

普及雑誌

第3巻 秋の号
1980年

とやまと自然

昭和55年10月20日発行 通巻11号 年4回発行



〔サルトリイバラの実〕

— 目 次 —

立山と火山灰	小林武彦	1
秋の実のなる木	長井真隆	5
レーザー(LASER)	黒田久喜	9

富山市科学文化センター

(1)

立山と火山灰

小林 武彦

立山の広い台地やいくつかの峰が火山岩でできていることや、みくりが池・みどりが池などの火口湖、地獄谷の噴気孔のことを知っている方々はこの表題から立山火山の火山灰のことを想像なさるかもしれません。立山火山もたしかにかつて激しい噴火をくりかえし、たくさんの火山灰や軽石を高く吹きあげました。それらの火山噴出物は西風に流されて東方に広がり、しだいに空中を降下し広大な野や山をおおって堆積しました。しかし、ここでは立山火山の火山灰のことではなく、遠くはなれた火山から何100kmもいや1,000km以上も空を旅してきて立山に降りつもった火山灰や軽石についてお話します。

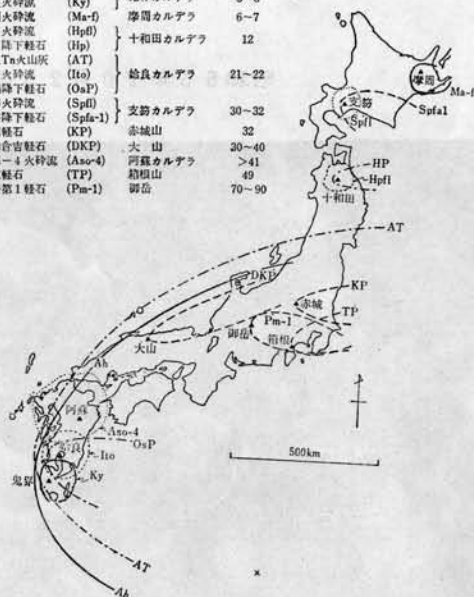
それは私たちが比較的あたらしい時代の自然の歴史を調べようとする時に広い分布をもつ大昔の火山灰がとても貴重な手がかりをあたえてくれるからなのです。それで火山灰がどんなふうに関与したのか、立山に見られる火山灰を例としてお話ししようと思ったわけです。

1 火山灰は名札をつけて旅行する？

1977年の7月、私たちは立山・弥陀ヶ原で活断層の調査をしていました。活断層というのは一言でいえば「生きている」断層、つまり今も活動している断層のことです。すばらしい天気がつづき下界は猛暑だというのに、海拔2,000mに近い高原はとてすこしやすく、人力によるボーリングの仕事も順調に進んでいました。しかし、私は調査ははかどるにつれゆううつになっていました。

その前年、1976年に町田さん(都立大)と新井さん(群馬大)は日本列島の西半部を精力的に調査され、九州の^{あいら}始良カルデラから約22,000年前に噴出され東方へ非常に広域にわたり降りつもった始良Tn火山灰層について報告していました。(第1図)その中で火山灰層分布地の一つに富山県の常願寺川中流の河岸段丘(立山町上段)が掲げられていました。両氏はさらに大山火山から噴出された

テフラ名	起源火山	年代 (1000年前)
アカホヤ火山灰 (Ah)	鬼界カルデラ	5-6
壱岐火砕流 (Ky)		
摩周火砕流 (Ma-f)	摩周カルデラ	6-7
八戸火砕流 (Hp0)	十和田カルデラ	12
八戸降下軽石 (Hp)		
始良Tn火山灰 (AT)	始良カルデラ	21-22
入川火砕流 (Ho)		
大隅降下軽石 (OsP)	支笏カルデラ	30-32
支笏火砕流 (Sp0)		
支笏降下軽石 (Spa-1)	赤城山	32
鹿沼軽石 (KP)		
大山合巻軽石 (DKP)	大山	30-40
阿蘇-4火砕流 (Aso-4)	阿蘇カルデラ	>41
東京軽石 (TP)	箱根山	49
御岳第1軽石 (Pm-1)	御岳	70-90



第1図 日本の代表的広域テフラ層(第四紀後期) 御前崎南方約700kmの×点は、深海底コア(東大海洋研,白鳳丸採取, KH-76-2-7)中にアカホヤ火山灰と始良Tn火山灰が確認された地点(町田 1977)

倉吉軽石層(約4~5万年前)も発見していました。又、九州南の鬼界カルデラから噴出したアカホヤ火山灰層(約6,000年前)の追跡も始められており、その様子では、富山でも見つかるかもしれないと思われるようになっていました。弥陀ヶ原の台地形成はこれらの火山灰噴出より古いことがわかっていましたし、弥陀ヶ原の位置から見てこれらの火山灰が必ずあるにちがいないと推定されました。調査の準備過程では現地ですれらを見つけたすばかりだと思われ、火山灰層を識別するために大きな偏光顕微鏡も運びあげていたのでした。ところが、いざ調査を始めてみるとなかなか姿を現わしてはくれないのでした。うかない気持ちで宿と調査地の間を往復するうち、ふと湿原の中にできている草のはげた窪みに目がきました。多分人間の足が作ってしまった泥炭層の中の窪み、その底にまわりの黒色に対してひときは目立つ白い砂が少しづつたまっていました。湿原は凹凸のある斜面であり、そんな砂が流水で流れてむことはふつ

うありません。火山灰かもしれないとさっそく調べてみました。顕微鏡で見ると砂粒の大部分は近くに分布する安山岩の破片や鉱物でした。しかしほんの2, 3粒だけ薄い板状の火山ガラス片が見つかりました。立山ではお目にかかれない無色透明のガラス片で探していた火山灰のものに似ていました。こんなガラス片があるとすればどこかで火山灰層が発見できるかもしれないと白砂の由来を考えてみました。どうやら、白砂は草のはげた泥炭層の斜面を雨水などがつたうとき泥炭層から洗いだしたように思われました。

そうであれば、火山灰は近くの泥炭の中に入っていたこととなります。この泥炭層は厚さが40~50cmぐらいで、遊歩道や自動車道のまわりにはどこでも露出しています。そしてすぐいろいろな所から火山灰層が見つかりました。それは泥炭層の下限から10cm~5cmぐらいの所にちゃんとした層をつくってはさまれていました(写真1)。

みつけた火山灰層の厚さはたった1mm位、火山灰は泥炭の色にそまってやや淡いこげ茶色でした。泥炭が乾きかけた所では火山灰のはさまっている所が水平なわれ目になり、そこから剥がれてきます。あまり薄いこと、色も褐色でちょうど割れ目が発達することなどにだまされて探せなかったのです。

手にとって見ると陽の光をうけてにぶく光る小さなかけらがびっしりとつまっていることがわかります。そこで顕微鏡の出番です。金属性のふるいの上にせ水で洗ってみますと粒のこげ茶色がうすくなっています。それを顕微鏡で見ました。

粒の大きさは最大0.4mmほどで、粒のほとんどは無色透明の薄い板状をした火山ガラスです。その形はもろい材質の板を打ちわった時に見られる様な鋭い端を持ち、板は少しまがったものがよく認められ、ガラス片の中に小さい泡が含まれていたり、Y字型にとげをもったものも見つかりました。ちょっと厚めの部分ではガラスにうす墨色もつきます。細く砕ける前の状態を復元して考えてみますと、それらのガラス片はちょうどスポンジの穴の壁みたいな形で気泡の側壁をつくっていたと思われました。きっと噴火のときマグマがあまりみごとに泡だちすぎて泡がみなバラバラになっ

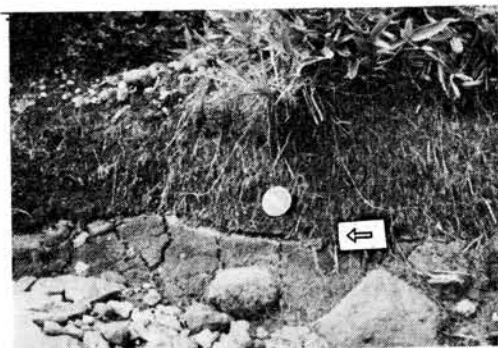


写真1 弥陀ヶ原の泥炭層中のアカホヤ火山灰

てしまったものなのでしょう。鉱物はわずかにシソ輝石と普通輝石のみみられるだけでした。このような特徴は従来知られている火山灰ではアカホヤ火山灰のものでした。でもこの火山灰が1,000km以上もはなれた鬼界カルデラ(トカラ硫黄島などからなる)から噴出したとされる火山灰と岩石学的性質が似ているからといって、1mmぐらいの厚さしかない火山灰がそれだなんて本当に考えてよいのでしょうか。どんなふうにしてこの火山灰を追跡し、そして同定していったかについては町田さんの名著「火山灰は語る」をお読みいただくことにして、ここではそんな判断ができるという火山灰の特徴について考えてみましょう。

火山灰は噴火によって10,000mもの上空へ吹きあげられ、上空に卓越する西風などに流されながら地上に降りつもらいます。噴出から火山灰の主要部が堆積するまでの時間は数日~10数日ぐらいで人間の感覚からいっても短時間のうちに1,000km以上も広がります。地質学の時間尺度でいえばほんの一瞬のうちに堆積してしまいます。大量に放出される火山灰のほとんどは噴火をおこしたマグマです。火山灰はマグマの破片であると言えます。一回の噴火で放出されたマグマは組成も均一な場合が多く、他の性質もほぼ均一なことが多いので、破片になったものも均一な性質をもっていることとなります。そういう破片が短時間に空中を移動し堆積する時、堆積した火山灰も均一なままでいるはずですが、空中を降下する間に破片の比重などによって選別作用があったとしても、マグマの中でつくられたガラスや鉱物の化学組成などのように噴出後には変化し得ない性質もあります。そんな性質を調べ比較す

ることによって遠隔地であって、例え少量であっても火山灰層が同一である可能性があるかどうか判定できることとなります（岩石学的性質にちがいがあって別物だろうということは単純ですが）。

分布や時代などについてある程度の予測が可能な場合には、このような考え方で同定されます。もちろん、まったく区別できないような火山灰層がいく層も見いだされる場合もあり、すべてが区別できるというわけではありませんが。

こんな理屈でアカホヤ火山灰を発見・同定した私たちは、その晩、暗い小屋の中で盛大なお祝いの酒盛りをしました。そのようにして、やがて始食 Tn 火山灰や大山倉吉軽石も弥陀ヶ原で見つけ同定することができました。

Ⅱ 火山灰は精巧な時計の目盛

さて、私たちが弥陀ヶ原へ行ったのは断層の調査のためだったはずですが。それなのに「火山灰、火山灰……」「軽石、軽石……」などとばかり言っていたものですから調査の同僚である「口の悪い」学生に軽石おじさんなるありがたい名前を頂いてしまいました（もっと他の意味も含まれていたのかもしれませんが）。では、断層の調査にどうして遠いかなたからきた火山灰や軽石が必要だったのでしょうか。

火山灰はほんの一瞬間に広がり堆積します。だから、火山灰層はある一瞬を地層の中に示したり、その時の地表面を広域に示すということになります。また、火山灰はただ単に広い範囲に堆積するというばかりではなく、他の多くの堆積物と違って多様な環境のすべてをおおって堆積します。

陸上ばかりではなく、海にも湖にも氷河の上にもさえ堆積します。だから、ことなつた環境で堆積した種々の地層や地表面にある火山灰が認められる場合、それらがその同じ時に存在したことが示されます。このような地層の対比に都合よい層のことを地質学では鍵層と呼んでいます。

火山灰層はすばらしい鍵層です。とくに、ふつう堆積物がすくないあるいは、堆積物があってもその地層の年代がきめにくい陸上へも火山灰は広く堆積します。その点でとくに得がたい鍵層ということになります。

これらのことから、火山灰層はさらにすばらしい性質をそなえることとなります。それは、広い

分布のうちどこかで年代がきめられやすいこととひとたびその火山灰の確実な年代決定がなされれば、その年代は火山灰の分布域全体に適用できるということになるからです。また、火山灰について、異なった場所で、あるいは異なった方法で年代の決定がなされる可能性もあり、年代測定値や年代決定法の相互検討が可能となります。このようにして、火山灰はますます精度がよく広範に使用可能な鍵層だということになります。物の運動を調べる時に、時間を正確に示す時計がどうしても必要です。地球の運動の一つである断層運動も、その様子をしらべるためには時計が必要です。火山灰はその時計の役目をしてくれます。単純に言えば、年代のわかった火山灰層が、断層によってどれだけいちがいを生じているかがわかれば、火山灰が堆積してから現在までの断層運動の平均速度がわかります。何層もの火山灰層が一つの断層でくいちがいが生じていれば、火山灰ごとのくいちがいの差によって一つの火山灰層の示す時とその次の火山灰層の示す時間の間の平均速度がもとめられ、そういう方法をつみかさねれば、原理としては断層運動の始まった時期や速度の変化なども測定が可能になるはずですが。

そんなわけで、私たちは弥陀ヶ原で断層の周辺の調査を行い、三つの火山灰層と断層との関係から断層運動の主な時期を知ることができました。調査地点では4～5万年前の大山の倉吉軽石層は断層により大きく変位しそれに対し、始良 Tn 火山灰は断層運動の直後に堆積し、断層でできた崖や断層でできた溝（地溝）の底をみごとにおおっています。またアカホヤ火山灰は地溝の底をうめた地層の上部にはさまれています。したがって調査地点で考えるかぎり断層がはげしく活動し、みごとな断層地形が形成されたのは始良 Tn 火山灰の降る直前だったということになります（表1）。

火山灰をつかって立山の自然史を明らかにする仕事は最近非常に進みました。表1には、私（1975年）や私たち（未発表）の成果の他に町田・新井（1979）の成果の主な部分を示してあります。立山火山を給源とし広域に分布する軽石層としてはDPm層、EPm層があり、それらと他の火山を源とする年代の決定されている広

地質年代区	年数	分布する火山灰	立山火山の活動	その他
第四紀	完新世	6000年前	アカホヤ火山灰	地獄谷水蒸気爆発 彌陀ヶ原泥炭層形成
	更新世	22000年前	始良Tn火山灰	彌陀ヶ原断層
	新世	40000年前	大山倉吉軽石	
		80000年前	御岳Pm-1軽石	美松坂溶岩 玉殿溶岩 E Pm噴出 彌陀ヶ原台地形成 (火砕流およびDPm噴出)

表1 立山地史年表

小林(1975) 羽田野他(未発表表) 町田・新井(1979)による

域火山灰・軽石層の関係から、立山の彌陀ヶ原の台地が約8万年よりはすこし前に形成されたことがわかります。また、それ以降現在にいたるまでの主な火山活動、氷河や泥炭層の形成期などの時期が非常に明らかになってきました。彌陀ヶ原などの泥炭形成とアカホヤ火山灰の関係は火山灰ならではと思われ愉快です。

立山周辺地域の泥炭層分布地ではかならず泥炭層の下から4分の1ぐらいの所にアカホヤ火山灰が認められます。そして、泥岩層ないし泥炭質腐植土層は1,200mぐらいから約2,700mぐらいまでの間、ほとんど連続的に分布しています。前につかった言い方をすれば、アカホヤ火山灰は約6,000年前のもので、それにおおわれる泥炭層中の面は6,000年前の地表面ということになります。6,000年前といえば最後の氷期からだんだん気候が温暖化してきて約5,000年といわれる縄文時代の暖化の頂点の少し前です。高度差で1,000m以上もの範囲でそのような時期の泥炭層が明らかになるなどということはちょっと他の年代決定法ではあり得ません。植生などを研究していただくには格好の材料のように思われます。

おわりに

地球の歴史の中でもっとも現在に近い時代第四紀は人類の時代とも呼ばれ、我々の現在への生活

に深いかわりをもっている時代です。他方この時代は自然環境の激しい変化の時代でもあったことが知られています。たとえば、年平均気温が6℃も低かったとか、海面の高さが現在より100mも低下していたなどが知られています。人類の力が強大になり、好むと好まざるとにかかわらず人間の活動によって自然が大きく変化させられようとしている現在、このような激変の時代を研究することで我々は自然自らが行った環境変化実験の結果を知ることができます。

人間社会の歴史を考えるとと同じように、現在にもっとも近い時代である第四紀の時代区分は他の時代よりもずっと細かくされねばなりませんし、そのためには正確な時間尺度が必要になってきます。ところがこの短い時間の中では古い時代のように古生物の進化を直接の手がかりにして年代を判定していく方法はあまり有効ではありません。絶対年代測定法もいろいろ考えられていますが、そのような方法を用いるためには方法に適するごく限られた種類の物質が必要であり、どこでもできるというものではありません。そんな中で火山灰を用いた年代決定法(テフロクロノロジー)がますます効果を発揮しつつあります。それで、その方法を私たちの調査の例を用いて御説明しようと思ったわけです。時間や紙面との関係もあり十分に言い尽せないまま話を進めてしまいましたが、もし私どものやっている研究を御理解いただければ幸いです。

最後になりますが彌陀ヶ原の調査をリードされ羽田野誠一さん(国土地理院)、調査ですばらし雰囲気をつくってくれた学生諸兄、調査のため多大な御便宜を与えてくださったTKK、岩田進、水井利広、両氏をはじめとする彌陀ヶ原ホテルの皆様、建設省立山砂防工事事務所、富山営林署、環境庁立山自然保護センターのみなさまにこの場を借りて御礼申し上げます。

<こばやし たけひと :
富山大学教養部助教授>

秋の実のなる木

長井真隆

みのりの秋といわれるように、秋にはカキ・クリやブドウなどのほか、いろいろな果物がみのり、垣根越しに見える街の木々に秋の訪れを感じさせます。秋のみのりは、庭木だけではありません。野や山や川原にも、さまざまな実が色づき、自然界はみのりの秋をむかえています。

春は里から、秋は山からといいますが、木の実も山から里へと熟し移ります。ここでは、富山の海辺や野、あるいは低い山のおもな秋の実のなる木をかんとんに紹介しましょう。

海辺の実のなる木

海辺の実のなる木は、野山よりも少ないけれども、静かな秋の海辺で、じっくり観察するのも楽しいものです。

ハマゴウ（くまつづら科）

名前はハマホウからついたといわれています。名前の由来が示すように、この木は砂浜をはって生えています。実は径6ミリくらいの黒褐色の球形で香気があります。それで、ハマホウのホウは芳だという人もいます。



ハ マ ゴ ウ

トベラ（とべら科）

暖帯の植物で氷見方面に自生しています。常緑の低木で高さ3メートル内外。実は球形で径1.5

センチぐらい、熟すと3つに割れてねばりけのある赤い皮のかぶった種子が顔を出します。雌雄異株なので実のならない木もあります。

マルバアキグミ（ぐみ科）

川原に生えているアキグミの一品種で、葉がまるみをおびています。実もややまるいようです。暖地性のもので、岩瀬浜や氷見方面に見られます。同じく暖地性のものにツルグミがあります。これは、つる性の低木で枝は長くのびます。

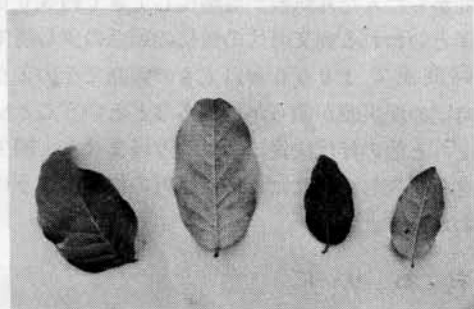
川原の実のなる木

川原の秋を飾るのは、なんといっても真赤にみわたったアキグミでしょう。川原には、このほかにツルウメ・アケビやエビヅルなども見られます。

アキグミ（ぐみ科）

常願寺川や黒部川の川原は、急勾配で排水が良いため大群落を作ります。このことは、富山ではあたりまえのように思っていますが、全国的に見ると珍しい現象です。

赤い実の表面には、白い斑点がありますが、よく見ると白い鱗片が星状に集まってついています。グミの名前は、グイミ、つまり実のなるとげのある木という意味です。



アルバアキグミ

アキグミ

グミの仲間

ツルウメモドキ(にしきぎ科)

普通野山に自生していますが、川原にも生えます。ほかの木に、つるでからみついて茂ります。実は球形で熟すと3つに裂け、中から黄赤色の種子が表われます。色がきれいなことや、枝ぶりがおもしろいことなどから生け花に使われています。



ツルウメモドキ

森の実のなる木

野には、人手が入っているために野生の木はほとんどありません。しかし社寺林や屋敷林の中にそのおもかげを見ることができます。

ヤブコウジ(やぶこうじ科)

木かげに生える高さ15センチ内外の小さい常緑樹で、径6ミリくらいの赤い実がなります。お正月の盆栽によるこぼれていきます。コウジとは、みかんのことで、この実をみかんに例えてつけたのでしょ。

カラタチバナ(やぶこうじ科)

暖帯性の高さ50センチくらいの常緑樹で、冬の寒風が直接当たらない木かげに生えます。実はヤブコウジのように赤く熟します。黄色い実のなるものをキミノカラタチバナといいます。

コマユミ(にしきぎ科)

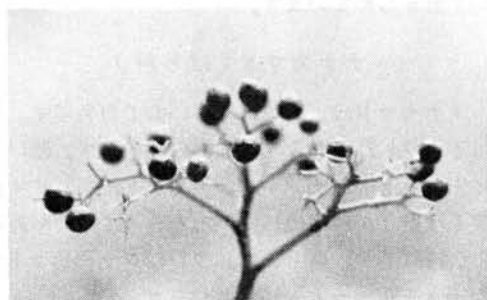
落葉する小さい低木で、実は深く裂けて中から真赤な種子が顔を出します。真赤な種子といっても、これは仮の種皮で中には暗紫色の種子が入っています。

アオキ(みずき科)

枝が青いのでアオキと名づけられました。常緑の低木で木かげに生えています。実は楕円体の長さ2センチくらいで、冬の間に赤く熟します。深山のものは、新芽に毛が生えていて、これをヒメアオキといい、雪国特有のものです。

ミズキ(みずき科)

高さ10メートル内外の落葉高木で、葉は互生し、冬になると若い枝は赤色をおびて、よく目立ちます。実は球形で熟すと黒くなり、それがさんごのような赤い散房花序の先端につきます。葉が対生するものをクマノミズキといいます。



クマノミズキ

エノキ(にれ科)

高さ20メートルにもなる落葉高木で、葉面はざらざらしています。実は7ミリくらいの球形で熟すと橙色になります。



エノキ

スタジイ (ぶな科)

暖地性の常緑の高木で、氷見や宮崎に自生しています。県庁前の公園にも植えてあり、初夏にはクリのような花をつけ、甘い蜜の香りをただよわせます。実はどんぐりを細長くしたような形で、長さ1.5センチくらいです。しぶみがないので食べて食べることができます。

山の実のなる木

山には、実のなる木がたくさん生えています。赤い実、黒い実、黄褐色の実、紫の実などいろいろありますが、なかでも赤い実のなる木が、全体の半分をしめています。

ナナカマド (ばら科)

ナナカマドは、紅葉が美しいので有名です。実は赤く熟し、径6ミリくらいの球形です。低い山に生えるものにナンキンナナカマドがあります。葉(複葉)が枝と接しているところに托葉があるのが特徴です。高山には、ウラジロナナカマドやタカネナナカマドが生えています。



ナナカマド

アズキナシ (ばら科)

小豆のような小さい梨に似た実がなるので小豆梨とつきました。実は長楕円体の径1センチくらいで赤く熟します。しかし表面に白い皮目がついているので白っぽく感じます。

ガマズミ (すいかずら科)

落葉低木で高さ2メートル内外、葉は円形で先がややとがります。実は長さ5ミリくらいで、熟

すると赤から暗赤色となります。ミヤマガマズミは、葉の先が尾のようにとがっています。

ソヨゴ (もちのき科)

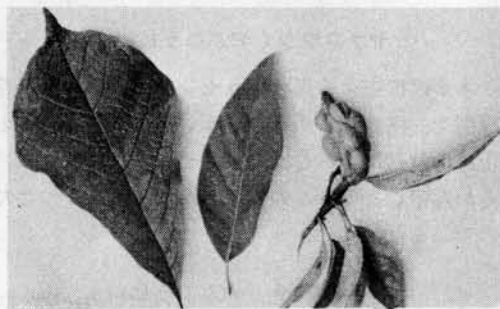
暖地性の木で高さ4メートル内外で、開けた林に生えています。実は長い柄の先につき、熟すと赤くなります。雌雄異株なので実のならない木もあります。葉は肉厚で、風が当たると葉ずれの音をたて、よくそよぐのでこの名がつけました。

イイギリ (いいぎり科)

暖地性の高木で、葉は大きくて一見キリノキのようです。呉羽山で見られます。実は1センチくらいで房状にたくさんなり、熟すと赤くなります。落葉しても、実は永く残るので遠くからでも見分けがつけます。

コブシ (もくれん科)

春、大型の白い花を咲かせるので知られています。実は袋状で長さが5センチくらいで、中に豆のような種子が入っています。袋を外から見ると、こぶのように、ぼつぼつふくれています。熟すと実が開いて中から赤い種子が白い糸についてたれさがります。



コブシ(左の葉)とタムシバ

タムシバ (もくれん科)

花がコブシとよく似ているので、見まちがって一般にコブシと呼んでいるようです。コブシの葉は大きな卵形で、下面が緑色であるのに対して、タムシバの葉は、やや細長く、下面が白っぽい感じがします。また、コブシは花のつけ根に一枚の葉がついていますが、タムシバにはついていません。

ムラサキシキブ(くまつぶら科)

高さ3メートルくらいの落葉低木で、実は球形で、熟すと紫色になります。実は大変きれいで、紫式部の名前にふさわしい木です。オオムラサキシキブは葉が大きくて厚く、全体に大がらです。



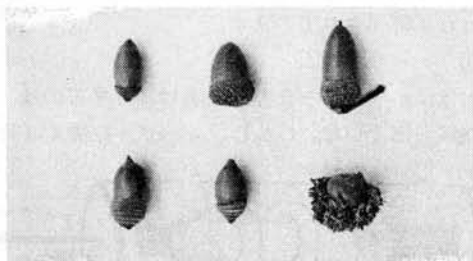
ムラサキシキブ

サワフタギ(はいのき科)

高さ3メートル内外の落葉低木で、梅の花を小さくしたような花をたくさんつけます。実はゆがんだ球形で、長さ7ミリくらいです。熟すと鮮やかなあい色で人目を引きます。白い実のなるものをシロミノサワフタギといいます。

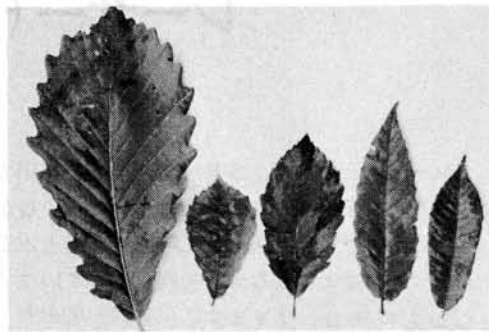
どんぐりの仲間

低い山には、コナラ・クヌギ・ナラガシワ・アベマキ・ウラジロガシ・アカガシが、少し高い山には、ミズナラが生えています。どれもブナの仲間です。



どんぐりのいろいろ

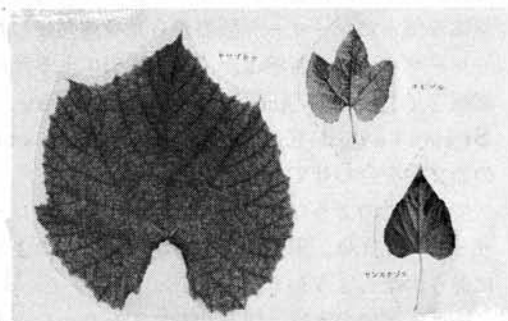
左上からコナラ・ミズナラ・ナラガシワ
左下からアカガシ・ウラジロガシ・アベマキ

どんぐりの葉(× $\frac{1}{5}$)

左からナラガシワ・ミズナラ・コナラ・アベマキ・クリ

つる性の木

赤い実がなるものにサルトリイバラがあります。とげがあって猿がひっかかるといふ意味です。ブドウのように暗紫色の実がなるものに、ヤマブドウ・エビズル・サンカクズルがあり、おいしいのはサンカクズルの実です。このほかにアケビ・ミツバアケビ・クマヤナギなどがあります。

ヤマブドウの仲間(× $\frac{1}{8}$)

以上実のなる木をかんとんに紹介しましたが、このほかに、クリ・トチ・ブナ・ツノハシバミ・マルバマンサク・オオバクロモジ・オオカメノキ・ツリバナ・ヤマウルシ・フユツタ・ハイイヌガヤ・チャボガヤなどいろいろの実があります。これらを集めて、その形やつくりを観察したり、どのようにして種が散ったり運ばれたりするのか調べてみましょう。

<ながい しんりゅう：館長>

レーザー(LASER)

黒田久喜

レーザーと言えば、SF小説やテレビに出てくる殺人光線を連想されるかもしれませんが、しかし、実際のレーザーは、医療、工業用加工、土木工事、通信などのさまざまな分野で利用されています。しかも将来は、ますます応用分野が広がり、我々の生活に役立つことでしょう。そういう意味では、レーザーは“未来をひらく光”と言ってよいでしょう。

それでは、レーザーとはどのような光で、どのような所で利用されているのでしょうか。

レーザーのしくみ

レーザーは、1960年にメイマンにより、寶石のルビーの結晶を使ったレーザー発振器から、また、ジャバンにより、ヘリウムとネオンの混合気体を使ったレーザー発振器から光を放ちました。

レーザーという名前は、“誘導放出による光の増幅”(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)の頭文字を合わせてできました。

では、このようなむずかしい名前のついたレーザーという光は、電燈の光や太陽の光とどのように違うのでしょうか(図1)。

まず、電燈の光は、四方八方に広がり、しかも波の山と谷がバラバラです。ところが、レーザー光は、一方向に直進する性質が強くて、光の強さがなかなか弱まりません。そして、波の山と谷がきれいにそろった光が出ます。これをコヒーレントな光と呼び、レーザーの大きな特徴です。

次にレーザー発振器のしくみを、ルビーレーザー

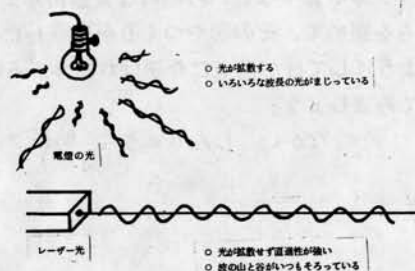


図1 電燈の光とレーザー光のちがひ

発振器を例に紹介しましょう(図2)。ルビーの結晶を、クセノン放電管でかこみ、このはしに完全反射鏡と準反射鏡がおかれています。クセノン放電管の光がルビーの中の原子を励起(外からエネルギーをもらうことにより、その原子が高いエネルギー状態になること)します。その励起したルビーの中の原子が、また元の状態にもどろうとする時に、光を放出するのです。このようにして、1つの原子から出た光が、別の原子を刺激してまた光を放出します。これは、光の共鳴という現象で、ブランコをうしろから押す時に、うまくタイミングを合わせるとだんだん揺れが大きくなるのと似ています。そして、光は次々に発光をうながされ、しだいにその強さを増していきます。

これをくり返しながら、光は反射鏡とルビーの間を往復して、ますますその強さを増します。そして、十分強さを増した光は、スイッチが瞬間的に開いた時に、急激に光を放出します。これがルビーレーザーの発振の原理です。また、他のレーザー発振器も同じような仕組みで光を発振しています。

レーザーの特徴と応用

レーザーは強力で、波の山と谷がそろっていること、また、直進性が強く拡散しないという特徴があります。これらの性質を利用してさまざまな分野に応用されています。

① レーザー加工

昔は、物を切ったり穴をあけたりするのは、すべて刃物でした。しかし、レーザーを使えば今ま

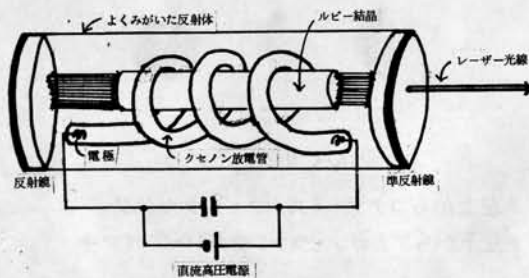


図2 ルビー・レーザー発振器のしくみ

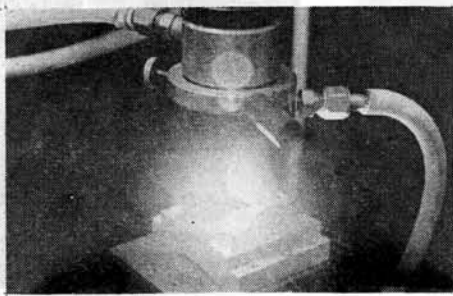


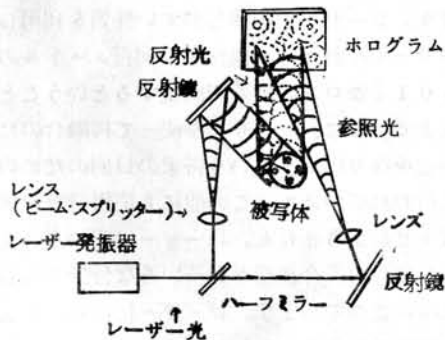
図3 レーザーによる金属の加工

でまる2日もかかって穴をあけていたのが、わずか1分で穴あけを正確に行うことが出来ます。また、刃物では切ることの出来ない堅いセラミックの加工も出来るようになりました。また、正確で精密な穴あけにもレーザーが使われます。例えば、コンタクトレンズに目に見えないくらいの小さな穴をあけて空気の流通をよくすることです。他の方法だと穴のまわりにバリがでて目を刺激してしまいましたが、レーザーはきれいに穴あけをしてしまうのです。また刃物として洋服の裁断、くつやじゅうたんの型抜き等を、きれいにしかもすばやく行います。

この他に医療用のメスとして、出血の少ない手術に役立っています。血管を切っても、切り口の部分の組織を蒸散し、凝固層を作るのです。

加工用ではありませんがレーザーの直進性と広がらない性質を利用して、土木工事や建築工事に利用されています。例えば、北陸本線の浦本トンネルの工事です。両方から掘り進んで中央でぴったりと合わせる道案内にレーザーが使われました。

あらかじめ計算で決めた方向のまん中をレーザーの直進性のよい光が指し続けるのです。



ホログラフィーの撮影

② ホログラフィー

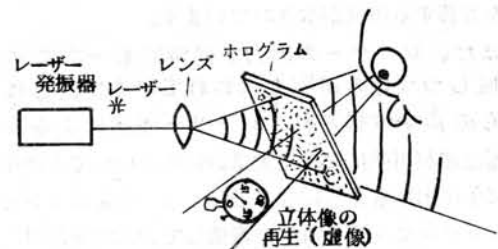
ホログラフィーは、立体写真のことで、日本語では、波面再生写真術と言われます。1947年にロンドンの王立科学技術研究所のガボールによって発見されました。その後、多くの人々が研究を重ねましたが、波のそろった良い光源がないため、なかなかきれいな像が出来ませんでした。しかし、レーザーの発明により質のよい立体写真が出来るようになりました。

ホログラフィーがこれまでの写真と違うのは、再生された像が立体的に見えることの他に、像の記録の仕方がまったく違うことです(図4)。

今までの写真は、像から出た光をレンズで集めて、フィルムに記録する仕方でしたが、ホログラフィーはレンズを全く使いません。レーザー光は像に当たってから反射する反射光と、像に当たらず直接フィルムに当たる参照光との干渉じまをフィルムに記録するだけです。この干渉じまのうつったフィルムをホログラムと言い、普通の光で見ても干渉じましか見えません。しかし、このホログラムにレーザー光線を当てると、立体的な像が見えるのです(図5)。

これも、レーザーの波のそろった性質を利用しているのです。というのは、ホログラムには物体から反射する波の情報を生のままで記録することが出来ますが、普通の写真のフィルムは、像からの光の強度(明暗)しか記録出来ないのです。

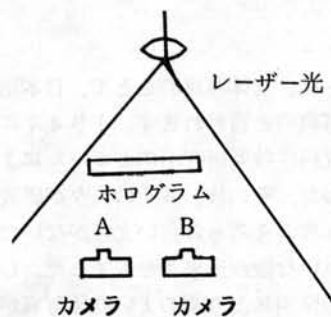
しかも、普通の写真のフィルムは、半分に切れば像は半分になるが、ホログラムは半分に切っても、またさらに細く切っても全体の像を再生することが出来ます。すなわち、ホログラフィーは、フィルムの粒子一つ一つにすべての情報を記録しているわけです。これを利用して、コンピュータ



ホログラフィーの再生

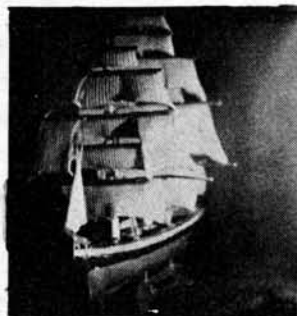
図4 ホログラフィのしくみ

(11)



撮影位置

A



B

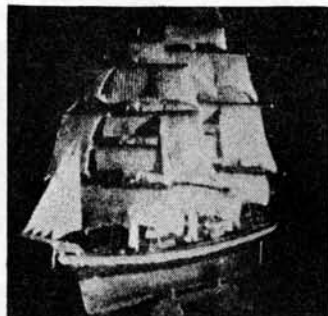


図5 ホログラフの立体効果

の大量記憶装置や情報検索装置として用いることが考えられています。

③ レーザー通信

私たちが見たり聞いたりしているテレビ、ラジオは、電磁波と呼ばれる波に情報をのせて送られてきます。この情報は、波のパターンをさまざまに変えてつくります。波がパターンを変える操作を変調と言ひ、変調には振幅変調、周波数変調、パルス変調があります。

レーザーも波長の短い電磁波で、レーザーを変調すれば情報を送ることは可能なのです。しかも波長の短い波は波長の長い波より大量の情報を送ることができるのです。しかし、レーザーは光です。光は、大気中ではちりやほこり、水蒸気に散乱されると遠くまで情報を送ることが出来ません。そこで、光ファイバーという、ガラスの繊維や石英ガラスの繊維を細くしたものを束ねて電線のかわりに使います。このファイバーは、病院で内視鏡として胃カメラに使用されているものと同じです。

現在、光ファイバーは遠い距離まで光の損失を少なくする点や色によって損失の程度が違うことを改善する研究がなされています。

また、レーザーの出力を何時間も一定に発振しつづける研究も行われています。これらの点が改善され、レーザー通信による情報伝達が可能になれば大量の情報をいつでも簡単に手に出来るようになるでしょう。例えばコンピューターに大量の情報を蓄積している所を設け、両方を光ファイバーで結んで、ある情報を知りたいという希望があれば、そこからレーザー通信で

送るといことになるかもしれません。これにより将来は何年か前の映画が見たいと思う時にテレビの画面に映し出されたり、料理の作り方がたどころに画面に表われたり、いろいろな土地のようすが居ながらにして見る事ができるというようになるかもしれません。

このように、今まではテレビ、ラジオなどで一方的に情報を受けとるばかりであったが、レーザー通信が可能になれば、自分の望む情報を好きな時に手にすることが出来るのです。これも、レーザーはテレビ、ラジオなどの情報を送る波よりも数百万倍もの情報を送ることが出来るからです。

④ その他

今まで紹介したようにレーザーはさまざまな所で使われ、今後ますます利用されることでしょう。

例えば、レーザーディスクは針を使わないでレコードの音を出し、雑音がほとんど出ないプレーヤーとして使われています。また、レザリウムというレーザーの光を使う芸術も生まれました。またIC(集積回路)のトリミングをしたり、レーザーによる分光測定で大気中の汚染物質の測定を今まで以上に正確に行うという分野にも使われています。レーザーの干渉しやすい性質を利用してレーザー干渉計という機械で、何百メートルの距離を0.1ミクロンの誤差で測量するという事も出来ます。また、レーザーを使って核融合のための高温を作り出そうという将来の目的のための研究も行われています。この他にも応用分野を挙げればキリがありません。レーザーは使い方さえ誤まらなければ、今後益々いろいろな分野で人間生活に役に立つでしょう。レーザー化社会はもうそこまで来ているのかもしれない。

〈くろだ ひさよし：物理担当〉