性に生じますが、大量に接触したり、繰り返し接触したりするとアレルギー性のカブレになります。また、汗をかいた皮膚は酸性状態になり、酵素が活性化されるためにアレルゲンがより刺激性の物質へと化学的に変化して、アレルギー性のカブレに移行しやすくなるので、特に過敏体質の人は夏が要注意です。

アレルギー性カブレは人体の免疫機構によって引き起こされます。アレルゲンや病原体が侵入すると、その異物（抗原）を皮膚の番人たち（ランゲルハンス細胞やマクロファージ）が処理消化して、抗原性（抗体を作る原因となる性質）を失わせます（図）。ところが、抗原性が強いときやたびたび侵入したときには、処理を免れた抗原は、免疫応答に基づいてリンパ球（T、B細胞）にバトンタッチされます。



アレルギー性皮膚炎発症のメカニズム

すなわち、マクロファージは細胞膜表面に抗原の特徴を記録した抗原提供細胞となり、T細胞はその抗原情報を読み取り、さまざまな重要な役割を担った細胞に分裂増殖します。その一つの集団に感作T細胞（アレルギー情報を蓄えておく記憶細胞と、体内を血液に乗って循環しアレルギーと反応するエフェクター細胞）があります（図）。これが一度生産されると、記憶細胞は、再び同じ抗原に出会うと同時にエフェクター細胞や記憶細胞の子孫を増殖し、炎症性皮膚反応を引き起こすリンフォカインを遊離するので、ひどいカブレになります。これは、結核菌に感染した人の皮膚に結核菌の抗原を皮内注射したときに見られるツベルクリン

反応と同じ遅延型アレルギー現象で、再接触から炎症の極大まで二四〜四八時間要するのが特徴です。花粉症やぜんそくなどの即時型アレルギー（血液中のIgE抗体が関与し、抗原と接触後数分以内に発症）とは発症のメカニズムが異なります。疫を免れるはずの免疫機構も、時として災いとなるのは皮肉です。

カブレの原因になる植物（植物成分としてカテコール類を含むウルシ科、イチヨウ科など）には十分注意しましょう。

（土師美恵子）

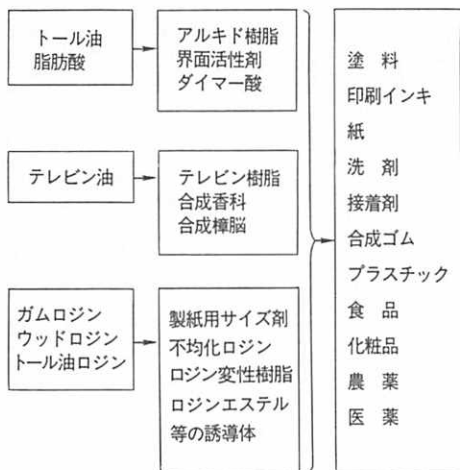
英国海軍御用達？ マツヤニ

マツの幹を傷つけると透明な液体が流出してくるのを皆さんはご存じでしょう。マツヤニです。セルロイドの小片に塗りつけ、たらいの水に浮かべてボート遊びを体験した人はかなりの年輩者ですね。これはマツヤニの撥水性を利用した遊びですが、マツヤニと舟は古代から深いかわりがありました。

旧訳聖書の創世記に「神はノアに多数の小部屋を有する方舟を造り、その内外をタールで塗るように教えた」とありますが、古代にマツヤニが船の水漏れ防止に使われたことを示していると考えられています。

マツの樹幹に刻み目を入れ生マツヤニを採取すること（タッピング法）は、古代小アジア地方に発生し、欧州一帯に広がった古い技術ですが、改良が重ねられ現在も世界各地で行われています。

生マツヤニは七十二・七三%の固成分（ロジン）、約二〇%の精油（テレピン油）、その他の成分数パーセントが溶け合った油状のマツの代謝成分です。精油は揮発性で、揮散したあとにはロジンが固まって残ります。これが耐水性の被膜となります。紀元前三〇〇〇年ごろのメソポタミアの遺跡の出土品から、すでにこの時代には蒸留、昇華、抽出技術が存在し、マツヤニはテレピン油とロジンに分留されていたことがわかっています。エジプトやギリシャでは、ロジンを棺の密封や船の水漏れ防止剤に使うために、小アジア地方と盛んに交易を行っていた記録も知られています。一方、マツヤニを豊富に含む根株や樹幹を乾留すると、ヤニや



マツヤニの用途

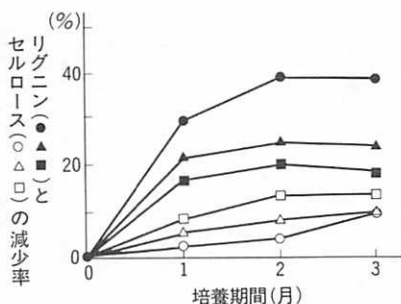
木材が分解して、松根油、タール、ピッチが大量に得られます。タッピング法が難しい北欧などの寒冷地方にこの技術は発達しました。近世の初頭にはスウェーデンで最も盛んに生産され、その製品はイギリスへ輸出されて主に艦船の防水・防護塗料に使われ、一五八八年、エリザベス一世がスペインの無敵艦隊「アルマダ」を撃滅し、大英帝国の基礎を築き上げたことに大いに貢献しました。ちなみに、一六三七年のスウェーデンから英国への輸出货量は二万二〇〇〇トとの記録があるそうです。英語でマツヤニは Naval stores (直訳すれば海軍貯蔵物資、艦船用需品) ですが、右のような歴史から生まれた言葉です。今日では広くマツヤニ関連産業を Naval stores industry といいます。

現在世界のロジン年産量は一一五万トぐらいです。アメリカ、中国、ブラジル、メキシコなどが主要産出国です。タッピング法のほかに、アメリカ、北欧ではマツの切株を抽出したり、パルプ工業の副産物であるトール油からロジンやテレピン油が生産されています。わが国はマツヤニの完全輸入国で、毎年ロジン約一二万ト、テレピン油約六〇〇トを消費しています。(林 良興)

シイタケ菌できれいなパルプ

シイタケはご存じでも、シイタケ菌という大変に思われる方もあるかと思いますが。きのこが菌類の生殖器官の一つの形であるように、シイタケはシイタケ菌の生殖器官に当たり、菌糸でできています。滋養強壮に効く食物として昔から食べられてきたシイタケですが、最近では、抗がん、抗エイズ作用、心臓病などの原因となるコレステロールを減少させる作用など、現代の主要な難病に対する優れた薬との認識も加わり、万能食品の様相を呈してきた感もあります。シイタケ(菌)はほかにも優れた特性をもっており、ここでは木材腐朽能とそれを利用した木材からセルロースを取り出す製紙工程(パルピング)の夢を紹介します。

シイタケの栽培に広葉樹の丸太が使われることからわかるように、この菌は木材を直接分解して栄養をとり生育できる菌で、木材腐朽菌と呼ばれています。木材成分を大ざっぱに表すと、セルロース、ヘミセルロース、リグニンが二対一対一の割合になっています。特に、難分解性で、木材に強度を与えているリグニンは、木材を製紙原料などに利用するときその除去が問題となります。このため製紙業では薬品による化学的な方法や機械的に行う方法などが使われていますが、自然環境への影響、光熱費などの問題を考えるとまだ改良の余地が残っているようです。パルピングに微生物を用いるバイオパルピングの考えは昔からあったものと思いますが、最近までそのために必要な微生物によるリグニン分解機構の解明や、優れたリグニン分解



ブナ木粉を用いた木材腐朽試験

(○, ●) シイタケ菌 FMC208 株

(△, ▲) *Phanerochaete chrysosporium* 菌
ATCC34540 株

(□, ■) *Phanerochaete chrysosporium* 菌
IFO31249 株

あるなどの問題をもつものがあり、安全でかつ高いリグニン分解能をもつシイタケ菌は環境にやさしいクリーンパルピングへの夢を託すに適した菌といえます。確かに、微生物によるパルピングには、リグニンの分解速度やセルロース繊維および紙の強度の低下の原因となる菌の残存セルロース分解活性の問題などがあり、夢がかなうには少し時間が必要かとは思いますが、菌のリグニン分解力をパルプの漂白工程に用いることで化学漂白剤の使用量を減少できること、さらにその結果として有毒な廃液が減少すること、またパルプ廃液中の有毒物質の除去に菌が有効に働くことなどがわかってきています。

(馬場崎勝彦)

菌の育種研究などが十分でなかったようです。バイオパルピングでは、木片または木粉の山で一〜二カ月間菌を生育させる間にリグニンだけを選択的に分解させ、セルロースを無傷の形で取り出すことが理想です。図のように、シイタケ菌のなかにはリグニン分解能およびその選択性が非常に高い菌があり、さらに育種によって一カ月間に木粉中のリグニンを四〇%以上分解できる菌も作ることができます。世界的に研究されている優秀なリグニン分解菌のなかには、植物病原性や同一種が日本に存在しないため野外での利用に制限があるなどの問題をもつものがあり、安全でかつ高いリグニン分解能をもつシイタケ菌は環境にやさしいクリ

食べ物を守る木質UVフィルター

海や山、戸外に出て日焼けを起こすのは太陽光線に含まれる紫外線のためです。太陽光に当たることは、子供たちがクル病にならず健やかに成長するために必要なことですが、女性にとっては大敵の、肌のシミやソバカスの原因にもなります。近ごろはオゾンホールの拡大で地上に降り注ぐ紫外線が増加して、皮膚がんが増えるといわれています。このように紫外線は人間や生物に強烈な作用を及ぼしますが、食べ物に対しても、香味を損なったり有害物質を発生させたりするような、やっかいな作用をします。家族の健康と安全を考える家庭の主婦にとって無視できない現象ですが、この害から食品を守るためには、紫外線を通さないもので食品を包めばよいわけです。そこで、森林総合研究所が考え出したのがリグノセロファンです。

話は変わりますが、樹木は種類によつては一〇〇％にも達する高木になります。このような高さに成長できるのは年輪を重ねて肥大成長し、丈夫なセルロース繊維と、これを接着剤のように固め、微生物の攻撃から守るリグニンが蓄積する仕組みがあるからです。植物が海から陸に上陸したときはすでに大気に酸素がありオゾン層もできていましたが、それでも地上に降り注ぐ紫外線から身を守らねばならなかったでしょう。それには紫外線を吸収する物質を体内に合成し、細胞を保護することが必要だったと考えられます。紫外線を吸収する物質の化学構造は亀の甲羅模様といわれるベンゼン核をもつたもので、リグニンはまさしくそ



紫外線から食品を守る包装

いう物質です。紫外線から身を守る働きから接着剤へ役目を変えて発達したのがリグニンかもしれません。

リグノセロファンは、木材のセルロースを強く固めたリグニンを高熱蒸気や薬品で軟らかくし、ある程度除去してからセルロースと一緒に溶剤に溶かし、フィルムに成型してから溶剤を除いたものです。セルロースの丈夫さとリグニンの紫外線吸収性をもっているため、リグノセロファンで食品を包むと紫外線による食品の変質を防げます。自然環境に放置すればリグノセロファンは分解してしましますが、何年たっても分解しないプラスチックの公害が問題になっているから、この性質はありがたいものです。使い捨てを奨励するわけではありませんが、回収して再利用することが難しい包装の場合は、燃やしてもクリーンで、埋め

立てても分解して無害になるものがが必要です。それにはリグノセロファンが最適です。リグノセロファンは黄色から褐色の色を帯びていますが、見てくれやイメージを気にする方でも、自然環境にやさしく安全だという認識を抱いていただけたらと思います。リグノセロファンを環境に優しく安価に製造できる技術を確立し、水に少し弱い性質も改良しなければなりません。これは今後の技術開発で可能になるでしょう。

(平林靖彦)

環境にやさしい液体木材

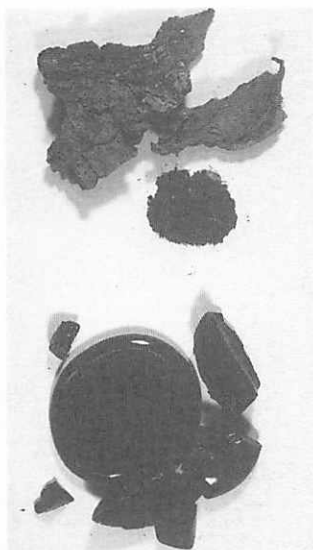
木材は、主成分が約五〇%のセルロース、約二〇%のヘミセルロースおよび約三〇%のリグニンから成る個体です。セルロースは紙の原料としておなじみですが、ほかに誘導体（化学薬品で変性したもの）として、タバコのフィルターやアイスクリームの増粘剤（粘度を高くするもの）などに使用されています。ヘミセルロースは、近年、オリゴ糖やダイエットファイバーとして注目されています。そして、リグニンは、塗料や接着剤になるフェノール樹脂という仲間と同じような働きをしますと考えられています。

このように、木材の成分は役立つ物質なので、今まではそれぞれを木材中から取り出して利用することに力が注がれてきました。しかし、これではコスト的に不利です。そこで、木材をまるごと溶解して（液体にして）、その溶解物（液体）を原料としてプラスチックを製造したり、あるいは石油のように精製して各成分を分離し、これから有用な製品を作ることが木材研究者の夢の一つでした。これが実現すれば木材を完全に利用できるし、また、現在は石油、石炭に依存している化学製品の原料を再生産可能な木材に変換でき、森林から持続的に木材を収穫することによって化学製品の原料をいつまでも確保できるからです。

最近になって、フェノール類やアルコール類（可溶化剤）を使って木材を液体にする技術が開発されました。正確に言えば、液体にするというよりはいろいろな溶剤（常温で液体の有機化合物）に溶解するように

すると言ったほうがよいかもしれません。これに関しては、高温高圧を用いる方法と、触媒を用いる二つの方法が開発されました。溶液化がどのようにして起こるのかという点についてはまだはっきりと解明されていませんが、以下のように考えられています。まず可溶化剤は、木材中に浸透して木材中のリグニンのようなフェノール性成分と反応し、これらを木材外に運び出します。その結果、木材中には溶けにくいセルロースなどの糖類が残ります。この糖類を可溶化剤が再度攻撃して低分子化合物に分解し、さらに分解物と可溶化剤が反応して、木材は完全に溶けた物質になるというわけです。

この液化木材は、残念ながら色が黒いため、現在用途が限られています。今のところ、人目につかないような場所に使われる接着剤とか成型物への応用に限られています。優れた性能を発揮することがわかってきました。また、微生物分解性プラスチックの原料としても注目され、環境汚染防止や再利用可能プラスチックの開発が進められています。近い将来、皆さんの身の回りに溶液化木材を原料とした環境にやさしい製品が出回るよう研究に励んでおります。



木材の溶液化(可溶化)の一例

上：原料カラマツ樹皮

下：フェノールで可溶化したカラマツ樹皮

てきました。また、微生物分解性プラスチックの原料としても注目され、環境汚染防止や再利用可能プラスチックの開発が進められています。近い将来、皆さんの身の回りに溶液化木材を原料とした環境にやさしい製品が出回るよう研究に励んでおります。

(小野擴邦)

編集委員・執筆者一覽（五十音順）

編集委員

- 石井 克明 森林総研生物機能開発部組織培養研究室長
 小野 擴邦 森林総研木材化工部接着研究室長
 金子 繁 森林総研森林生物部樹病研究室長
 小林 繁男 森林総研森林環境部立地評価研究室長
 桜井 尚武 森林総研生産技術部物質生産研究室長
 島津 光明 森林総研森林生物部昆虫害理研究室長
 豊川 勝生 森林総研生産技術部労働科学研究室長
 三輪 雄四郎 森林総研木材利用部物性研究室長
 餅田 治之 森林総研林業経営部環境管理研究室長
 森 徳典 森林総研生物機能開発部生物工学科長
 森川 靖 森林総研森林環境部植物生態科長
 谷田貝 光克 森林総研生物機能開発部生物活性物質研究室長

執筆者

- 浅野 透 森林総研森林環境部主任研究官
 朝日 一司 森林総研生産技術部伐出機械研究室
 浅輪 和孝 森林総研生物機能開発部きのこ生態研究室長
 荒井 国幸 森林総研木曾試験地主任
 池田 重人 森林総研東北支所主任研究官
 石井 克明 森林総研生物機能開発部組織培養研究室長
 石戸 忠五郎 森林総研多摩森林科学園園長
 伊藤 由紀子 森林総研木材化工部抽出成分研究室
 糸屋 吉彦 森林総研東北支所主任研究官
 今川 一志 森林総研東北支所連絡調整室長
 今富 裕樹 森林総研生産技術部主任研究官
 枝重 有祐 森林総研生物機能開発部樹木生化学研究室
 海老原 徹 森林総研木材化工部複合化研究室長
 大越 誠 森林総研木材化工部主任研究官
 大住 克博 熱研センター環境資源利用部主任研究官
 太田 貞明 森林総研木材利用部木材特性科長
 大原 誠資 森林総研木材化工部成分利用研究室長

大平 辰朗 森林總研生物機能開發部生物活性物質研究室
 岡部 宏秋 森林總研森林生物部土壤微生物研究室長
 奥田 吉春 森林總研生產技術部作業技術科長
 奥村 栄朗 森林總研森林生物部主任研究室
 小野 擴邦 森林總研木材化工部接着研究室長
 小野寺 弘道 森林總研東北支所育林部多雪地帶林業研究室長
 香川 隆英 森林總研林業經營部主任研究室
 金指 達郎 森林總研森林環境部主任研究室
 金谷 紀行 森林總研企畫調整部企畫科長
 金子 繁 森林總研森林生物部樹病研究室長
 神谷 文夫 森林總研木材利用部構造性能研究室長
 川路 則友 森林總研北海道支所主任研究室
 北田 正憲 森林總研東北支所主任研究室
 基太村 洋子 東京農工大學農学部非常勤講師
 木下 勲 森林總研生物機能開發部主任研究室
 清野 嘉之 森林總研関西支所主任研究室
 九島 宏道 森林總研北海道支所育林部造林研究室
 小池 孝良 森林總研北海道支所育林部樹木生理研究室長
 後藤 義明 森林總研森林環境部森林災害研究室
 小林 繁男 森林總研森林環境部立地評価研究室長
 小南 陽亮 森林總研九州支所育林部暖帯林研究室
 齊藤 昌宏 森林總研森林環境部群落生態研究室長

桜井 尚武 森林總研生產技術部物質生產研究室長
 佐々木 尚三 森林總研生產技術部主任研究室
 佐藤 明 森林總研生產技術部植生制御研究室長
 佐橋 憲生 森林總研東北支所保護部樹病研究室
 沢田 治雄 森林總研林業經營部遠隔探查研究室長
 重永 英年 森林總研生物機能開發部組織培養研究室
 篠原 健司 森林總研生物機能開發部主任研究室
 島津 光明 森林總研森林生物部昆蟲病理研究室長
 末吉 修三 森林總研木材利用部主任研究室
 鈴木 和次郎 森林總研東北支所育林部育林技術研究室長
 角園 敏郎 森林總研生物機能開發部主任研究室
 大丸 裕武 森林總研東北支所經營部防災研究室
 高橋 文敏 森林總研林業經營部資源解析研究室長
 竹内 郁男 森林總研四国支所造林研究室長
 竹内 美次 森林總研森林環境部地すべり研究室長
 竹下 慶子 森林總研九州支所主任研究室
 田中 潔 森林總研北海道支所保護部長
 田中 信行 夕イ国王室林野局中央森林研究所(森林總研派遣職員)
 田中 浩 森林總研森林環境部種生態研究室
 谷 誠 森林總研森林環境部氣象研究室長
 谷本 丈夫 森林總研生產技術部更新機構研究室長
 田内 裕之 森林總研九州支所主任研究室

田淵 隆一 森林総研北海道支所主任研究室
 千葉 幸弘 森林総研生産技術部物質生産研究室
 津村 義彦 森林総研生物機能開発部遺伝分析研究室
 東條 一史 森林総研森林生物部鳥獣生態研究室
 外崎 真理雄 森林総研木材利用部主任研究室
 豊川 勝生 森林総研生産技術部労働科学研究室長
 新山 馨 森林総研森林環境部主任研究室
 根田 仁 森林総研生物機能開発部主任研究室
 土師 美恵子 日本女子大学家政学部非常勤講師
 馬場崎 勝彦 森林総研生物機能開発部主任研究室
 林 良興 森林総研木材化工部抽出成分研究室長
 原 敏男 森林総研企画調整部主任研究室
 久田 卓興 森林総研木材利用部乾燥研究室長
 平川 浩文 森林総研森林生物部主任研究室
 平川 泰彦 森林総研木材利用部主任研究室
 平林 靖彦 森林総研木材化工部機能材料研究室長
 廣居 忠量 森林総研生物機能開発部森林化学科長
 藤森 隆郎 森林総研生産技術部育林技術科長
 堀野 眞一 森林総研森林生物部鳥獣管理研究室
 松岡 茂 森林総研森林生物部鳥獣生態研究室長
 三浦 慎悟 森林総研森林生物部鳥獣管理研究室長
 宮崎 良文 森林総研生物機能開発部主任研究室

三輪 雄四郎 森林総研木材利用部物性研究室長
 谷田貝 光克 森林総研生物機能開発部生物活性物質研究室長
 山田 容三 森林総研生産技術部労働科学研究室
 山野井 克己 森林総研森林環境部防災林研究室
 山本 千秋 森林総研生物機能開発部生態遺伝研究室長
 横田 明彦 森林総研森林生物部土壤微生物研究室
 横山 敏孝 森林総研多摩森林科学園樹木研究室長
 柳幸 廣登 森林総研林業経営部経営組織研究室長

森林総研—森林総合研究所
 熱研センター—熱帯農業研究センター

続・森林の一〇〇不思議

一九九二年二月十五日 初版発行

編集・発行——社団法人 日本林業技術協会

〒一〇二 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 東京 三・六〇四四八

印刷・製本——東京書籍印刷株式会社

会員用

