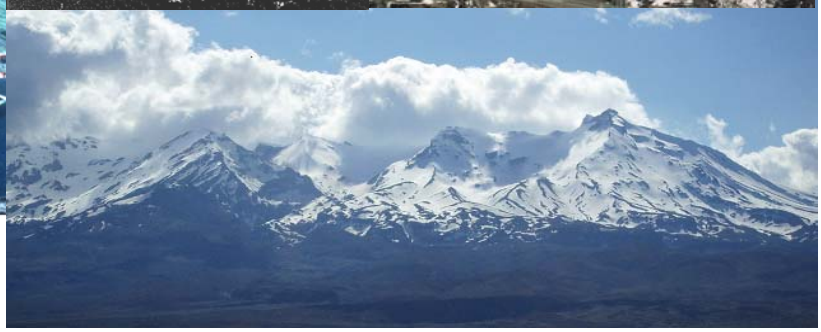
文部科学省防災教育支援推進プログラム
「防災教育支援事業」

防災教育教材集

（火山防災編）



2010年3月発行

目次

この本の使い方　1
地球のなりたち　2
地球表面のなりたち　3
日本のなりたち　4
日本の火山　5
北海道の火山　5
自然界ではどんな災害がおきるのか？　6
日本の火山地域でおきた自然災害　10
世界の火山地域でおきた自然災害　17
火山活動で変わる大地　18
　(1)火口湖の決壊　19
　(2)火口湖の決壊による火山泥流　20
　(3)火山泥流の氾濫　21
　(4)火山泥流による大地の変化　22
　(5)火砕流　23
　(6)土石流　23
火山の災害観測　24
土砂災害　26
土砂災害のあとはどうなるのか？　34
災害から人命と社会を守るために　39
　(1)減災社会をつくるには　39
　(2)人の住み方　43
　(3)機関情報と住民情報の共有　46
　(4)機関連携から住民・機関連携へ　49

この本の使い方

この本は、「防災教育教材集」（火山防災編）と名付けていますが、中身は火山災害や防災について体系立てて解説したものではありません。むしろ、小学校や中学校の生徒や一般の方々に火山災害や防災について話す際に、その資料や教材として部分的に抜き取って利用いただけることを目的としています。

自然災害への対策には、（１）災害の予知予測、（２）災害の軽減、（３）災害の修復、という３つのプロセスがあります。そこで、資料集全体の構成として、「地球のなりたち」から始まり、火山活動はいつどこで起こるか、火山活動に伴う災害とはどんなものか、どんな被害があるのか、災害後の修復はどうするのか、災害への準備や対策はどうするのか、の順番に並べてあります。

いまは、インターネットが普及しているので、いろいろな写真や情報はコンピューターを使ってダウンロードできます。それで、ここでは私たちの手持ちの資料や、自作の図版や、研究成果や、そのためのオリジナルの写真など、インターネットでは得られない情報ばかりを掲載しています。したがって、資料は、かならずしも関連する事柄を網羅しているわけではありません。しかし、オリジナルな図や写真ばかりですので、普段は目にしない情報もたくさん含まれています。解説は、極めて簡単にし、小中学校の先生方や講演者が、ご自分で自由に説明されることを期待しています。

この教材集は、文部科学省防災教育支援推進プログラム「防災教育支援事業」によって行った事業の成果のひとつです。このプログラムは、防災の要は教育にあり、という立場からさまざまな防災教育の試みに援助するものです。私たちも協議会を作り、北海道という場での火山防災教育について２年間取り組んできました。その成果については、下記のホームページに掲載されています。ぜひ、こちらも御一覧いただけるようお願いいたします。

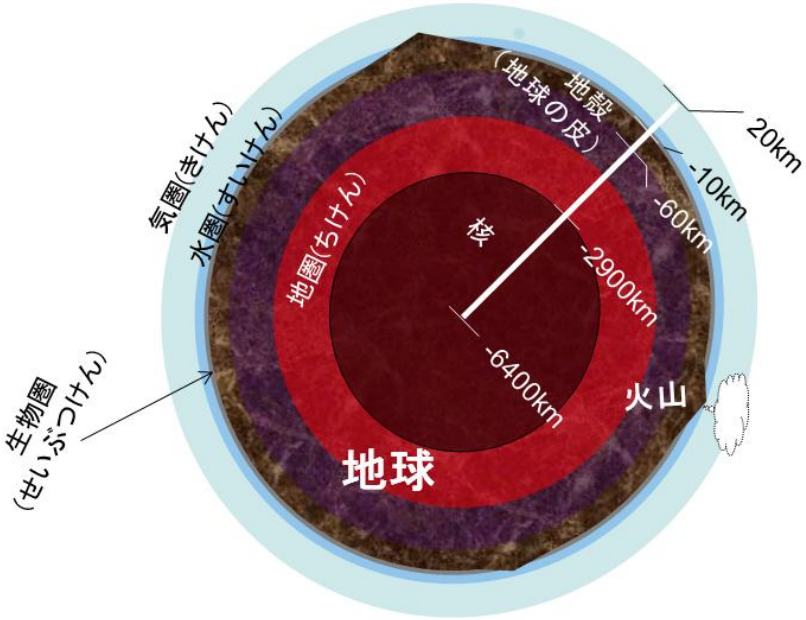
http://www.agr.hokudai.ac.jp/formac/sabo/

また、北海道大学大学院農学研究院の流域砂防学研究室と上富良野西小学校、洞爺湖温泉小学校、壮瞥中学校の間には WEB カメラで結ばれ、常時質問できるサテライトシステムを引いています。このシステムを利用する際にも、教材集を役立てていただければ幸いです。

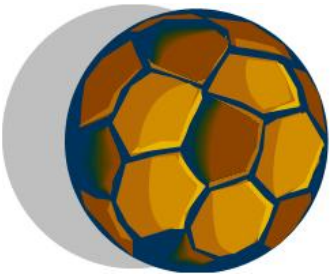
2010 年 3 月　北海道大学大学院農学研究院流域砂防学研究室　丸谷知己

地球のなりたち

地球は大きく分けて気圏(きけん)、水圏(すいけん)、地圏(ちけん)からできている。そこに、われわれが住む生物圏(せいぶつけん)があとから加わった。地圏の深さは、だいたい地球の半径と同じ6400km ある。その中身は、地球の皮に当たる地殻(ちかく)と、その中のかたい岩石と、さらに岩石がドロドロに溶けた核(かく)からできている。



【質問】地球表面は、みかんとサッカーボールのどちらに似ているだろうか？

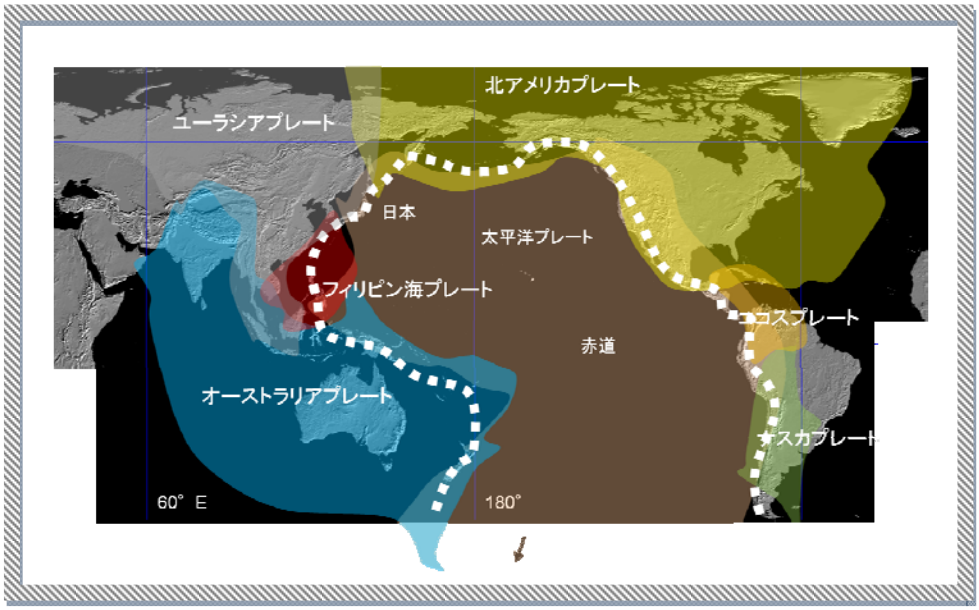


【答え】サッカーボール

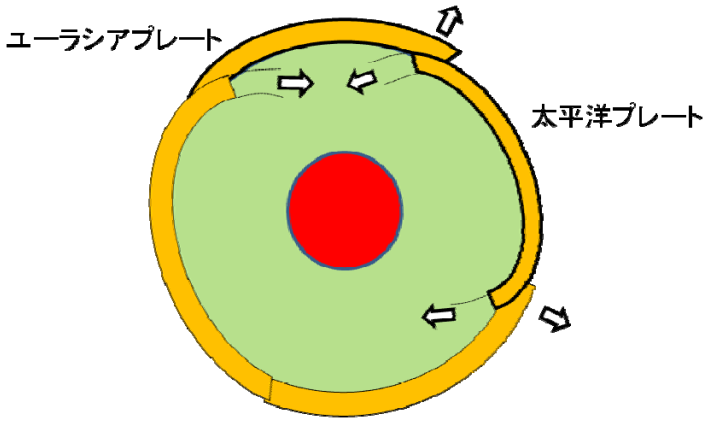
地球の中はみかんのようになっているが、地球の表面はみかんのように 1 枚につながった皮で包(つつ)まれているわけではない。地球の表面は、サッカーボールのように何枚(なんまい)もの皮がはり合わされてできている。そして、これらの皮は張り合わされてじっとしているのではなく、いつも伸(の)びたり、縮(ちぢ)んだり、ときには動きまわっている。

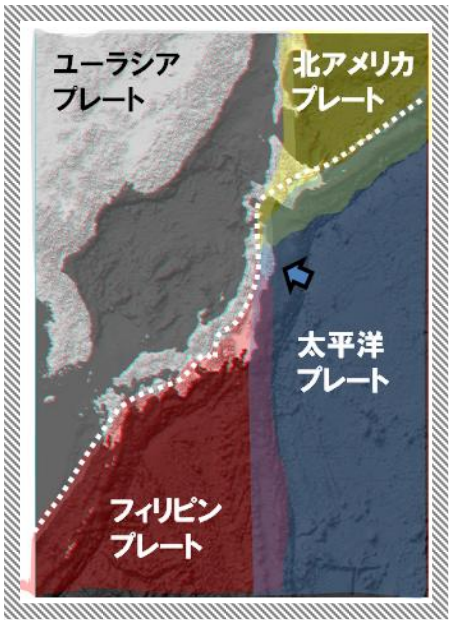
地球表面のなりたち

地球の表面は何枚もの皮が張り合わされているが、それぞれの皮のことをプレートといい、プレートにはみな名前がついている。たとえば、太平洋を取り囲むプレートは北アメリカプレート、ユーラシアプレート、オーストラリアプレート、フィリピン海プレートなどである。それらの真ん中に、太平洋プレートという大きな 1 枚の皮がある（下の図）。



太平洋プレートは今もどんどん広がっていて、そのため周りを取り囲むプレートとぶつかり、ぶつかったところは盛り上がり、白い破線（はせん）のような山脈（さんみゃく）となる。太平洋プレートは、さらに広がってほかのプレートの下にもぐりこんでいる（下の図）。





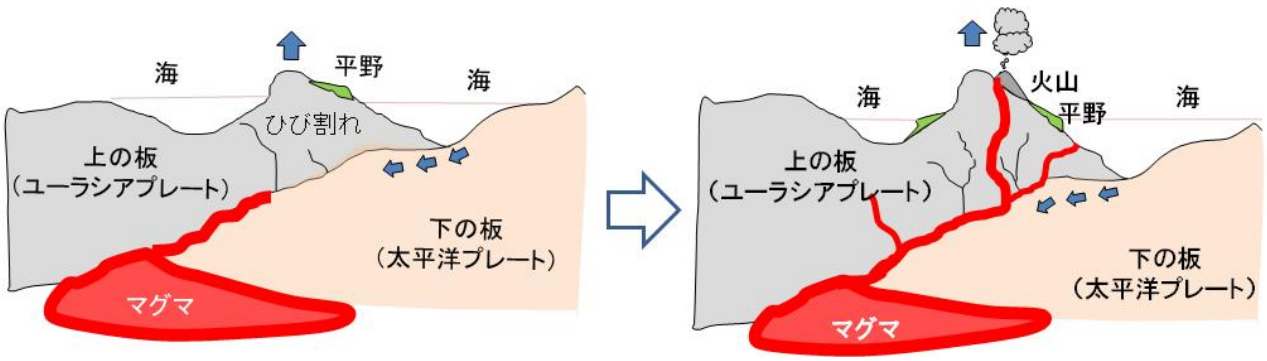
つぎはぎだらけの地球の表面だが、日本はどのへんにあるのだろうか？日本は、ちょうど4枚のプレートの「つなぎ目（図の破線）」の真上にある。

4枚のプレートとは、北アメリカプレート、ユーラシアプレート、フィリピン海プレート、そして太平洋プレートである。太平洋プレートは、毎年少しずつ広がっているために、他の3枚のプレートの下に潜り込んでいく。そのために、この「つなぎ目」の真上にある日本では、地震や火山活動がよく起こる。

日本のなりたち

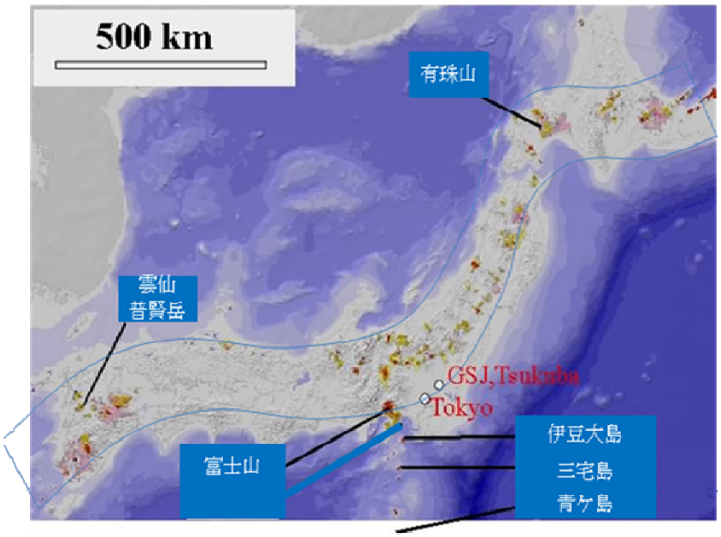
「つなぎ目」のところで太平洋プレートが他の3枚のプレートの下に、潜り込んでいるため、その境目付近ではプレートが無理やり押されているので、あちこちにひび割れができている。

地球の中には熱く溶けたマグマがあるので、このマグマが、ひび割れを伝わって上ってくる。そして、最後にはとうとう地表面をつきやぶって、飛び出す。これを、火山噴火という。



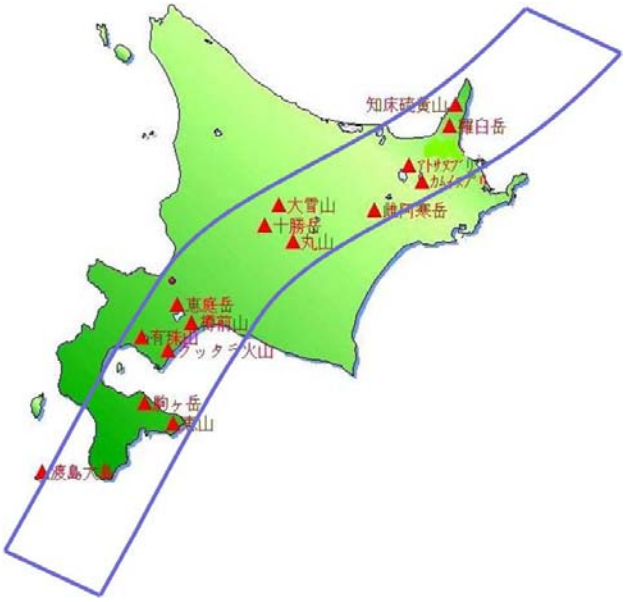
日本の火山

日本には活発に活動している火山が、現在 80 以上ある。



北海道の火山

北海道にもたくさんの火山があり、とくに青く囲んだ範囲（はんい）にはいまも火山活動をしている火山が集中している。



【質問】どうして、この範囲に活発な活動をする火山が分布するのだろうか？

【答え】これまでのおさらいです。

自然界ではどんな災害がおきるのか？

日本の国土は地球上の陸地面積のわずか 0.25%を占め、世界の人口の 1.9%が居住しているが、自然災害は多岐にわたり被害が特に大きい特徴を持つ。日本で起こる地震回数は世界全体の 20.7%であり、活火山の数は同じく 7.0%を占めている。そのような自然環境にありながら、防災対策の歴史的な進捗と国民の備えのおかげで、災害による死者は全世界の 0.4%にとどまっている。一方で、日本の災害被害額は世界中の被害額の 13.0%を占めるといわれている。

また、日本の国土の 2/3 が山地で占められており、国土の 10%に当たる沖積平野に人口の半分、資産の 3/4 が集中している。その上、その沖積平野が最も洪水氾濫被害を受けやすい。

洪水氾濫の一つの事例として、1981 年の石狩川洪水の状況を紹介する。石狩川は 14,330km^2 の流域面積を持つ日本で 2 番目に大きな河川であり、1981 年 8 月には 282mm の流域平均雨量が降ったため、614 km^2 の区域が浸水した（写真－1，2）

写真－1　1981 年石狩川洪水による堤防決壊

写真－2　1981 年石狩川洪水氾濫

また、1981 年 8 月下旬には再度、豪雨が石狩川流域の下流部を襲い、札幌市の南区では住宅地に土砂が氾濫(はんらん)する災害が発生した(写真－3, 4)。

写真－3　1981 年豊平川流域の土砂災害

写真－4　1981 年の豊平川流域の土砂災害(渓流が土砂で埋塞、氾濫)

2003 年には沙流川流域などで激甚な洪水災害が発生した。写真－5～9 で示すように、沙流川上流の支流では各所で堤防波堤、溢水氾濫し、洪水流や流木によって橋梁が破壊され、住宅地が浸水した。

写真－5　2003 年洪水被害　沙流川水系貫別川（堤防を越えて溢水氾濫）

写真－6　2003 年洪水被害　沙流川水系額平川

写真－7　洪水で流下してきた流木で埋まった沙流川の二風谷（にぶたに）ダム

写真－8　2003 年沙流川流域の豪雨による土砂流出（額平川中流）

写真－9　2003 年沙流川流域の豪雨による土砂流出（宿主別川（しゅくしゅべつかわ））

日本の火山地域でおきた自然災害

有珠山では 1663 年噴火以降、おおむね数十年ごとに噴火が起きており（表—1）、そのたびに災害が発生している。

表—1　有珠山の噴火史

［有珠山の噴火史］

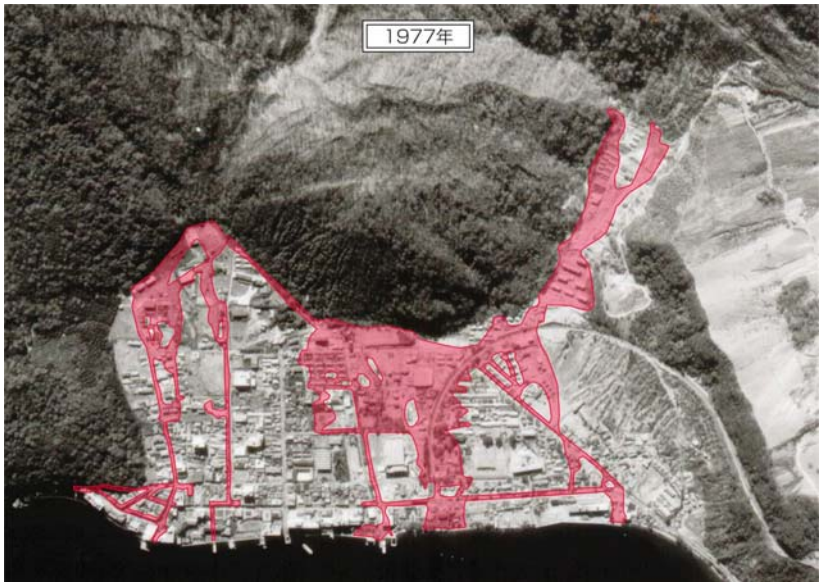
期	噴火年代	噴火間隔	前兆地震の始まった日	噴火地点	噴出物	生じた山体等	災害その他
外輪山形成期	1.5万～2万年前			山頂	有珠成層火山溶岩	成層火山	
				東麓	ドンコロ山スコリア	ドンコロ山スコリア丘	
	7.000～8.000年前			山頂	善光寺岩屑なだれ	馬蹄型火口	山体崩壊により流れ山地形形成
休止期		数千年					
新期活動	1663年（寛文3）		3日前	山頂	降下軽石 降下火山灰・火砕サージ	小有珠	大量の火砕物降下で家屋埋積・焼失・死者5名
	17世紀末				降下火山灰・火砕サージ		（2000年噴火の後に行われた地質調査によって、火山噴出物が新たに見つかったことから、17世紀末ごろに噴火があったことが分かりました。）
	1769年（明和5）		地震発生期間不明	山頂	降下軽石・火山灰 明和火砕流		火砕流で南東麓の家屋火災
	1822年（文政5）	52年	3日前	山頂	降下軽石・火山灰 文政火砕流	オガリ山	火砕流で南西麓の1集落全焼、死者103名、負傷者多数、集落移転
	1853年（嘉永6）	31年	10日前	山頂	降下軽石・火山灰 嘉永火砕流	大有珠	住民避難、赤く光るドーム出現
	1910年（明治43）	57年	6日前	北麓	降下火山灰 火口噴出型熱泥流	明治新山	火砕物降下で山林・耕地に被害、火口噴出型熱泥流で死者1名
	1944-45年（昭和19-20）	34年	半年前	東麓	降下火山灰・火砕サージ	昭和新山	火砕物降下・地殻変動で災害、幼児1名窒息死
	1977-78年（昭和52-53）	33年	32時間前	山頂	降下軽石（・噴石） 降雨型泥流・火砕サージ	有珠新山	火砕物降下・地殻変動・泥流で市街地・耕地・山林等に被害、降雨型泥流で死者・行方不明者3名
	2000年（平成12）	23年	3日前	西麓	降下軽石・火山灰 火口噴出型熱泥流 火砕サージ		地殻変動、火口噴出型熱泥流、噴石により国道230号、道央道、鉄道、市街地建物に被害、死者・負傷者なし

1977 年には山頂噴火がおこり、高さ一万メートルにも達する噴煙が上り、莫大な量の火山灰を降らせた（写真－10）。有珠山周辺では、火砕流、火砕サージ、降下火砕物、地殻変動による多大な被害が発生した。地殻変動によって有珠山北麓の 236 戸が被災し、そのうち 74 戸が全壊した。

写真－10　1977 年有珠山噴火

1977 年噴火により噴出した火山灰は山麓斜面を覆いつくし、降雨は地山に浸透しづらくなり、谷に集まった流水が一気に斜面を侵食して、泥流を発生させた。1978 年 8 月には洞爺湖温泉街に大規模な泥流が発生し、2 名が死亡し、1 名が行方不明となった（図－1，写真－11，12）。

写真－11，12　1978 年洞爺湖温泉街の泥流災害



図－1　1978 年洞爺湖温泉街を襲(おそ)った泥流

有珠山は 2000 年 3 月 31 日に再び噴火した（写真－13，14）。この時は、洞爺湖温泉街に非常に近い位置に噴火口(ふんかくこう)が形成されたが、3 月 27 日から観測された火山性地震などを前兆現象としてとらえ、迅速な非難が行われたため、人的被害は全くなかった。

写真－13　2000 年有珠山噴火

写真－14　2000 年有珠山噴火

2000 年 4 月には金比羅火口(こんぴらかこう)から熱泥流(ねつでいりゅう)が流れ出し、1978 年泥流発生後に建設された流路工(りゅうろこう)をから溢(あふ)れだし、住宅地を襲(おそ)った（図－2，写真－15，16）。

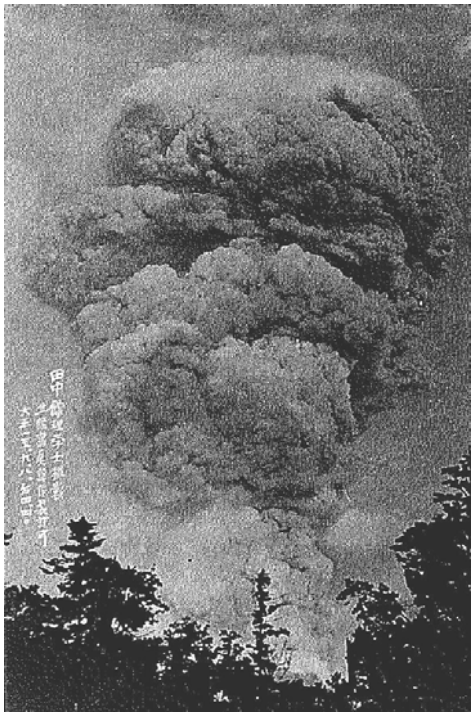
図－2　2000 年有珠山噴火による泥流被災地域（ひさいちいき）

写真－15, 16　2000 年噴火による熱泥流被害

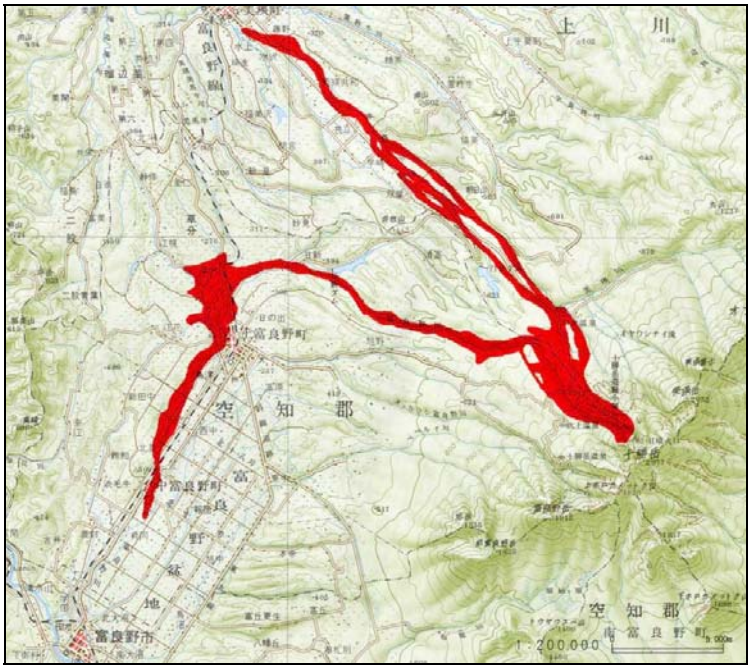
十勝岳においては、7回の噴火が記録されている（下の表）。

安政4(1857)年	十勝岳噴火	4月27日に噴火活動を開始。翌年5月23日に火柱が上がるのを確認
明治21(1888)年	十勝岳噴火 (周期：31年)	1887年から活動が始まり、常に黒煙を噴出
大正4年7月21日～ 7月26日	寒冷前線の停滞による集中豪雨	総雨量は111mm（旭川） 住家の流出崩壊は37戸、破損21戸、浸水520戸、死者55名、負傷者1名
大正15(1926)年5月24日	十勝岳噴火による大規模泥流 (周期：38年)	死者・行方不明　美瑛村（当時）7名、上富良野村（当時）137名、計144名
昭和29年9月26日～ 9月27日	洞爺丸台風	北海道全域で人的被害1,600名余り、家屋被害5,987戸、田畑被害297,370ha、大雪山系の森林に大量の風倒木発生
昭和37(1962)年6月29日	十勝岳噴火 (周期：36年)	噴火により、採掘現場宿舎にいた鉱山作業員5名が死亡、大正火口での硫黄の採取が中止される 白金温泉の観光客が自衛隊の誘導で避難
昭和63(1988)年12月16日	十勝岳噴火 (周期：26年)	小規模な水蒸気爆発が始まり、火砕サージが発生 翌年3月5日まで合計21回の噴火を繰り返した 白金地区に避難命令が出された(4ヶ月間)

1926年十勝岳噴火時には大規模な泥流が発生し、美瑛川と富良野川筋に分かれて流下し、144人が犠牲になった（写真－17，図－3）。この泥流は大正泥流と呼ばれ、上富良野町は泥の海となった（写真 18～21）。



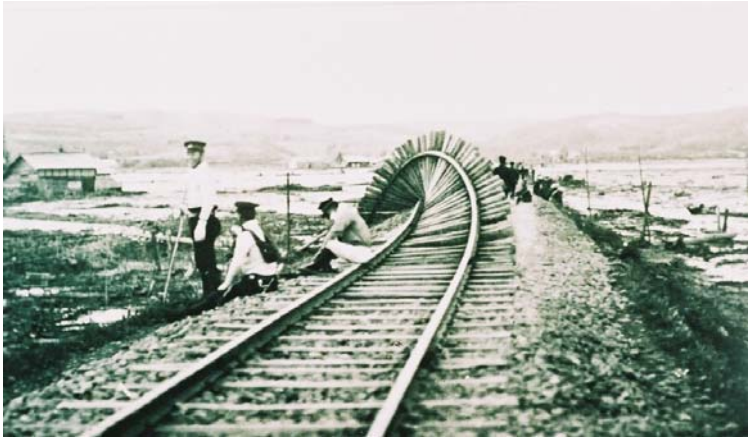
写真－17　1926年十勝岳噴火



図－3　1926年十勝岳噴火による大正泥流

写真－18　1926 年大正泥流後の山腹の荒廃状況

写真－18　1926 年大正泥流に埋まった上富良野町



写真－20　大正泥流による鉄道の破壊状況

写真－21　大正泥流で運ばれてきた流木堆積

十勝岳は 1988 年にも噴火したが、大きな災害には至らなかった。積雪期における火砕サージを伴う噴火であったため、泥流の恐れがあるとして、白銀地区の住民は 4 ヶ月間避難した。

写真－22　1988 年十勝岳噴火

世界の火山地域でおきた自然災害

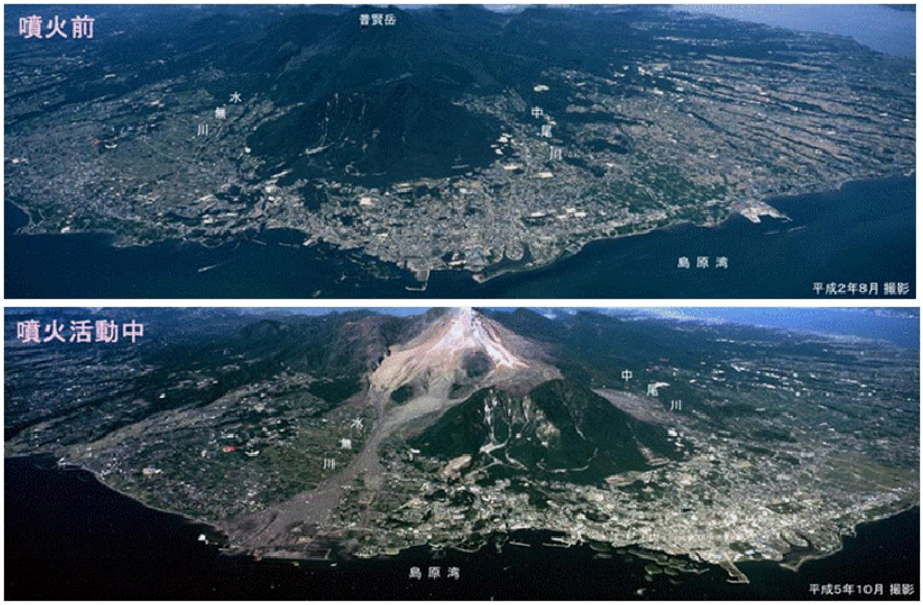
1,700年以降(いこう)に1,000人以上の死者を出した世界の火山災害を下の表に示した。火山はとても危険な場所であることを忘れてはならない。最近の300年間に大規模(だいきぼ)な火山災害で死んだり、行方不明(ゆくえふめい)になった人は16万人にものぼる。

火山, 国	年	火砕流	土石流洪水	噴石	津波	ガス	飢饉疫病
アウ、インドネシア	1701	3,000					
渡島大島、日本	1741				1,475		
マキアン、インドネシア	1760		2,000				
パパンダヤン、インドネシア	1772		2,957				
ガマラマ、インドネシア	1775	1,300					
マキアン、インドネシア	1760		2,000				
ラキ、アイスランド	1783						9,350
浅間、日本	1783	447	1,044				
雲仙、日本	1792				15,188		
マヨン、フィリピン	1814	1,080	120				
タンボラ、インドネシア	1815	9,000			1,000		82,000
ガルングン、インドネシア	1822	3,610	401				
ネバド・デル・ルイス、コロンビア	1845		1,000				
アウ、インドネシア	1856	2,806					
マヨン、フィリピン	1875		1,500				
クラカタウ、インドネシア	1883	1,820			34,597		
リター、パプアニューギニア	1888				3,000		
アウ、インドネシア	1892	1,150	382				
スフリエール、セントヴィンセント	1902	1,680					
モン・プレー、マルティニーク	1902	28,000					
モン・プレー、マルティニーク	1902	1,500					
サンタマリア、グァテマラ	1902	1,200				300	3,000
タール、フィリピン	1911	1,068			267		
クルート、インドネシア	1919		5,110				
メラピ、インドネシア	1930	1,369					
ラミントン、パプアニューギニア	1951	2,942					
アグン、インドネシア	1963	820	165	163			
エルチチョン、メキシコ	1982	1,708	49	122			
ネバド・デル・ルイス、コロンビア	1985		23,080				
ニオス湖、カメルーン	1986					1,700	

(UNDRO,1985;シムキンら,1994参照、Copyright: Institute for Fire safety & Disaster Preparedness, All Right Reserved)

火山活動で変わる大地

下の写真は九州の長崎県にある島原半島の雲仙普賢岳の噴火前と噴火後の写真である。これを見て、火山の活動（噴火、火砕流、土石流など）によって、大地がどのように変化したか見てみよう。

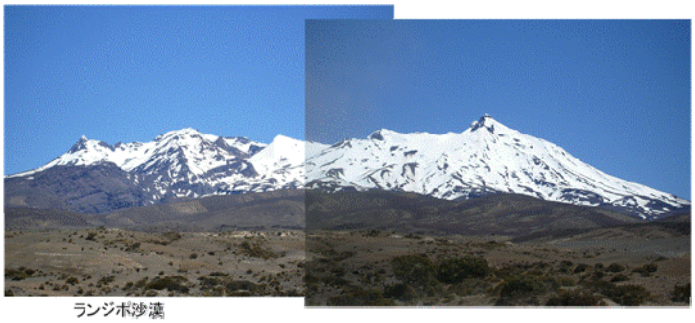


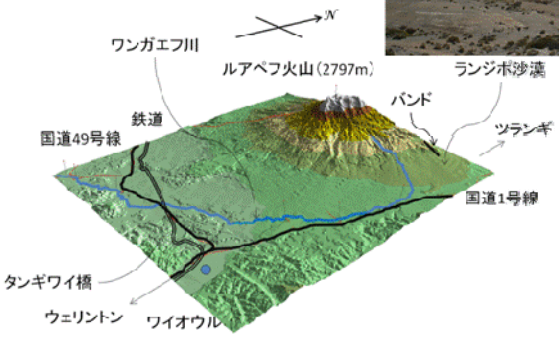
下の図の①～⑤の場所を比較してみよう。

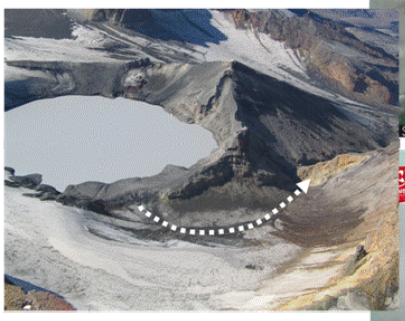
（国土交通省雲仙復興工事事務所ホームページより引用）

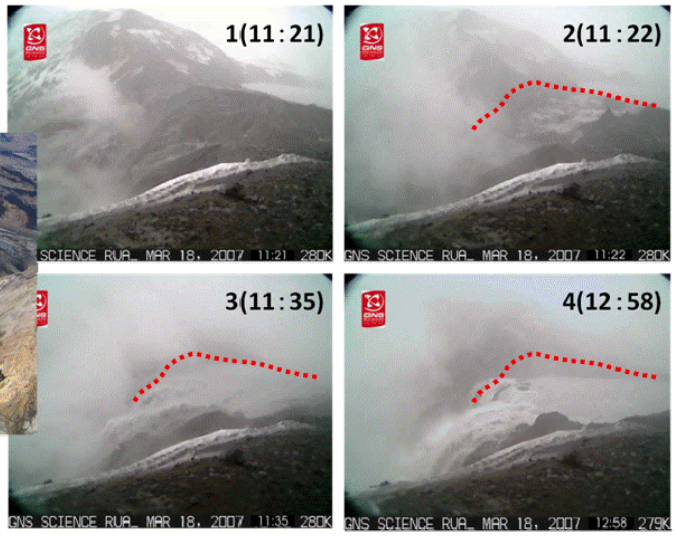
（1）火口湖の決壊

ニュージーランド北島のルアペフ火山では、2007 年に山頂近くにある火口湖が決壊して、大規模な泥流が発生した。









火口湖決壊の瞬間

【11:21】右端に火口湖が、中央部には黒い河口壁が見える。

【11:22】火口壁が消なくなり（赤い破線）、湖水が流出し始めている。

【11:35】 火口湖の湖水が激しく流出している。

【12:58】火口湖の壁は完全に消え去っている。

（2）火口湖の決壊による火山泥流

観測塔（かんそくとう）に襲（おそ）いかかる火山泥流（ラハール）

写真下段
【12:27】は、ラハールの先頭部が観測塔に衝突する直前 30 分前。
【13:09】は、ラハールが観測塔に衝突した瞬間。

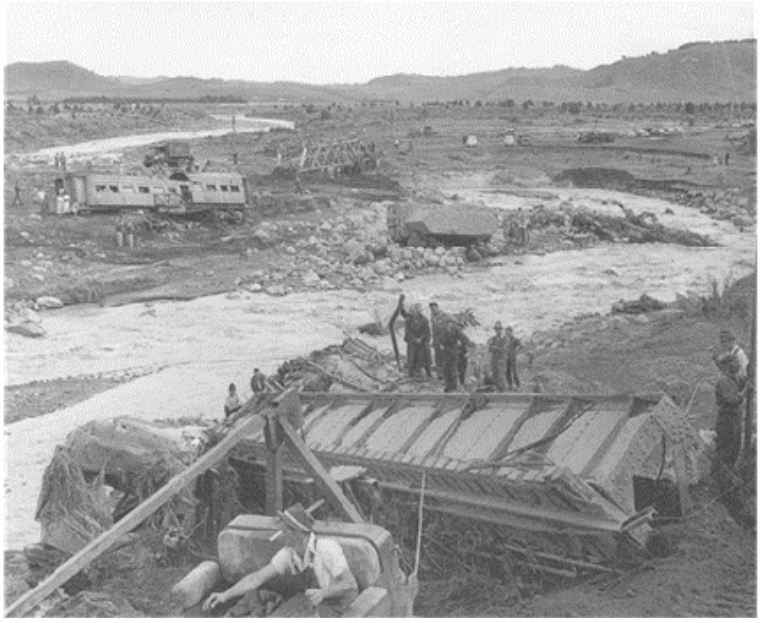
自動観測カメラが撮ったラハール氾濫の瞬間

【12:32】ラハールが来る 1 時間前の川（左）と林道（右）
【13:35】ラハールが到達して川の水位が上がる
【13:49】川はあふれ横を走る林道も川となっている
【13:55】川と林道の境目がなくなり一帯が濁流にのまれる
【14:08】最大水位のとき
【15:59】ラハールは急速に過ぎ去り、急速に水位は下がるがすべて泥に覆われている

（3）火山泥流の氾濫

ニュージーランドのルアペフ火山では、1953 年 12 月にも火口湖の決壊によって火山泥流が発生した。火山泥流は途中でいろいろなものを巻き込んで 400km 先のタスマニア海まで流れ続けた。火口から 40km 離れた場所では、鉄橋を破壊して、走っている汽車を丸ごと飲み込んだ。この事故により、151 人もの人が亡くなった。

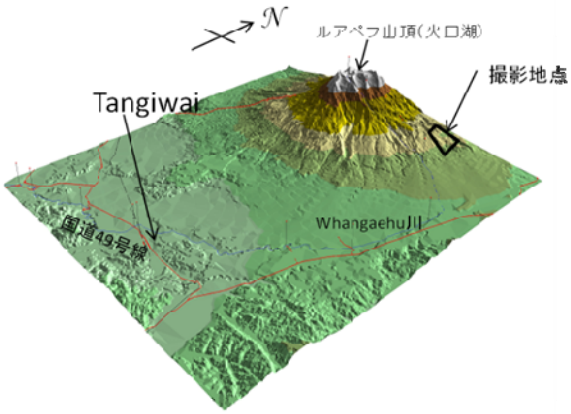
（Copyright: New Zealand Herald）

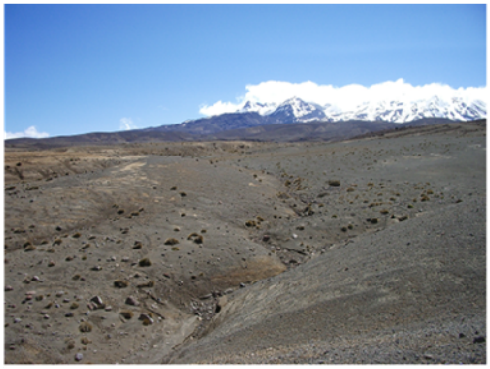


（Copyright: New Zealand Herald）

（4）火山泥流（かざんでいりゅう）による大地の変化

火山泥流は、流れた跡を泥で埋め尽くし、乾燥すると沙漠化する。この沙漠に植生が生育するには、その後数 100 年かかる。





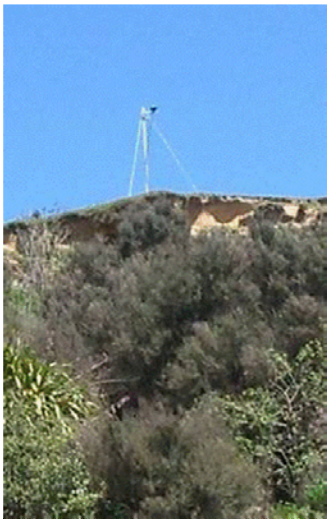
(5)火砕流（かさいりゅう）

（国土交通省雲仙復興工事事務所ホームページより引用）

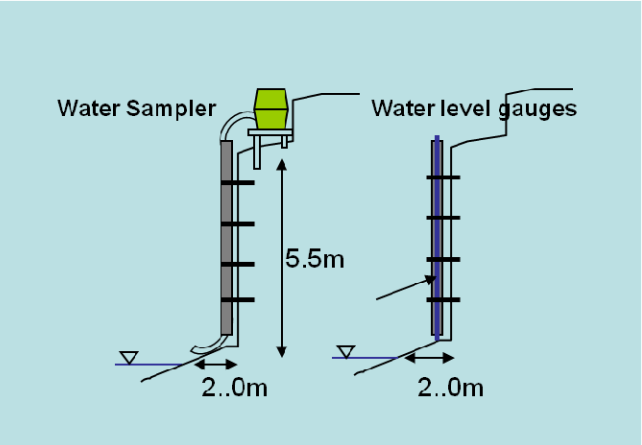
(6)土石流（どせきりゅう）

（国土交通省雲仙復興工事事務所ホームページより引用）

火山の災害観測



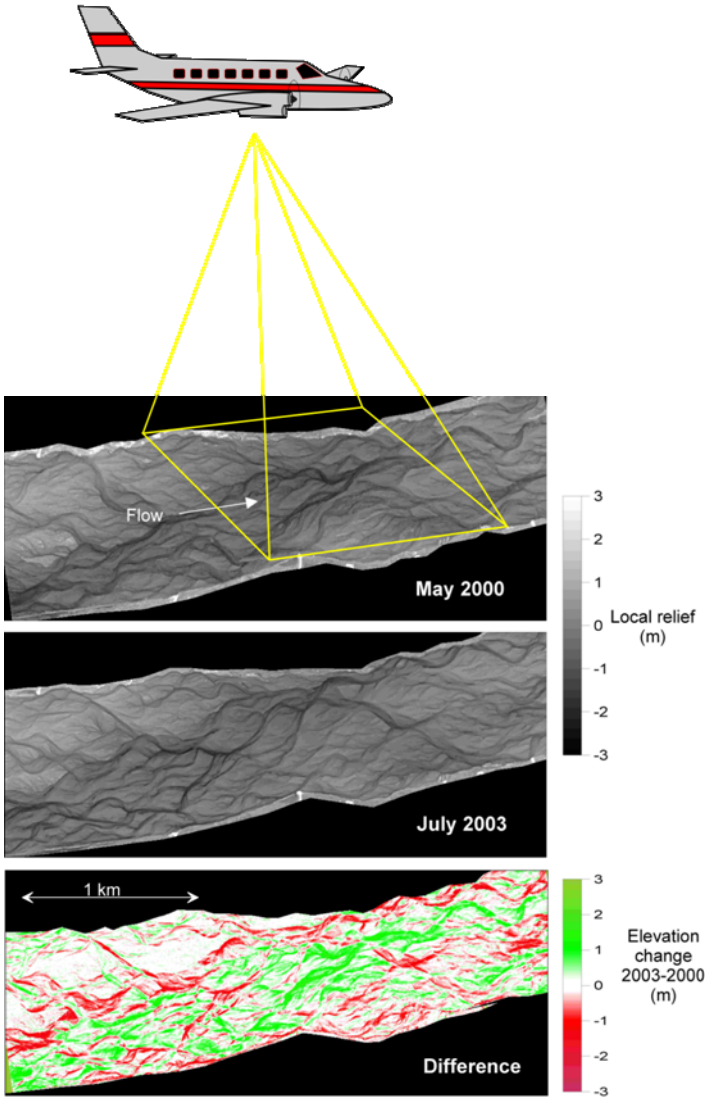
観測用のビデオカメラを設置している。火山から流れてくる土砂や水を、このカメラで常に撮影して監視している。



火山から流れ出る川には、水位計と採水装置が設置されている。これらによって、泥流や土石流が発生したとき、それがどのような流れかを知ることができる。また、下流の住民にいち早く土石流などの発生を知らせることもできる。

火山噴出物の現地調査

さまざまな原因で地上に堆積(たいせき)した火山の噴出物は、水平な層(そう)をなしている。これを調べることによって、これまで火山がどんな活動(かつどう)をしてきたかを知ることができる。



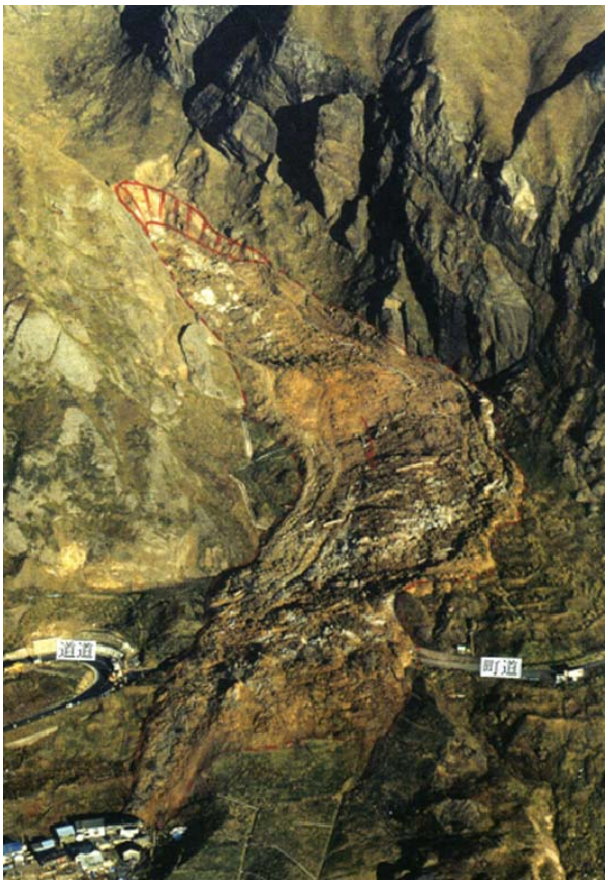
航空レーザー測量

航空機(こうくうき)からレーザー光線を地表面に向けて発射(はっしゃ)し、その反射(はんしゃ)した光から、地表面の形や凹凸がわかる。

日ごろから、このような測量(そくりょう)を行うことによって、災害の前と後での地表面の変化を知ることができる。また、さまざまな災害前後の変化が読み取れる。

土砂災害

火山周辺では、さまざまな土砂災害が起こる。



①地すべりによる被害

地すべりは、地質(ちしつ)によっておこりやすい場所がきまっている。また、すべり面という明瞭(めいりょう)な境目(さかいめ)から上の部分がすべる。下の写真で、ちょうど真ん中あたりを上から下にかけて地すべりが見られる。地すべりは、道路を完全に埋め尽くし、住宅地にせまっている。

②家屋の被害

火山活動や豪雨によって地盤(じばん)が動くと家屋や建物は簡単に歪(ゆが)み倒壊(とうかい)する。地震のような揺れには耐えられても、土砂や水の力には勝てない。

③道路の被害

道路は、大地の上を這(は)う「線」である。線は、くまなく延(の)びているので、かわが道路を横切る機会(きかい)が非常に多く、災害にはとくに弱い。

上は、土砂はあふれて道路に沿って土砂が氾濫(はんらん)した後である。

真中は、洪水時に川が氾濫し、溢(あふ)れた濁流(だくりゅう)が道路に沿ってながれ、まわとは全く別の場所でどうろから流れ落ちている。

下は、建設中(けんせつちゅう)の道路が、地滑りによってくずれズタズタになったところである。

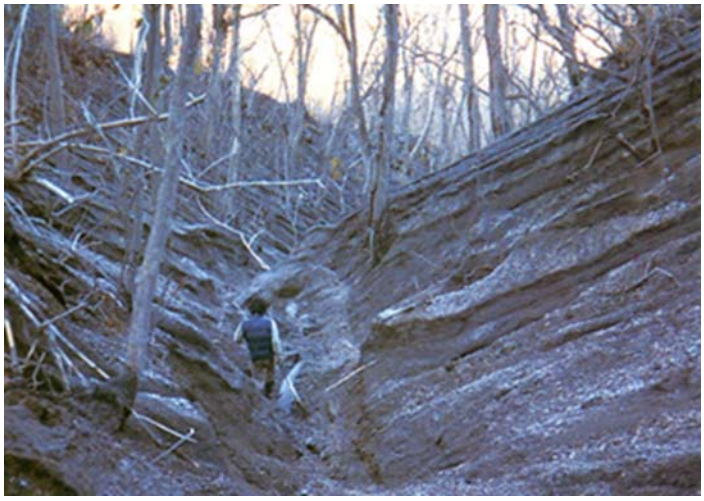
④町や村の被害

下流部では、水や土砂は面として広がり、広い範囲を流れたり土砂を堆積(たいせき)させたりする。町や村では、広く平らな場所が多いので、溢(あふ)れた水と土砂が町や村に達すると、全体に広がってしまう。

⑤河川の被害

河川は、とくに水や土砂の流下経路となるので、浸食（掘れる）や堆積（溜まる）にさらされ、災害にあいやすい。川にかかる橋が、流れてきた土砂や流木で壊れたり、川岸の森は土砂や流木で倒れたりして、災害を大きくすることもある。

⑥山地の被害



火山に近い山地では、火口から噴出(ふんしゅつ)した大量(たいりょう)の火山灰が堆積(たいせき)する。火山灰は、いったん堆積すると、その後の雨で斜面に張り付いてはがれなくなる性質がある。そのあため、地表面の草や木は枯れ、「死の世界」となる（上の写真）。

また、火山灰が地面にはりつくと、雨が降っても地下にしみ込まなくなり、火山灰の表面を流れるようになる、それによって、地表面が浸食(しんしょく)され、たくさんの「雨裂(うれつ)」と呼ばれる溝ができる（真中の写真）。

この溝(みぞ)が、山地をどんどん浸食していく原因である（下の写真）。

⑦火山灰による被害

火山灰は、田畑や森林などの農耕地にも堆積し、作物を枯らす。火山の噴火があると、その周囲の農作物は壊滅することが多い（上の写真）。

そのうえ、火山灰はしばしば１万メートルくらいまで噴きあがり、噴き上がった火山灰は偏西風にのって地球を西から東へと回り始める。すると、徐々に空を覆った火山灰によって太陽が届かなくなり、冷害が発生する（真中の写真）。ひどい時には、氷河期のような寒冷な時代が何十年も続くことがある。

また、火山灰は交通傷害となり、自動車や飛行機が動かなくなり、人間が吸い込めば肺を冒す（下の写真）。

⑧防災施設の被害

流木を止める鋼製スリットダム慶能舞川

流れてきたものを全部ダムで止めたら、下流への影響は大きい。そこで、上流から流れてきた大量の流木だけをためて、水や細かい土砂は下流へ流す。それが、スリットダムの役割である。スリットダムは、みずから埋れながら、人間を守っている。このほかにも、さまざまな防災施設も被害にあう。

土砂災害のあとはどうなるのか？

噴火に伴う大規模な土砂災害が発生した後も、森林は再生される。有珠山の 1910 年、1977 年～1978 年噴火で現れた大規模な裸地も、周りの樹木からタネが運ばれ、自然に豊かな森となることが確認されている（写真－23，24）

写真－23，24　1910 年有珠山噴火後の植生回復（1910 年と 2004 年の同じ場所）

1978 年に起こった泥流跡地には、ドロノキが残されており、それらドロノキから風で飛ばされてきたと推測されるタネから発芽したドロノキの実生苗が見られた（写真 25，26）。

写真－25，26　1977 年噴火後の土石流跡地に残されたドロノキとドロノキのタネからの発芽

同じく、1977 年噴火後の流路には、流されてきたミズナラのタネが見られ、その後流路沿いに発芽しているミズナラの実生苗が確認されている（写真－27, 28）。

写真－27, 28　1977 年噴火後の流されてきたミズナラのタネと流路沿いの実生苗

変動により出現した裸地では、先駆性の植生から途中相を経て極相に至る遷移が進行する。この結果、同じ気候帯の中でも、植生分布は、空間的な環境要因と時間経過の差により、様々な植生がモザイク状に分布することになる。図-4 は、1954 年に発生した洞爺丸台風による風倒跡地の遷移の予想図である。

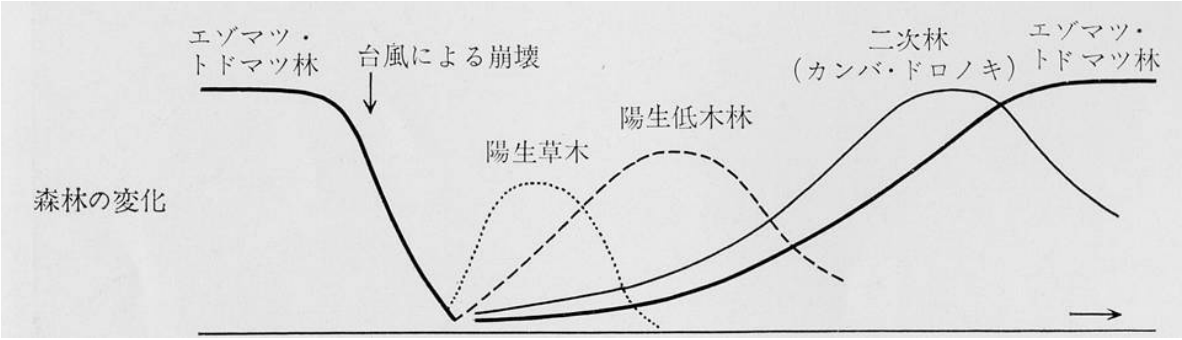


図-4　石狩川源流域におけるエゾマツ・トドマツ林の遷移（今関未発表資料）

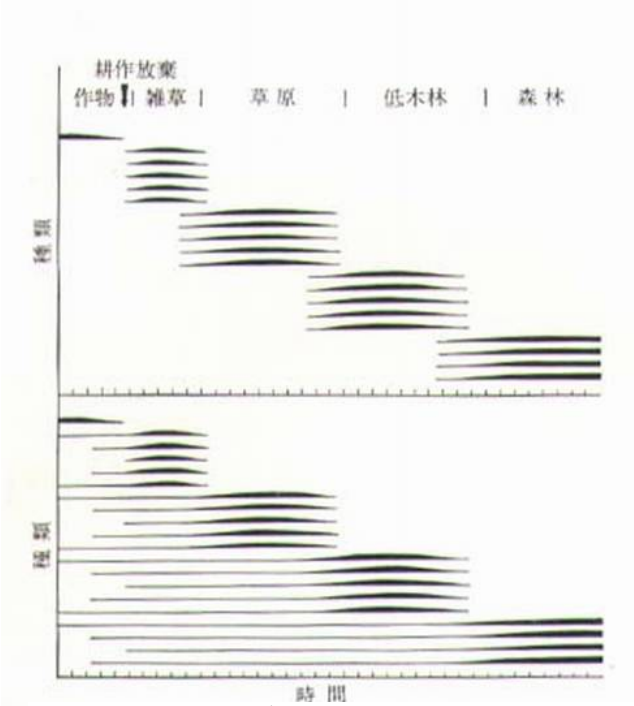


図-5 リレー遷移説（上）と初期フロラ 決定説（下）に基づく遷移の模式図

遷移の進行には図-5 のような二つのタイプに大きく分けられる。上は、条件の厳しい環境下で進む例であり、植生の発達が土壌等の環境条件を改善し、その結果、次の段階の植生が侵入する。一次遷移とも呼ばれ、千年単位の時間が必要となる。

下は、条件の良い環境下で樹林化する例であり、スタート時点から各種の植物が同時的に侵入し、生育速度の差により、植生の交代が起きる。二次遷移とも呼ばれ、数十年単位で遷移する。

火山では、溶岩流でできたような根茎発達が物理的に困難な立地では、一次遷移が進行し、火砕流や火山泥流の堆積地など根茎発達が物理的に可能な立地では、下の例が進行することが多い。人為も含めて裸地の植生を回復させるには、下の例を参考することが現実的である。

日本の自然は、噴火などの変動と結びついており、変動による植生の破壊とその後の自然な再生により、多様な環境を造り出し、そこに、生物多様性が生まれた。雄大な景観や美しい植生に彩られた火山地の国立公園の多くは、このような破壊と再生の賜物である。

新たな噴火荒廃地を前にすると、直に植林し、緑を早期回復したい欲求に駆られることが多い。しかし、そのような行為は自然の雄大な景観を損なうだけでなく、再度の噴火で育ち始めた木々がまた失われる可能性が高く、予算の浪費となる。したがって、周期的に噴火の予想される立地では、極力、放置することが望ましい。

一方、市街地に近い砂防施設の裸地を放置すると、外来種の繁茂を招き、生物多様性を損なう。これを防止するには、在来種で速やかに被覆するのが有効である。つまり、自然の領域は放置して自然の回復に任せ、市街地近くは人為的に在来種で覆うのである。

活動の休止期の緑豊かな森は、噴火を契機に造られたものである。だから、活動期に破壊された森は、実は森の出現の出発点であることを理解し、火山との共生を考える必要がある(写真－29)。

写真-29 雲仙普賢岳の火砕流堆積地

図-6　生態学的混播・混植法による在来種による緑化

写真-30　有珠山での生態学的混播・混植法による植樹

図―6、写真-30 は、外来種の繁茂が予想される市街地周辺を在来種で覆うための緑化手法の一つを示している

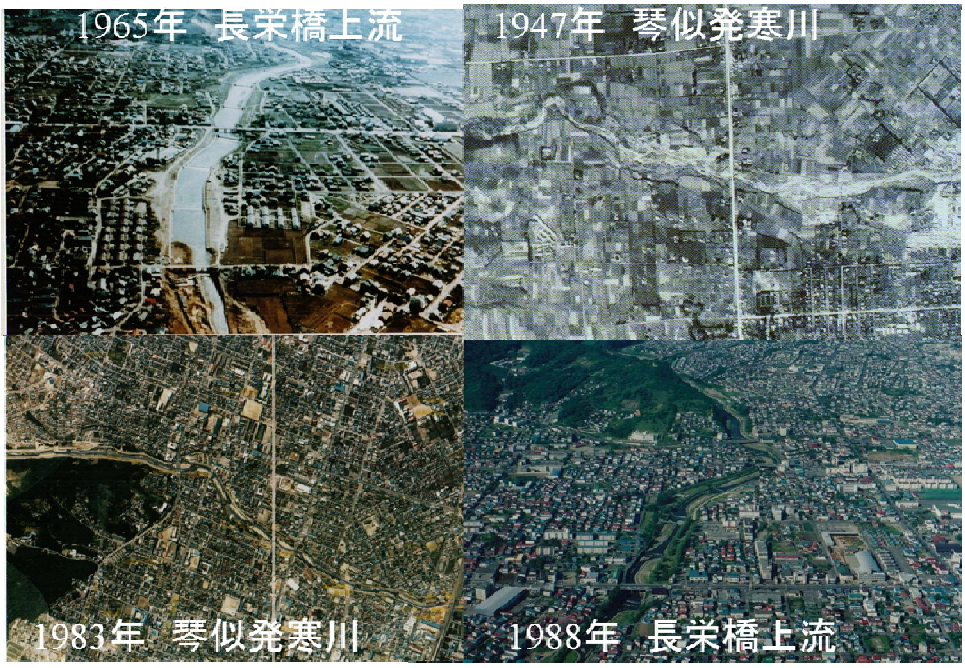
災害から人命と社会を守るために

(1)減災社会をつくるには

平時に豊かな自然環境は、ときに激変し地域社会を破壊する。快適な豊かさから多様な災いへと変化する。それにつれて、住民の保護から保全、そして防災へと対策も変化する。

時　間 (時間スケール)	豊かさと災い	対　応
平　時 (日) 弱変時 (季・年) 激変時 (旬年)	快　適 豊かさ 多　様 災い　数　年～数十年	保　護 保　全 防災　豪雨 地震 火山

そのため、都市部では、平時からまず‘まちづくり’の前に‘川づくり’が必要である(札幌市発寒川－1981 年災害なし)。



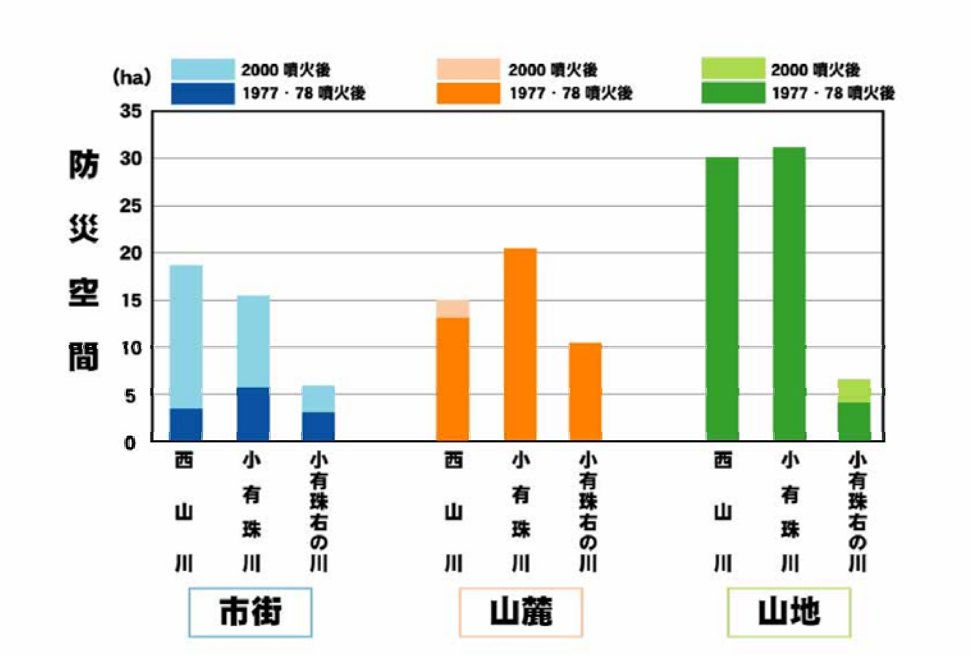
しかし、‘遅れた川づくり（すでに都市化されている）’の結果、市街地まで水や土砂の被害にあうことになる（札幌市南区豊平川上流の 1981 年土石流災害）。

北の沢川（南区川沿）

野々沢川（南区藤野）

有珠山ではどうだったのか？

２度の噴火・泥流災害の経験から、住民・機関連携で減災まちづくりに向かった。そして、有珠山・洞爺湖温泉市街地には平時から防災空間が配置された。下の図で、市街地にくらべて、山地のほうで防災空間の広いことがわかる。



十勝岳ではどうだったのか？

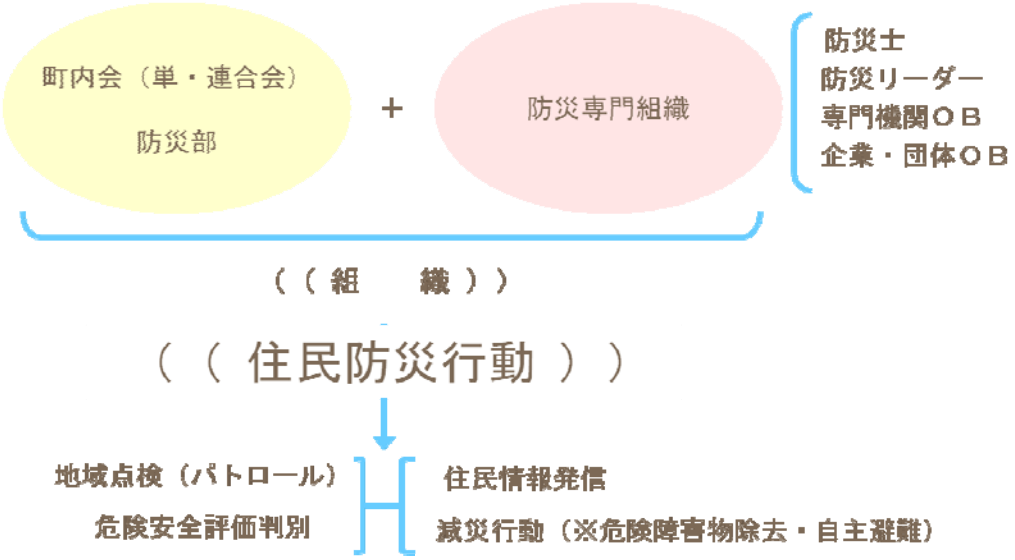
1988年89年の十勝岳小噴火直後に実行された美瑛地区の減災まちづくりがおこなわれていた（下の写真：ホテル移転・再開発・景観調和川づくりなど機関連携案がすでにつくられていた）。

有珠山・十勝岳の経験から樽前山に引き継がれた予防減災まちづくりの願いは、防災緑地として実現した。セル型スリット砂防ダムとその周辺の緑化が平時からすすめられた。そして、泥流氾濫危険域の防災緑地化ができた（苫小牧市）。

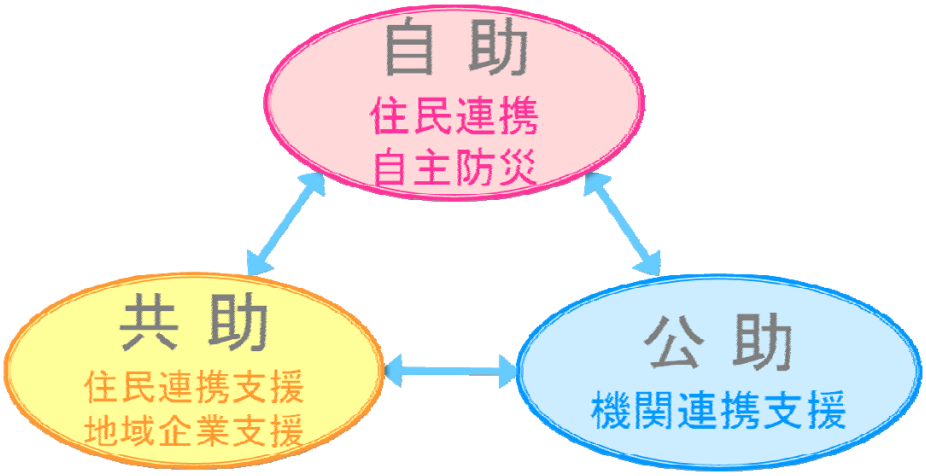
セル型スリット砂防ダム（[illegible]）

セル型スリット砂防ダム（[illegible]）

これからは、住民連携による安全なまちづくりが必要である。そのために、平時から自主防災の組織を作り、どのように行動するのか、ふだんから決めておくことが大事だ。



安全なまちづくりに欠かせない住民・機関連携の方法を図に示す。「自助」と「公助」と「共助」が地域内で相互につながっていることが大切である。どれかひとつがかけても地域防災連携はうまくいかないのだ。

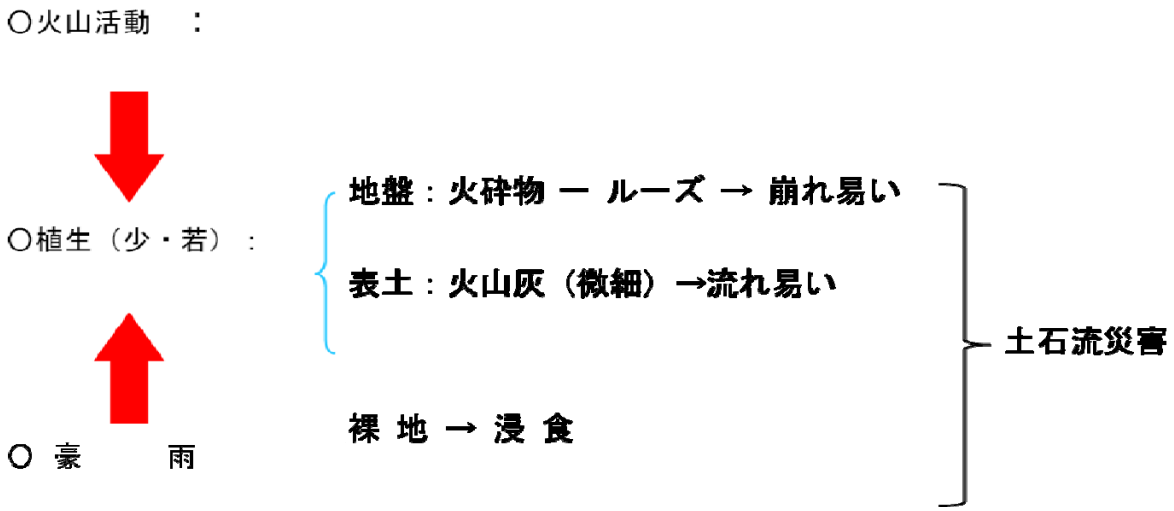


住民・機関連携による安全まちづくり

(2)人の住み方

日本列島で人が住むということは、激変する山地急流（小河川）流域に生きるということである。いまや、人の住まいは山麓の森林や河川に接近し、低地の湿原にも接近している。そのことが、とりもなおさず土砂災害危険域や水災害危険域に近づいているということである。

活火山山麓では地表面はたえず変動し続けている。火山活動と豪雨とが植生に働きかけ、その結果、火砕物からなる地表面は崩れやすくなり、表土は流れやすくなる。そして裸地は浸食される。最後はこれらの土砂が土石流災害を引き起こすのである。



新興都市札幌にみる火砕流台地の地形改変域（森林伐採→火山灰採取→宅地・草地造成）。火砕物と雨水のために、造成地が激しく侵食されている（一降雨で2～20mの侵食深）。

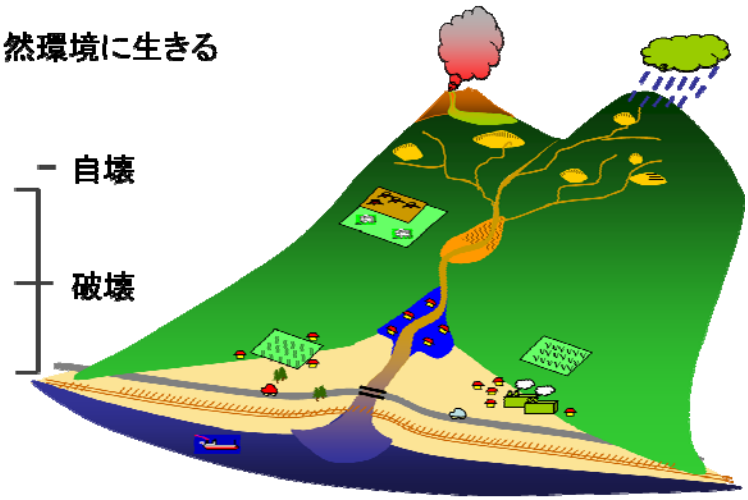
災害列島に暮らす私達の備え三要件

1.　～ 心の備え ～

住民が“安全な住み方と生き方”を知る

激変する自然環境に生きる

豪　雨
火　山 ― **自壊**
地　震
人間活動 ― **破壊**



2.　～ 身体の備え ～

住民が“安全で豊かなまちづくりを”

災害を減らす

危険地域点検・評価

被災低減

資産・施設の再配置

環境を保全・継承する

環境（水・土・生物・文化）の点検評価

環境保全

自然緑地再生・利用

土地用途転換・保全

3.　～ 人の備え ～

住民が“未来の主役・ひと”をつくる

地域防災力
自主防災専門組織

未来の主役を担うこども達

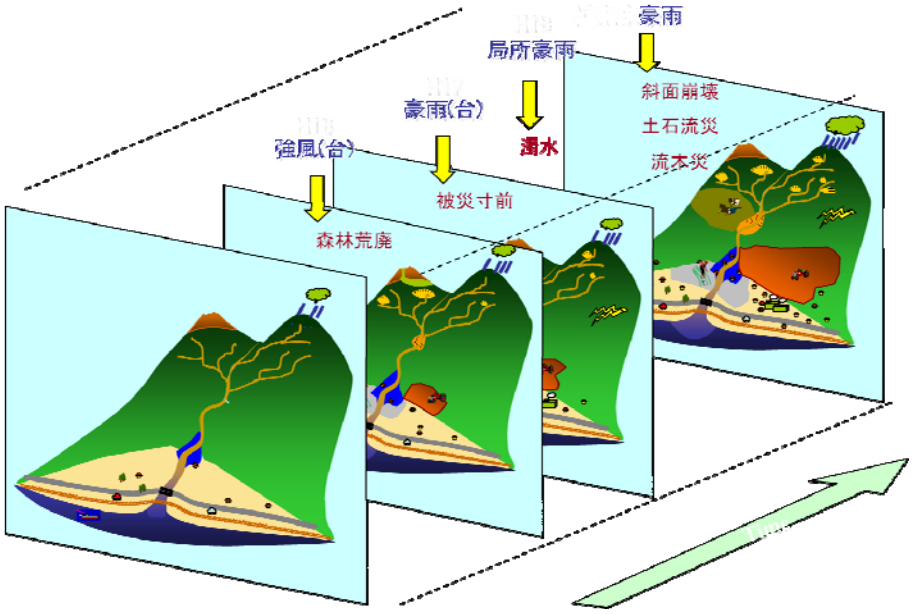
環境保全力
川・森づくり組織

生命・健康を守る女性達

学　校　　家　庭　　職場・地域

(3)機関情報と住民情報の共有

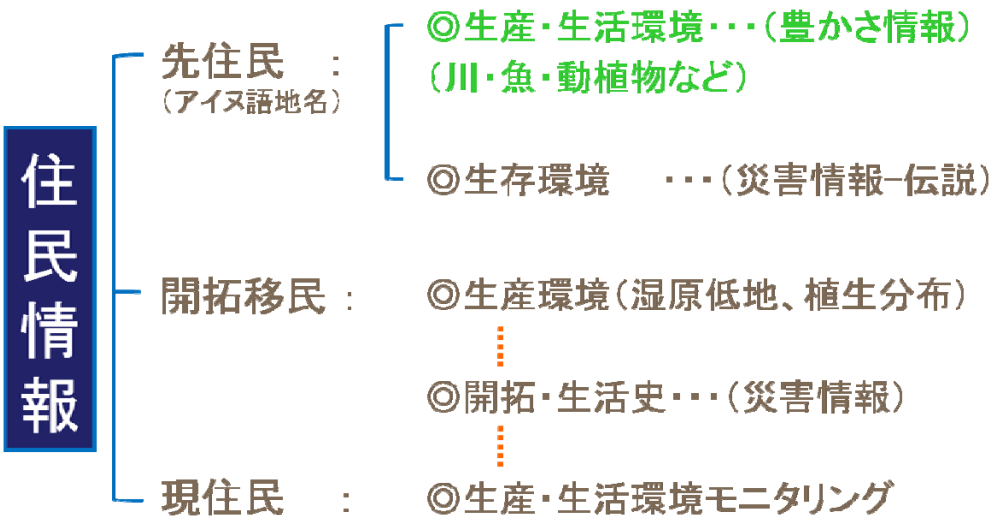
近年の都市近郊山地の環境は時間的に変化している。豪雨が来るたびに、災害環境はこくこくと変化している。雨に対しても、いつまでも同じ環境条件ではない。



そのためには、住民自主の安全まちづくりに欠かせないのが住民情報である。その住民情報を発掘し、世代や地域に、変化する地域の様子をたえず伝承することが大切である。

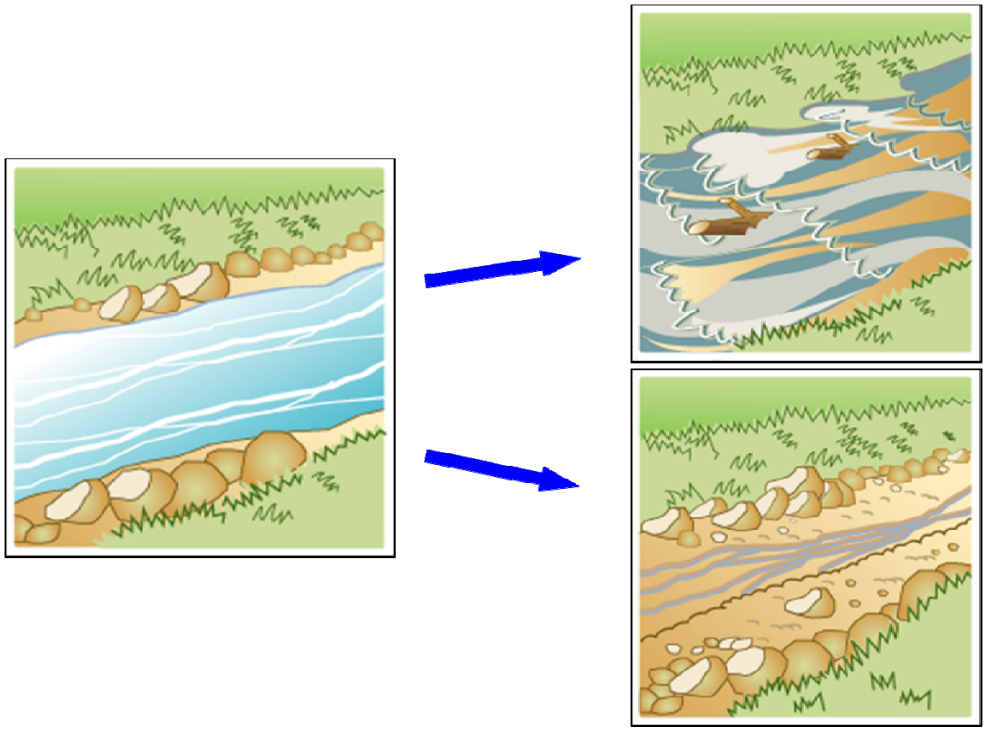
住民情報にはさまざまなものがある。その発信や共有に欠かせないのが、“郷土史”の活用である。とくに、北海道では、昔からアイヌの人びとや地域の開拓民の残した情報は大変貴重である。

また、その後に入植した開拓民は、大地を生産の場に変えていくさいに、多くの土地の情報を獲得した。開拓民の生活の中に、これらの情報はうずもれているのである。これもわすれることなく伝承しなければならない。

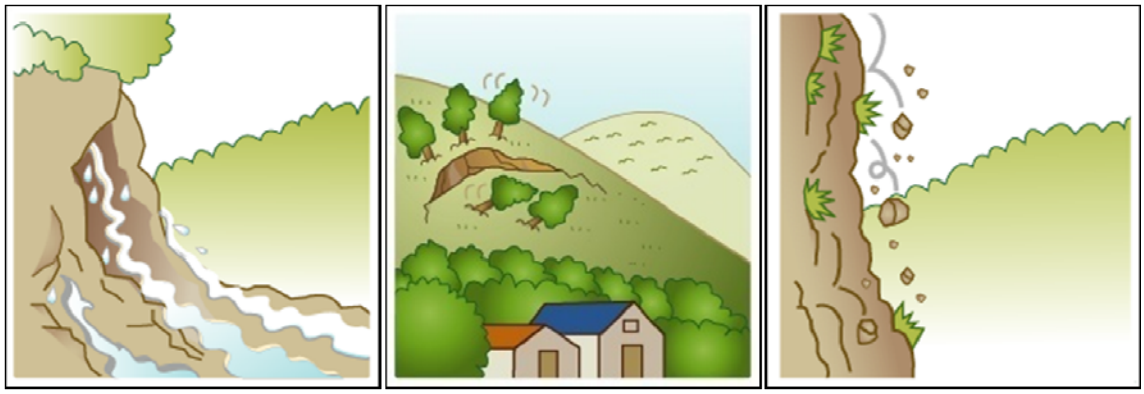


もうひとつ大切な情報は、いまの住民のモニタリング情報である。たえず、山や川を見て、何か変わったことがあればすぐ情報交換する、これが非常に大切で、災害に合うか合わないかの境目になる。

川の変化を見る

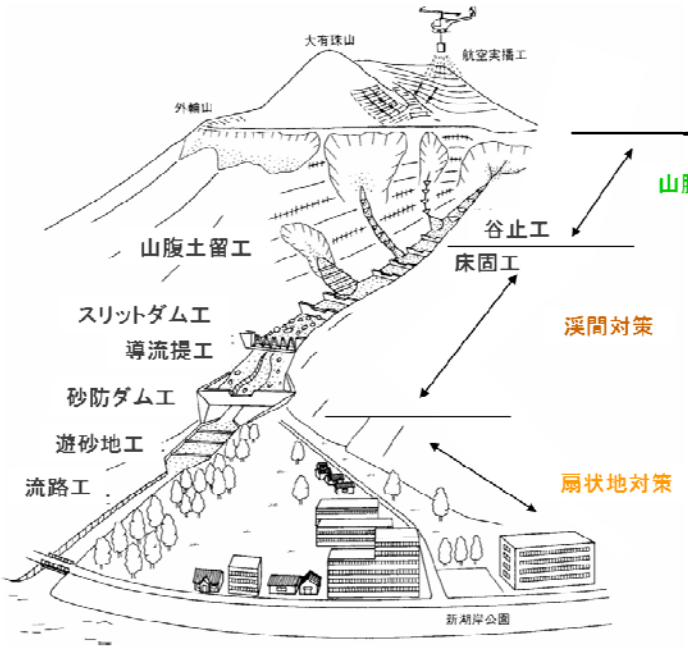


山の変化をみる



(4)機関連携から住民・機関連携へ

最後に、もっとも大切なことは、いろいろな機関が連携して、山腹対策、渓間対策、扇状地対策などをつなげて流域として火山山麓を守ることである。これらが連携して初めて、防災対策が出来上がる。



また、専門の機関は住民と連携して未来の防災まちづくりを行うことが重要である。

有珠山土砂災害対策検討委員会による砂防空間配置構想
(2001.2.28)

執筆者一覧

山田　孝　三重大学大学院生物資源学研究科・准教授
岡村俊邦　北海道工業大学空間創造学部都市環境学科・教授
吉井厚志　独立行政法人土木研究所寒地土木研究所・寒地水圏研究グループ長
沼田　寛　北海道土木局砂防災害課・主査
新谷　融　NPO 法人環境防災総合政策研究機構・理事
加村邦茂　NPO 法人環境防災総合政策研究機構・主任研究員
丸谷知己　北海道大学大学院農学研究院・教授

推進委員会委員

丸谷 知己　北海道大学大学院農学研究院
村上　亮　北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
関　孝敏　北海道大学大学院文学研究科
山田　孝　三重大学大学院生物資源学研究科
岡村 俊邦　北海道工業大学空間創造学部都市環境学科
吉井 厚志　独立行政法人土木研究所寒地土木研究所寒地水圏研究グループ
沼田　寛　北海道土木局砂防災害課
工藤　弘　虻田町立洞爺湖温泉小学校
横山　光　壮瞥町立壮瞥中学校
村田 俊昭　上富良野町立上富良野西小学校
新谷　融　NPO 法人環境防災総合政策研究機構
岡本　研　北海道立教育研究所附属理科教育センター生物・地学領域
佐藤 十一　札幌管区気象台火山監視情報センター
竹内 正信　国土交通省北海道開発局建設部河川計画課
田鍋 敏也　壮瞥町総務課（防災担当）
上村 正人　上富良野役場　総務課総務課総務班
加村 邦茂　NPO 法人環境防災総合政策研究機構