

九州の森と林業

No.41

森林総合研究所九州支所

雲仙普賢岳の噴火災害から学んだこと

防災研究室 宮縁 育夫

1. はじめに

わが国には現在、86の活火山があり、古くから多くの火山災害が発生してきました。なかでも私たちの記憶に新しいのは、雲仙普賢岳における噴火災害ではないでしょうか。今回の198年ぶりの噴火活動は、火砕流によって44名の死者・行方不明者を出すなど、周辺地域に多大な被害を及ぼしました。1995年に入って溶岩の流出が停止して、活動終息宣言が出されたものの、土石流などによる土砂災害は今後も続くものと予想されます。これまで防災研究室では、噴火による地形変化や森林被害、土石流の発生状況などについて調査を行ってきました。そこで今回は、雲仙普賢岳の噴火活動と堆積物の特徴についてお話したいと思います。



写真－1 溶岩ドームと火砕流堆積物

2. 1990－95年噴火活動と堆積物

今回の噴火活動は、1990年11月に水蒸気噴火によって始まりましたが、翌年5月20日に地獄跡火口に溶岩が現れ、ドームを形成しました。溶岩ドームとは、粘性の高い溶岩が山頂付近でドーム状の丘となったもの(写真－1)で、普賢岳ではこれまでに13のドームが出現し、活動停止後「平成新山」(標高1,486m)と命名されました。溶岩ドームは成長し、ついに不安定となって崩落して火砕流を発生させました。火砕流とは、高温の溶岩や火山灰とガスの混合物が、主に重力によって斜面を高速で流れ下る現象をいいます(写真－2)。普賢岳では9,400回以上の火砕流が起こり、溶岩ドームの成長・崩落による火砕流の発生というのが、今回の噴火活動の特徴です。火砕流は、その流動が重力によって支配されるために、谷など地形的に低い部分を流れます。堆積物は、普賢岳東斜面のおしが谷、水無川本流や赤松谷などに分布しており、厚さ100m以上も谷を埋めて、かつての地形を大きく変化させました。写真－3は、水流で侵食されて露出した火砕流堆積物の断面です。ドームから崩落した大きな岩塊が乱雑に含まれ、その間を細粒な火山灰が埋めています。堆積物からは

現在も噴気がみられ、約 100℃ の温度を観測しました。表面はかなり冷えていますが、内部には高温の岩塊が今もなお存在しているものと考えられます。



写真-2 斜面を流下する小規模な火砕流



写真-3 大きな岩塊を含む火砕流堆積物

今回の噴火活動における火砕流の中で規模の大きなものでは、火砕サージが発生しました。火砕サージとは、火砕流本体から供給された固体と気体からなる比較的低密度の混合体で地表に沿って乱流状態で流れ広がる現象です。火砕流本体が谷地形を流れ下るのに対し、火砕サージは尾根などの地形的高所にも乗り上げて広がります。1991 年 6 月 3 日に 43 名の死者・行方不明者を出したのも、火砕サージによるものです。火砕流堆積物の間には、しばしば薄い火砕サージ堆積物が認められ(写真-4)、火砕流のような大きな岩塊は含まず、非常に淘汰のよい粒子(0.1 ~ 1mm 程度)からなっています。堆積物の厚さは薄いのですが、かなりの強風を伴

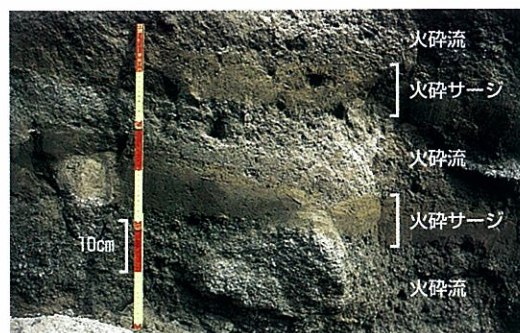


写真-4 火砕サージ堆積物

うため、通過域では多量の倒木がみられます。写真-5 は北東斜面の^{たるき}垂木台地(溶岩ドームから東北東 2.4km) のようすですが、樹木はすべて一定方向に倒れており、どれだけ強い風が到達したか想像できるとおもいます。

また一連の噴火活動によって、普賢岳山麓地域には大量の火山灰が堆積しています。火砕流からは、細粒な火山灰が噴煙として舞い上がり、その噴煙の風下では、火山灰が降り積もります。1991 年 6 月 3 日の火砕流では、熊本市にも多量の火山灰が降下し、さらに宮崎県延岡市においても降灰が観測されました。降下火山灰は主に 0.1mm 以下の細粒な粒子で構成されており、現在も多くの林地斜面に堆積していることが観察できます(写真-6)。噴火開始当初、細粒な火山灰が斜面を被覆することによって浸透能(地表面下に浸透していく水の水の速度)が低下し、土石流が発生しやすい状況となっていました。しかし火山灰の供給が減少するとともに、落葉が混入したり、植物の根系発達、土壤動物の活



写真-5 火砕サージによる多量の倒木

動等によって多くの隙間が形成されて、浸透能は回復しています。



写真-6 林地に降り積もった火山灰層

1991年以来、豪雨に伴って数多くの土石流が発生しました。土石流とは、土砂が水と一体となって流下する現象で、古くから山津波とも呼ばれています。不安定土砂の多い火山地域で頻繁に発生することから火砕流と混同されることが多いのですが、降雨時の水流によって起こるという点が異なります。土石流は普賢岳東側の水無川下流域などに氾濫堆積して多くの家屋に被害を与えました(写真-7)。土石流堆積物は、火砕流堆積物と非常によく似ていて区別できないこともしばしばあります。しかし、火砕流よりもやや円い礫や生木を含むこと、水流によって細粒土砂が取り除かれていることなどの特徴があります。



写真-7 土石流によって埋められた家屋

3. 雲仙火山における過去の噴火活動

噴火開始当初、溶岩流出が懸念されており、雲仙火山での火砕流発生危険性を予測できた人はほとんどいませんでした。それは前回の噴火である1792年に新焼溶岩、さらに1668年に古焼溶岩という溶岩流が発生した記録があったからでした。しかし、最近の地質調査によって、雲仙火山周辺には多くのドーム崩落型火砕流の堆積物が分布していること、さらに今回よりも規模の大きな噴火堆積物も存在することが明らかになってきました。写真-8(普賢岳北東約4km地点の露頭)中央に鹿児島湾北部の始良カルデラから約2万5千年前に噴出したAT火山灰が存在し、その下位に一本松火砕流(妙見岳起源)、上位に礫石原火砕流(普賢岳起源、約1万9千年前)という2枚の堆積物が認められます。どちらも今回の噴火で発生した火砕流と同じタイプの堆積物です。したがって、将来の噴火においても、火砕流発生を想定して防災対策を立てなければならないことがわかります。



写真-8 普賢岳周辺に分布する数万年前の火砕流堆積物

世界有数の火山国であるわが国は、今後も多くの火山で噴火の発生が予想されます。しかし、私たちの火山に対する知識はまだ十分とはいえません。過去の堆積物を丹念に調べて、その火山の噴火の特徴をよく知り、うまくつきあっていくことが私たちに課された使命ではないでしょうか。

DNA 解析とその利用

特用林産研究室 根田 仁・砂川 政英・宮崎 和弘

DNA 解析技術は、既に実用の段階に入ってきました。また PCR 法と呼ばれる目的の遺伝子を増幅する手法が開発されてからは、微量な試料からも簡単に解析できます。必要な機械も普及してきたため、DNA 解析は手軽に行える技術になりました。

1. RAPD 法によるシイタケの系統識別

きのこ類の系統識別を行う場合、きのこの色、大きさ、形などの形態的特性、きのこの発生温度などの栽培的性質、そして菌糸成長の温度特性によって判別しています。ただし、これらの特徴は環境要因で変化しやすく、判断が難しいのが難点です。このため、培養菌糸の対峙培養法、アイソザイム分析による識別も行われてきました。しかし、遺伝的な差異を正確にとらえるには DNA レベルでの系統識別が適当です。

通常の PCR 法は、目的の遺伝子を増幅する反応です。DNA 全体から、特定の塩基配列が並ぶ DNA の部分（増幅目的の DNA の両端）を探し、その中間の部分の DNA をコピーして増幅します。増幅してできた DNA 断片を元にして、繰り返し増幅反応を行うため、1本の DNA からでも数百万本に増やすことができるといわれます。普通は 20 塩基くらいの長さの部分の両端として認識させます。塩基は 4 種類なので、偶然に塩基配列が同じになる確率は 4 の 20 乗分の 1 （約 1 兆分の 1 ）になります。このため、全体が数十億塩基の DNA のうち、他の部分に合致する確率は低く、目的の部分のみが増幅されることになります。

RAPD 法とは、PCR 法を利用した差異の検出法です。この方法では、増幅する部分の両端を 10 塩基くらいで認識させます。DNA 全体の中

で、この 10 塩基と同じ配列を持った部分が存在する確率は、 4 の 10 乗分の 1 （約 100 万分の 1 ）です。すると、この配列を両端に持つ部分が、それぞれ増幅されます。増幅された DNA 断片は、それぞれ長さが異なりますので、電気泳動すると、DNA 断片の長さによって泳動距離が異なるため、増幅した部分の数だけのバンドが確認できます。このバンドパターンは系統によって異なり、系統識別に利用することができます。RAPD 法は簡便で、短時間（1 日）で結果が出るなどの利点があります。すでに動物、植物、きのこなどの多くの生物において実用化されています。

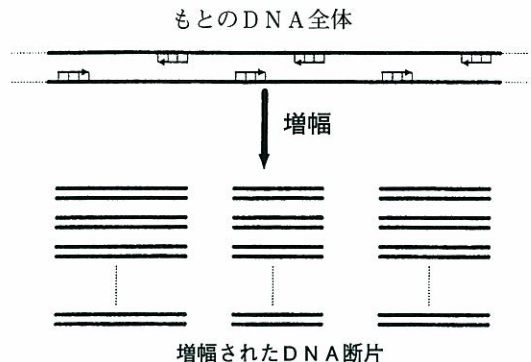


図-1 RAPD 法の概略

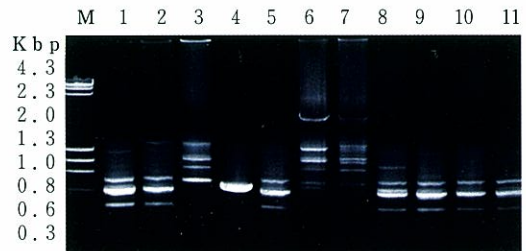


図-2 シイタケの増幅 DNA 断片パターン(A04)

M: λ /Hind III digest - ϕ /Hae III digest 1:北海道
2:長野 3:富山 4:静岡 5:鳥取 6:大分 7:沖縄
8:栽培種1 9:栽培種2 10:パプアニューギニア 11:台湾

2. DNA 解析による菌根の同定

菌根の形態から菌および植物の同定が困難であることは、菌根研究の重大な問題点の一つです。現在東南アジアでは、フタバガキ科樹種の造林が行われていますが、木の成長に菌根の果たす役割が注目されています。そこでDNA解析によりフタバガキ科の菌根を同定する方法を検討しました。



図ー3 フタバガキ科苗畑



図ー4 植栽した木 (*Shorea*) の根元に発生した菌根性きのこ

菌根は、マレーシアの苗畑でポット苗から収集し、水洗後、菌根のホストである苗の新葉とともに約 60℃ で送風乾燥しました。乾燥させた菌根および葉はDNAを抽出した後、PCR法により、植物の葉緑体にあり光合成に関与するリブローズビスリン酸カルボキシラーゼ大サブユニット遺伝子 (以下 *rbcL* 遺伝子) および菌のミトコンドリアにありタンパク質合成に関与する小サブユニットリボソーム RNA 遺伝子 (以下 *msrRNA* 遺伝子) の一部を別々に増幅しました。

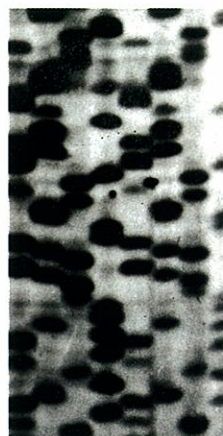
すると、菌根からは *rbcL* 遺伝子と *msrRNA* 遺伝子の両方が、葉からは *rbcL* 遺伝子だけが増幅できました。増幅した遺伝子の塩基配列を調べたところ、菌根と葉の *rbcL* 遺伝子はまったく同じ配列でした。菌根の *msrRNA* 遺伝子は、これまでに塩基配列の知られている菌とは、一致しませんでした。しかし塩基配列の類似度から、担子菌類であることは判明しました。さらに菌のDNAの調査が進めば、種が特定できるでしょう。



1 2 3 4 5 6

図ー5 PCR 法による、葉と菌根からの遺伝子増幅

- 1:100Base - Pair Ladder
- 2: *Hopea nervosa* 菌根, *msrRNA* 遺伝子
- 3: *Hopea nervosa* 葉, *msrRNA* 遺伝子は無い
- 4: *Hopea nervosa* 菌根, *rbcL* 遺伝子
- 5: *Hopea nervosa* 葉, *rbcL* 遺伝子
- 6:100Base - Pair Ladder



ACGTACGT

図ー6 葉と菌根からの *rbcL* 遺伝子の塩基配列の比較

- 左4列: *Hopea nervosa* 葉
- 右4列: *Hopea nervosa* 菌根

きのこシリーズ(12)

テングタケ

テングタケのなかまは、毒きのことして有名で、1本食べれば死んでしまう種類もあります。特に赤い傘に白いイボのあるベニテングタケは、毒々しい外観から毒きのこの代表格とされています。ただしベニテングタケやテングタケの毒は、それほど強くはありません。むしろ全体が白いドクツルタケやシロタマゴテングタケの方が猛毒で、毎年のように死者が出ています。テングタケのなかまには食用のきのこもありますが、見分け方が難しいので、食べるのは遠慮しておいた方が良いでしょう。

テングタケは、褐色の傘の表面に白いイボが並んでいます。また柄の根元にも同様のイボがあります。テングタケのきのこが小さい時は、白い膜で全体が被われていました。その膜が、成長と共に破れて粉々になり、傘の表面と柄の根元に残ったのです。

ベニテングタケは、日本では中部以北の冷涼な地域でしか見られませんが、テングタケは九

州にも生息し、夏から秋に各種の林に発生します。テングタケは、樹木の根に寄生しており、根から養分をもらって生きています。このような生態を持つきのこは、マツタケ、ハツタケ、ホウキタケなど多くの種類があります。いずれも人工栽培は困難です。

テングタケをハエトリタケの方言でよぶ地方があります。毒成分のイボテン酸は、殺ハエの作用もあり、ハエ取りに利用できるそうです。



写真ー1 テングタケ、1997年7月3日
森林総合研究所九州支所構内

連絡調整室から

九州地区林試協の平成9年度春季場所長会議が5月22～23日、熊本県入吉市および球磨村で開かれ、各機関の8年度の主要研究成果および9年度の研究課題等について紹介、討議されました。また、8年度の研究功労賞を佐賀県林試の灰塚敏郎氏と鹿児島県の村本正博氏が受賞されたことが紹介されました。

今後の会議等の開催予定

- 1) 九州地区林試協研究担当者会議
日時：平成9年9月2日(火)～9月4日(木)
12:00まで
場所：熊本厚生年金会館
- 2) 森林総合研究所九州支所研究発表会
(テーマ：九州支所における国際研究)
日時：平成9年9月4日(木)13:15～16:20
場所：熊本厚生年金会館

3) 秋季場所長会議

日時：平成9年9月24日(水)～9月25日(木)
場所：森林総合研究所九州支所

4) 林業研究推進九州ブロック会議

日時：平成9年10月14日(火)
場所：熊本厚生年金会館

九州の森と林業 No.41 平成9年9月1日

編集 農林水産省 林野庁

森林総合研究所九州支所

〒860 熊本市黒髪4丁目11番16号

TEL (096) 343-3168

FAX (096) 344-5054

URL=<http://fkuma.ffpri-kys.affrc.go.jp/>