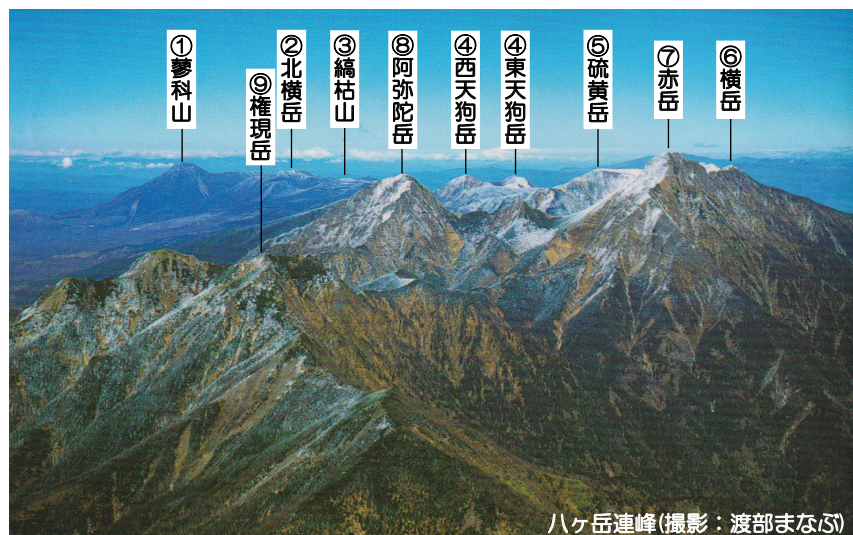


やまなし地球科学研究所だより

第15号 2023年11月

日本百名山の岩石 in 山梨県 (その1)



ハケ岳連峰は、北端の夢科山から南端の縞枯山(写真外で権現岳の左方に位置する)まで20km以上も連なる火山群で、そのうち日本百名山の「ハケ岳」は、最高峰の赤岳(2,899m)、横岳(2,830m)、阿弥陀岳(2,805m)が中枢をなす。山名の①～⑨は、北から南に位置する順。

日本は、国土の約75%が山地からなる山国で、なかでも山梨県は86%が山地からなる超山国です。文筆家で登山家の深田久弥が登頂した日本の山の中から「山の品格」、「山の歴史」、「個性のある山」などを基準に選定した『日本百名山』のうち12座が山梨県にあります(表-1)。深田久弥は1903年に石川県で生まれ、1971年に北杜市と甲斐市境にある茅ヶ岳(1,704m)を登山中に脳卒中で亡くなりました。山頂近くの現地には慰霊碑、登山口の深田記念公園(韮崎市)には、深田久弥の

名言「百の頂に百の喜びあり」の石碑などがあります。

山梨県内および県境に位置する日本百名山のうち富士山とハケ岳は火山、甲武信岳、金峰山、瑞垣山、甲斐駒ヶ岳、鳳凰山は花崗岩の山、雲取山、大菩薩嶺、仙丈ヶ岳、北岳、間ノ岳は堆積岩の山です(表-1、図-1)。ちなみに、百名山のうち火山は約50%、花崗岩の山は約15%、堆積岩の山は約10%です。

岩石は、そのでき方によって①火成岩、②堆積岩および③変成岩に大別されます。火成岩はマグマが冷えて固まった岩石で、地表に噴出して

急速に冷え固まった「火山岩」と地下深部でゆっくり冷え固まった「深成岩」に分けられます。堆積岩は、既存岩石の岩片(礫・砂等)や熔岩以外の火山噴出物が堆積して固まった岩石、変成岩は既存の火成岩や堆積岩が高温・高圧のもとで変質した岩石です。

表-1 山梨県の日本百名山

地 域	日本百名山	標高(m)	地 質
富士山※1	① 富士山	3,776	熔岩 火山砕屑物
ハケ岳※2	② ハケ岳(赤岳)	2,899	
関東山地 (秩父山地) ※3	③ 雲取山	2,017	堆積岩類
	④ 大菩薩嶺	2,057	
	⑤ 甲武信岳	2,475	
	⑥ 金峰山	2,599	花崗岩類
	⑦ 瑞垣山	2,230	
南アルプス (赤石山地) ※4	⑧ 北岳	3,193	堆積岩類
	⑨ 間ノ岳	3,190	
	⑩ 仙丈岳	3,033	
	⑪ 甲斐駒ヶ岳	2,967	花崗岩類
	⑫ 鳳凰山	2,840	

※1: 富士箱根伊豆国立公園・世界文化遺産 ※2: ハケ岳中信国定公園
 ※3: 秩父多摩甲斐国立公園・甲武信ユネスコエコパーク
 ※4: 南アルプス国立公園・南アルプスユネスコエコパーク

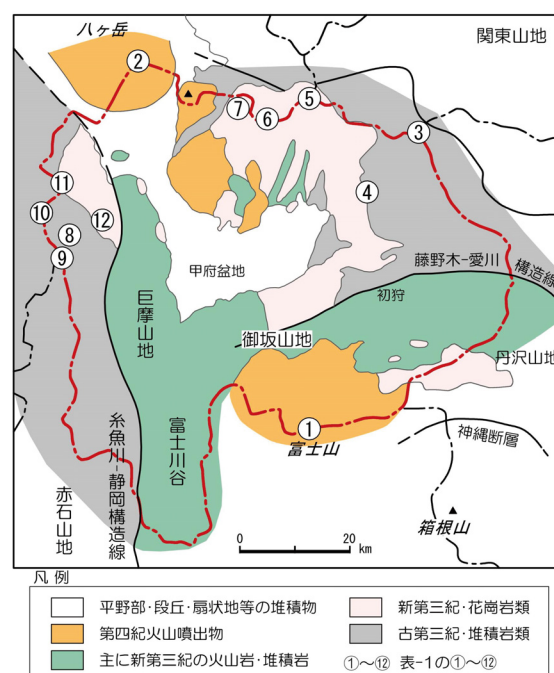


図-1 山梨県の概略地質図と百名山の位置

I. 火成岩

富士山と八ヶ岳は、噴火活動により繰り返し噴出した溶岩と火山砕屑物が火口を中心に積み重なって形成された成層火山です。溶岩は液状のマグマが地表に噴出したもので、冷えて固まった岩石も、固まらずに液状のものも溶岩と呼び、川のように流れているものは熔岩流とも言います。また、火山砕屑物は噴出した火山灰や礫などの堆積物で、固結して岩石となったものは火山砕屑岩と言います。(図-2、表-2)。

表-2 主な火山噴出物

火山ガス	主に水蒸気からなり、二酸化炭素(CO ₂)・二酸化硫黄(SO ₂)・硫化水素(H ₂ S)等の有毒ガスを含む	
溶 岩	岩石の成分により玄武岩・安山岩・流紋岩等に区分される(表-3)	
火山砕屑物 ()は岩石名	火山灰	粒径2mm以下(凝灰岩)
	火山礫	粒径2～64mm(火山礫凝灰岩)
	火山岩塊	粒径64mm以上(角礫凝灰岩ほか)
	火山弾	マグマの大きな飛沫が空中で様々な形で固結したもの
	軽石 スコリヤ	発泡した火山ガスを含むマグマが固結した多孔質な礫・岩塊で、白っぽいものを軽石、黒っぽいものをスコリヤと呼ぶ
火砕流	高温の火山ガスと火山砕屑物が混合して斜面を流下したもの	

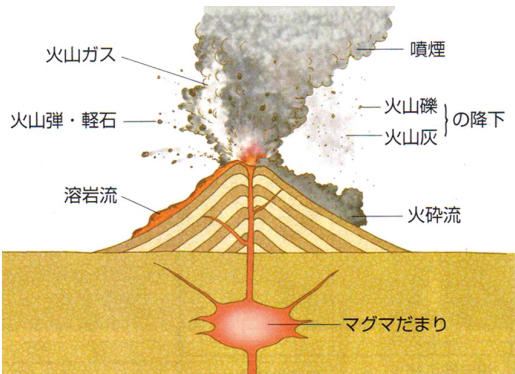


図-2 火山噴出物

火山が海底で噴火した場合は海底火山と言い、そのうち山頂部が海面上に出ると火山島、海面下では海底からの高さ1,000m以上の海山、1,000m以下の海丘などを形成します。また、火山のうち概ね過去1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山を「活火山」と呼ぶ。現在噴火活動がなくても将来噴火する可能性が高い火山で、富士山は活火山です。

日本は111の活火山があり、世界の陸地面積の0.25%に世界の活火山の約7%がある火山国です。日本の火山は、主に日本列島の日本海側と伊豆・小笠原弧に帯状に分布し、その分布は200～300km離れた日本海溝や南海トラフとほぼ平行しています(図-3)。海溝とトラフは海底の溝状の凹地で、6,000mより深い凹地を海溝、浅い凹地をトラフと言います。日本海溝

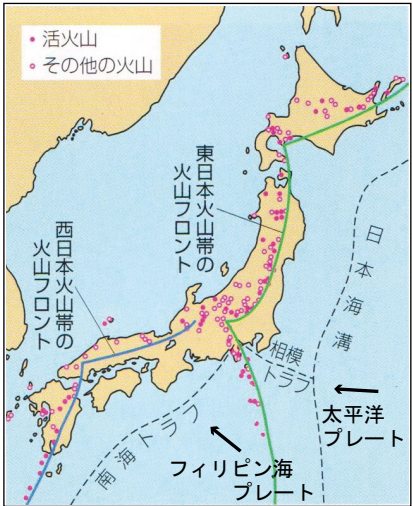


図-3 火山フロント(地球のしくみ)

から太平洋プレート、南海トラフからフィリピン海プレートが日本列島下に沈み込んでおり、火山活動や地震発生の原因となっています。

1. マグマの発生と噴火

マグマは、地球を構成するマントルの上部(図-4)が溶けて液状になったものです。マントルの上部(深度400kmより浅い部分)は橄欖岩と呼ぶ岩石からできており、溶けるとマグマになりますが、深部ほど圧力が高く圧縮されて密になっているため溶ける温度(融点)も高くなります。しかし圧力の低下や水が供給されると融点が低下し溶けやすくなることが実験で確かめられています。

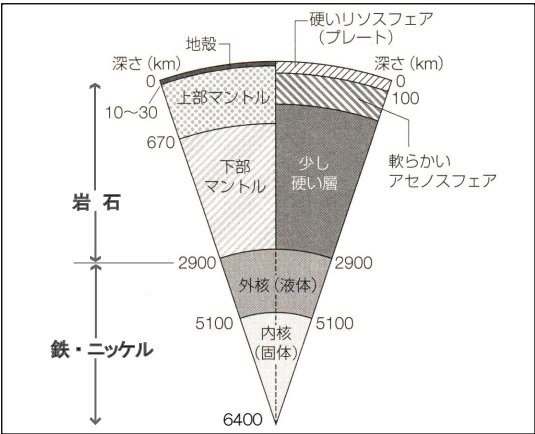


図-4 地球の構造(藤岡,2012に加筆)

海洋プレートは海嶺で形成され、海溝から沈み込むまで長く海水に接するため、プレート表面付近の岩石中の鉱物と海水が結合した含水鉱物を含んでいます(図-5)。含水鉱物の化学式はMを陽イオンとするとM(OH)₂で、プレートの沈み込みに伴って温度と圧力が上がると、MO(鉱物)とH₂O(水)に脱水分解して水を放出します。すると高温のマントル上昇部の融点が低

下し、部分的に溶けた液状の玄武岩質マグマを含む塊（ダイアピル）を発生します(図-6)。ダイアピルは密度が小さいため浮力によってマントル中をゆっくり上昇しながら、減圧によってさらに液体のマグマを増やし、陸の地殻の底まで移動します。そこで玄武岩質マグマはダイアピルから分離して地殻内を上昇し、密度が釣り合う深度数km～10数kmで停止してマグマ溜まりをつくります。その後、マグマ溜まりに新たにマグマが供給されたり、圧力が加わるとマグマが地表まで上昇して噴火、圧力が低下するとマグマ中に溶けていた火山ガスが発泡して噴火します。

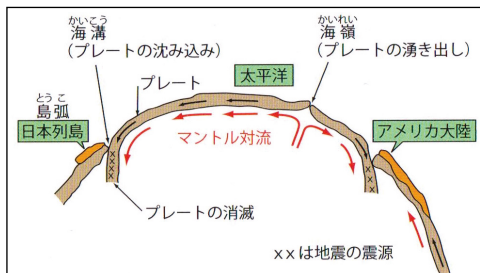


図-5 プレート運動の概念図（別冊宝島 2214 号）

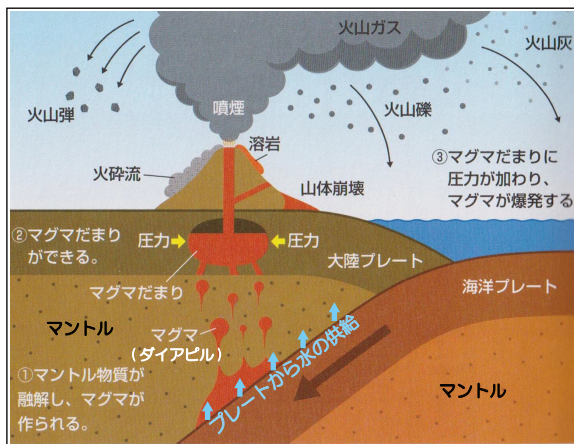


図-6 プレートの沈み込み帯の断面図
(Gakken, 地球がまるごとわかる本 (2013) に加筆)

2. マグマの結晶分化作用

マントルが溶けた玄武岩質マグマ（玄武岩の化学組成を持つマグマ）は、液状の部分（メルト）とメルト中に溶けている火山ガス、個体の結晶からなります。玄武岩質マグマは、温度の低下に伴っていろいろな鉱物が融点の高い順に晶出するため、マグネシウム、カルシウム、ナトリウムなどが徐々に消費されます。その結果、マグマ中に最も多い二酸化珪素(SiO_2)の質量の割合(%)が徐々に増加し、玄武岩質マグマから安山岩質マグマ、デイサイト質マグマ、流紋岩質マグマへと

変わっていきます。そして、これらのマグマが地表に噴出した場合は、玄武岩、安山岩、デイサイト、流紋岩などの火山岩（溶岩）、地下深部のマグマ溜まりなどゆっくり固結した場合は、斑レイ岩、閃緑岩、花崗岩などの深成岩がつくられます(図-7)。

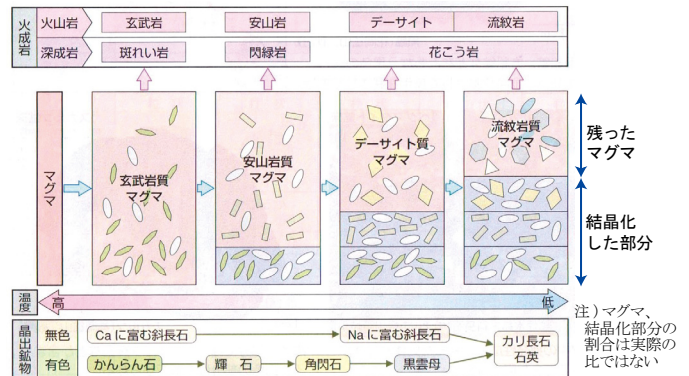


図-7 結晶分化作用（地学図録, 2020 を改編）

特に二酸化珪素の含有量によってマグマの粘性(粘り気)が異なり、少ないほど粘性が小さく溶岩も川のように遠くまで流れるため、ハワイのキラウエア火山のように山腹斜面の傾斜が緩い楕状火山を形成します。一方、粘性が高くなるにしたがって熔岩の流れが遅くなり、火口から流出せずに固まったものは熔岩ドーム(溶岩円頂丘)を形成します。富士山と八ヶ岳は両者の中間の粘性で円錐状の成層火山を形成しています(表-3)。

溶岩(火山岩)は地表に噴出して急冷するために鉱物の結晶が大きく成長する時間が短く、微細な鉱物の集合体の中にマグマ溜まりなどで先に晶出した大きめの結晶(斑晶)を含む斑状組織からなる岩石です。特に鉱物が晶出する時間も無く急冷した場合はガラスと呼び、結晶の無い透明感のある黒曜岩などになります。黒曜岩は通常黒曜石と呼ばれ、割れ口がガラスのように鋭利で鋭いため石器として利用されました。一方、深成岩はゆっくり冷え固まるため結晶が成長

表-3 マグマの種類と岩石・火山

マグマの種類		玄武岩質		安山岩質	デイサイト質	流紋岩質		
マグマの性質	SiO ₂ 質量(%)	少ない	52		63	70	多い	
	粘 性	低い						高い
	温 度	高い(1200℃)						(800℃)低い
岩 石	火山岩	玄武岩		安山岩	デイサイト	流紋岩		
	深成岩	斑レイ岩		閃緑岩	花崗閃緑岩	花崗岩		
	色 調	黒っぽい				白っぽい		
火 山	形 状	盾状火山	成層火山		溶岩ドーム(溶岩円頂丘)			
	火山名	キラウエア (ハワイ)	富士山	八ヶ岳	太刀岡山・兜山・黒富士 (山梨県)			



し、数mm程度の鉱物粒子が集合した等粒状組織からなる岩石です(図-8)。このように岩石はいろいろな鉱物の集合体のため、細かく粉碎すれば各鉱物に分離します。一方、鉱物はそれぞれ化学式で表すことができる特定の化学組成を持つ結晶からなるため、細かく粉碎しても同じ鉱物の微粒子になるだけで、生物の細胞のようなものです。

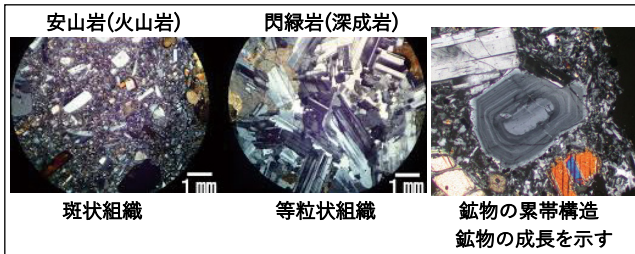


図-8 岩石の偏光顕微鏡写真(倉敷市立自然史博物館)

また、火成岩の冷却期間については良くわかっていません。そのうち地表に噴出した溶岩(火山岩)は、中

心部まで冷却するのに数10～数100年かかるとも言われています。1959年に噴火したハワイのキラウエア・イキ火山の火口に溜まった厚さ最大120mの玄武岩溶岩(火山岩)の例では、定期的にボーリング掘削が行われ、内部の溶融層の消失まで22年、完全に固結するまで35年ほどかかっています(産業技術総合研究所, 2017)。深成岩の冷却期間は直接観測できないため、岩体が冷却する過程で鉱物中の放射性元素の壊変が止まった時期(その鉱物の放射性年代)に対応する温度(閉鎖温度)などから推定されています。その結果、丹沢山地の深成岩類は500～400万年前のマグマの活動によって200～300万年の間に花崗岩質マグマが発生して上昇・固結(冷却)していることから、深成岩としては世界的に非常に速い100万年の間に約660℃の急激な温度低下があったことが分かりました(独立行政法人海洋研究開発機構, 2010)。(小村寿夫)

コラム

山の高さ

地球は、自転による遠心力のため、半径は赤道の方が極半径(北極-南極間)よりも20kmほど長い回転楕円体で、地球の形状に最も近いものを地球楕円体と言います。また、地球の表面は山や海などによる複雑な凹凸があるため、海面の平均的な高さを基準面(0m)としています。日本では東京湾の平均海水面を基準面とし、陸地(東京都千代田区永田町1-1)に基準の原点(東京湾の平均海水面からの標高24.39m)が設置されています。

陸域では平均海水面を延長して基準面としますが、地球をつくる物質の密度が場所ごとに異なり重力(地球の引力と遠心力の合力)の大きさや向きが変化します。そのため、仮に水路で海水を陸域に導いた場合には場所によって平均海水面の高さに差がでます。平均海水面を陸域まで延ばしてつくられる形をジオイドと呼び、どの場所でも重力の方向と鉛直になっています(図)。

ジオイド面(標高0m)を基準に地球上で最も高い山は、8,848mのエベレスト山です。また、山の高さを地球の中心からの距離で測ると、地球は赤道半径が極半径より20kmほど長い楕円体のため、赤道に近い南米エクアドルのチンボラソ山(6,310m)の高さが、北緯28度のエベレスト山よりも地球の中心からの距離が2km以上も長く世界一の高さになります。

一方、海域にある海底火山の高さは周辺の海底面からの高さになりますが、海面上に頭を出している火山島の高さは、一般に平均海水面からの高さ(標高)で示されています。たとえばハワイ島のマウナケア山の海面上の高さ(標高)は4,205mですが、水深約5,000mの海底から聳えているため、実際の高さは9,000mを越え、世界一高い山になります。

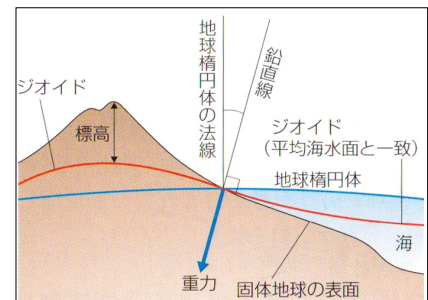


図 ジオイド(新皇出版社地球のしくみ)