1 断層のタイプと活断層



地球の表面は十数枚のプレートに覆われている（**図2-1**）。そのうち日本列島は4枚のプレート――北米・ユーラシア・フィリピン海・太平洋――の境界付近に位置しており、それぞれのプレートは互いに近づき、全体として収束する傾向にある。**太平洋プレート**と**フィリピン海プレート**は、密度が大きく重い海洋プレートである。両者とも、密度が小さく軽い陸側の**北米プレート**や**ユーラシアプレート**の下へ沈み込んでいる。沈み込みが起きている場所は、**千島海溝**や**日本海溝**とその南に続く**伊豆小笠原海溝**、**南海トラフ**、**琉球海溝**である（**図2-2**）。このため、日本列島の陸地を載せる陸側プレートの地殻には強い**圧縮力**がかかりやすく、そのような状況下では地殻の内部に**逆断層**や**横（水平）ずれ断層**が生じやすい。

断層とは、硬い岩盤や、岩盤を覆う軟らかい地層などに生じた破断面で、破断面を境に両側の岩盤や地層にずれが生じる（**図2-3**）。この破断面が**断層面**で、ずれを**変位**とよぶ。逆断層は、斜めに傾いた断層面を境に、断層面の上側の岩盤（上盤）が下側の岩盤（下盤）にせり上がるタイプの断層である。一方、逆の動きをするのが正断層で、

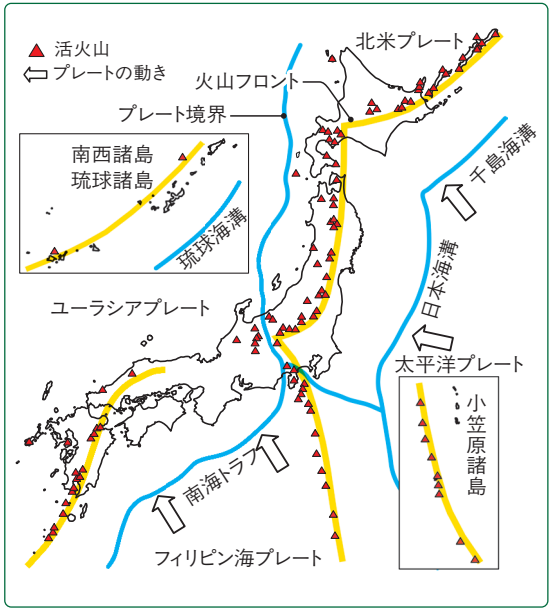


図 2-2　日本付近のプレートとプレート境界（青線）、活火山、火山フロント

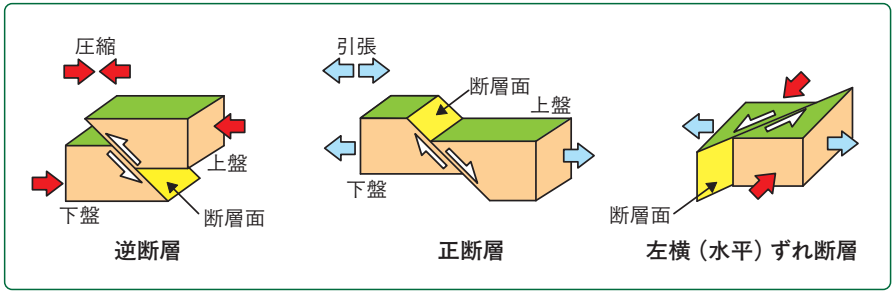


図 2-3　断層のタイプ

活動度と数	平均変位速度 R（m／千年）と主な活断層
A 級（約 100）	1 ≦ R < 10　神城断層（長野県）、国府津－松田断層帯（神奈川県）、養老断層（岐阜県・三重県）など
B 級（約 750）	0.1 ≦ R < 1　花巻断層（岩手県）、深谷断層（埼玉県）、警固断層（福岡県）など
C 級（約 450）	0.01 ≦ R < 0.1　尻別川断層（北海道）、山内断層（広島県）、征矢原断層（宮崎県）など

活断層データベース（産業技術総合研究所地質調査総合センター）や『新編日本の活断層』（活断層研究会編 1991）に基づく。
C 級活断層の認定における平均変位速度には誤差の大きな推定値が含まれる。

表 2-1　活断層の活動度区分

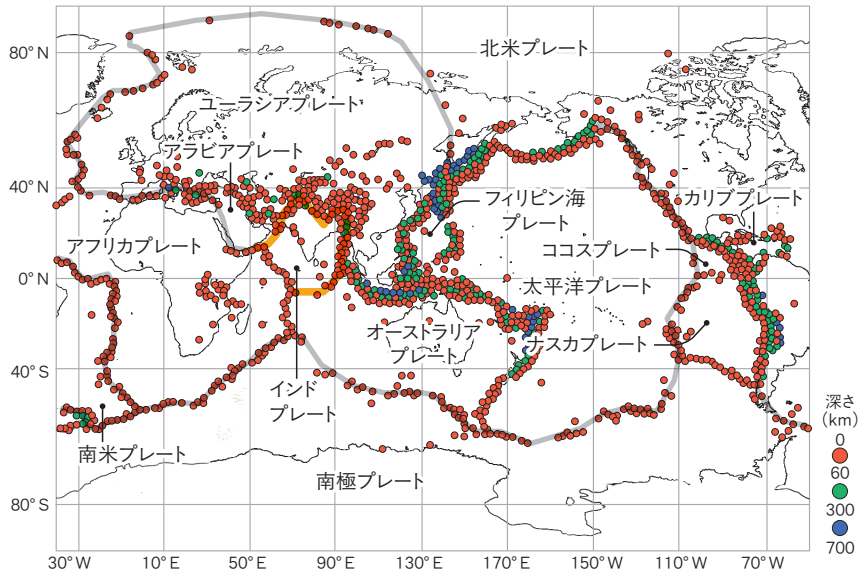
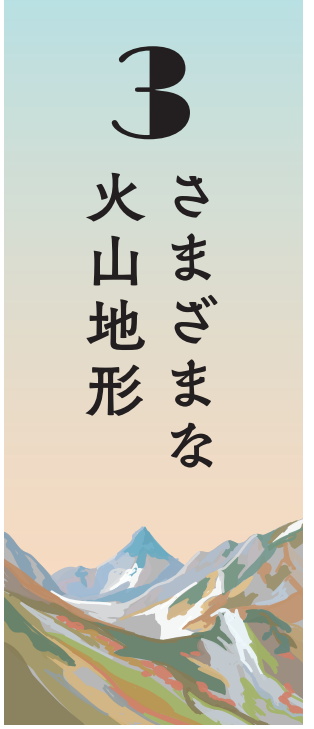


図 2-1　世界のプレートと主な地震の分布
（気象庁のデータなどによる）



3 さまざまな火山地形

マグマの粘性は噴火の激しさだけでなく、噴火で作られる火山地形の特徴も規定する。粘性が低い玄武岩質マグマの溶岩は遠方まで流れてゆく。たとえば、富士山で1万年前頃流出した**三島溶岩**や**猿橋溶岩**は、40㎞以上も山麓を流れ、それぞれ静岡県のJR三島駅付近や、山梨県大月市の猿橋付近まで達した（**図3-3**）。また静岡県伊東市の伊豆高原一帯には伊豆東部火山群が形成されており、遠目にもわかるプリン型の**大室山**（580m）をはじめ、小型の火山が多数見られる。大室山は玄武岩質溶岩のしぶきが積み上がった**スコリア丘**で、周囲には玄武岩質溶岩が流出している。その緩やかで起伏の少ない溶岩流台地は、広大な別荘地として開発されている。また溶岩流の先端は相模湾に流れ込み、冷え固まった溶岩は波の侵食を受け、荒々しい断崖絶壁の海食崖を城ヶ崎海岸に作り出している。

粘性が高いデイサイト質や流紋岩質のマグマの溶岩はあまり流動せず、火口付近で冷え固まって、厚みのある**溶岩ドーム**を作ることがある。溶岩ドームには奥日光の**白根山**（2578m、尾瀬の**燧ヶ岳**（2356m、柴安嶺）、北アルプスの**焼岳**（2455m）、**新潟焼山**（2400m）、大分くじゅう連山の**三俣山**（1744m）などがある。寺の釣り鐘のような形のため山頂近くまで急登が続くが、展望に優れた山が多い（**写真3-3**）。また、流動性の低いマグマからなる溶岩流では、その末端は耳たぶのように膨らんで急な**溶岩末端崖**で終わり、溶岩流の両側には鋭い尾根をもつ**溶岩堤防**が生じる。溶岩堤防に挟まれた溶岩流の中央の表面には、冷却して固まりつつある溶岩に上流から流動してきた新たな溶岩が付け加わって圧縮場が生じ、巨大な**溶岩じわ**が発達する。圧縮で生じるしわ状の隆起をプレッシャー・リッジともよぶ。これらの地形がわかりやすい例に、群馬県草津温泉の西の**本白根山**（2171m）付近から流出した3000年前頃の**殺生溶岩**がある（**図3-4**）。火山ガスに注意が必要だが、地理院地図の陰影図など

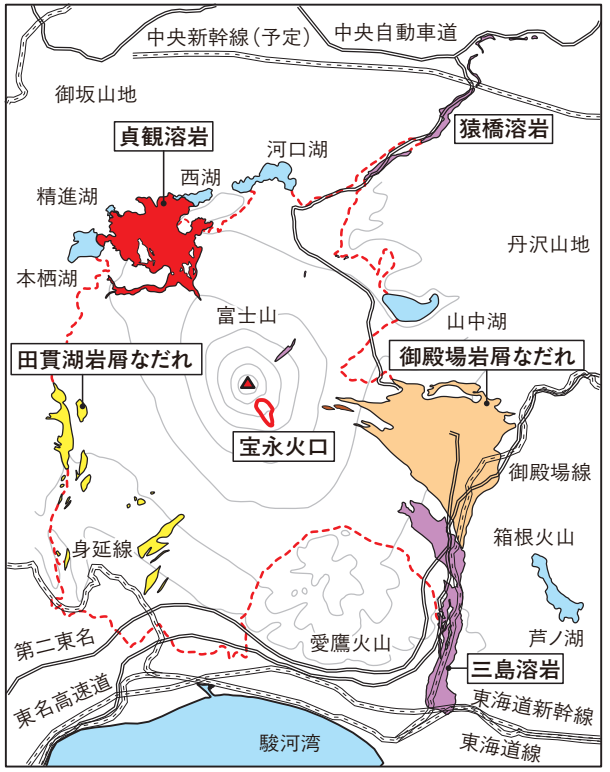


図3-3　富士山の溶岩や山体崩壊堆積物の分布
赤い破線はテフラを除く富士山起源の他の溶岩や山体崩壊堆積物の分布範囲。産業技術総合研究所地質調査総合センターなどの資料から作成



写真3-3　溶岩ドームの焼岳

どで形を確かめ、草津温泉から本白根山に至る道沿いの武具脱の池や殺生河原付近で観察するのがおすすめである。

マグマの粘性が高まるとマグマの中の火山ガスが抜けにくくなり、爆発的な激しい噴火を起こす。同時に、火砕流も発生しやすくなる。火砕流は大小さまざまなマグマの破片（テフラ）と火山ガスが渾然一体となり、数百～1000℃近い高温を保ちながら重力に従って斜面を流れ下るもので、巨大噴火による爆発でも溶岩ドームの崩壊でも起こる。火砕流自体は流動性が高く、斜面や水面を這うように移動する。その結果、噴火前から存在した尾根は相

1 氷河の地形システム

太平洋戦争終結後の復興の波に乗り、日本では1950年代から海外登山が一大ムーブメントになった。ヒマラヤなどの遠征登山を介して氷河が紹介される機会も増えた。その後、長い間、氷河は日本人のあこがれとなり、同時に温暖な日本の山に氷河はないと信じられてきた。ところが最近になり、GNSSを駆使した精密測量が山地でも可能となった恩恵で、立山・後立山連峰の長大な**越年性雪渓**（**剱岳・池ノ谷雪渓**、**鹿島槍ヶ岳・カクネ里雪渓**など）のいくつかで、雪から変化した氷体が数年以上にわたり残存し、重力でわずかながらも連続的に流動する現象が確認された。これは**雪氷学**の「多年性の氷体が流動する」という氷河の定義に合致し、日本にも氷河が存在することが確認されはじめたのである（**写真6-1**、**写真6-2**）。

冬の間、降雪やなだれで谷底に蓄積した雪が夏にも融けず、翌年に繰り越すことがある。しかし蓄積する雪が減ったり、気温が高まって融雪量が増えたりすれば、残雪の全量が融けてしまう。雪の収入（蓄積）・支出（融解）のバランスにおいて、黒字の状態は雪が融けきれずに繰り越すことを、赤字の状態は融けきって繰り越さないことを意味する。一つの氷河全体を見た場合、一般には標高が高く気温が低い領域は雪の収支が黒字になる。この領域を**涵養域**とよぶ。一方、標高が低く気温が高い領域は雪の収支が赤字になる。この領域を**消耗域**とよぶ。そして、両者の境界（つまり収支ゼロ）を**氷河均衡線**とよぶ。多くの場合、夏の終わり頃に見られる、その年に残った雪の下限である**雪線**と近い位置になる。

今日、**越後山脈**や**飯豊**・**朝日山地**にも越年性雪渓はあるが、一般にそれらは氷河のように涵養域と消耗域からなる質量収支のシステムをもたず、なおかつ長期にわたり連続的に流動していないので氷河とはよべない。ところが雪が完全には消耗せず、それが十分厚くなる（例：数十メートル規模に達する）と、雪は自重による圧密と融解・再結晶のプロセスを経て**ざらめ雪**に似た**フィルン**に、さらに**氷河氷**へと変化してゆく。これを雪の変態とよぶ。雪が氷になると重力で塑性変形して連続的に流動する。これが氷河である。

以前は、氷の長期連続的な流動を証明するのは難しかったが、GNSS測量がそれを可能にした。立山カルデラ砂防博物館や新潟大学の研究グループが精力的に調査を進め、現在では立山・剱岳一帯の**三ノ窓雪渓**、池ノ谷雪渓、**御前沢雪渓**や、鹿島槍ヶ岳・**白馬岳**一帯のカクネ里雪渓、**唐松沢雪渓**などが氷河に認定されている（**写真6-1**、**6-2**）。これらの研究によると、それほど高標高でもなく、夏に気温が高くなる日本アルプスの氷河は世界的に特異とされる。そんな地域で氷河が生じている鍵は、膨大な降雪と、高くて急な岩壁に囲まれ、なだれが次々に落ち込んで雪が蓄積する深い谷という地形条件にある。

温暖化による氷河の消滅も危惧されるが、逆に温暖化で大気中の水蒸気量も増えて降雪が増すことも予想される。そうすれば雪の黒字状態は維持され、日本の氷河も生き延びる可能性が出てくる。他方、気温上昇や降雨量増加による融解の増加が上回る可能性もある。日本の氷河の現状と将来の変化は注視すべき対象である。



写真6-1　立山東面の御前沢氷河とその下方のモレーン



写真6-2　鹿島槍ヶ岳・カクネ里氷河（遠方は剱・立山連峰）