

<図幅「富山」凡例> (凡例の順番を一部改変)

第四紀	f	扇状地堆積物	礫・砂及び泥
	c	崖錐・崩積及び地すべり堆積物	岩塊・砂及び泥
	Vn ₃	白馬大池火山第Ⅲ期噴出物	かんらん石含有普通輝石紫蘇輝石黒雲母角閃石安山岩溶岩等
	Vn ₂	白馬大池火山第Ⅱ期噴出物	かんらん石含有普通輝石紫蘇輝石安山岩溶岩等
新第三紀	Vn ₁	白馬大池火山第Ⅰ期噴出物	かんらん石角閃石含有普通輝石紫蘇輝石安山岩溶岩等
	G	黒部川花崗岩など	花崗閃緑岩及び斑状花崗岩-閃緑岩(苦鉄質包有岩濃集相を伴う)
	Vj	爺ヶ岳火山岩類など	流紋岩溶結-非溶結凝灰岩溶岩
	Ny-Na	西山層・魚沼層(下部)及び相当層	泥岩・砂岩及び礫岩、安山岩溶岩(Na)を挟む
古第三紀	F	珪長岩株・岩床及び岩脈	珪長岩
	Ga	有明花崗岩	黒雲母花崗岩
後期白亜紀	Gk	北又谷花崗閃緑岩及び青海花崗岩	角閃石黒雲母花崗閃緑岩-トータル岩及び白雲母黒雲母花崗岩
前期ジュラ紀	J ₁	来馬層群中部及び下部	主として非海成の砂岩及び頁岩(礫岩を伴う)
三畳紀-中期ジュラ紀	Hg ₄	毛勝岳花崗岩及び宇奈月花崗岩	黒雲母花崗岩
	Hg ₃	ヤタノ谷複合岩体	角閃石斑れい岩・角閃石黒雲母花崗岩及び石英閃緑岩
二畳紀	U	超苦鉄質岩	ダナイト・ハルトハージャイト及び蛇紋岩
	P	非変成-弱変成古生層	頁岩及び千枚岩、チャート・玄武岩・砂岩・石灰岩及び珪質頁岩の岩塊を含む
	Mo	青海・蓮華及び八方変成岩類(高圧型)	砂質及び泥質片岩・苦鉄質片岩・ザクロ石角閃岩・ラン閃石片岩など

<図幅「高山」凡例> (凡例の順番を一部改変)

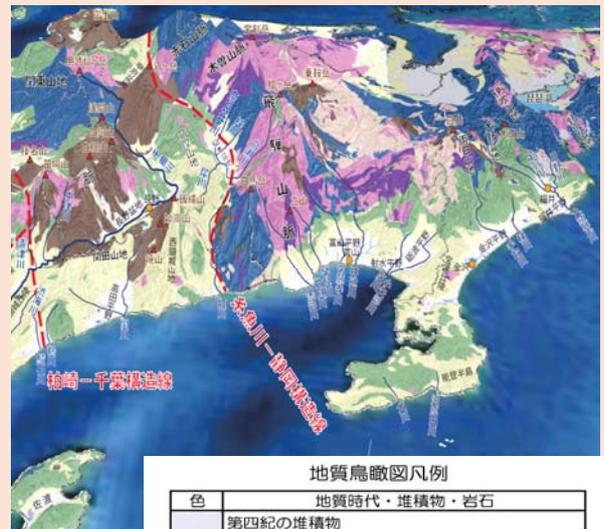
第四紀	a	沖積層	礫・砂及び泥
	ti	崖錐・崩積及び地すべり堆積物	岩塊・礫・砂及び泥
	t	段丘及び扇状地堆積物	礫・砂及び泥
	Vt	立山・雲ノ平及び焼岳火山噴出物	角閃石普通輝石紫蘇輝石安山岩・黒雲母紫蘇輝石デイサイトなどの溶岩及び火砕流堆積物
新第三紀	Hp	奥飛騨火砕流堆積物	紫蘇輝石角閃石黒雲母流紋岩溶結凝灰岩
	Gt	滝谷花崗閃緑岩・黒部川花崗岩など	角閃石黒雲母花崗閃緑岩及び黒雲母花崗岩
	Ha-Dp	穂高安山岩類及び爺ヶ岳火山岩類	安山岩-デイサイト 溶結凝灰岩・同溶岩・角礫岩等
	Oa-Op	猿丸層・美濃層及び大峰層	礫岩・砂岩及び泥岩 流紋岩火砕流堆積物(Op)及び安山岩溶岩(Oa)を挟む
白亜紀後期~古第三紀初期	Sh-Sa	槽層	砂岩・礫岩及び泥岩 安山岩溶岩・火砕流(Sa)を挟む
	Q-Ot	小川層	砂岩・礫岩及び泥岩 流紋岩凝灰岩(Ot)を挟む
	Sr	白沢天狗流紋岩	流紋岩凝結凝灰岩
	Ga	有明花崗岩・奈川花崗岩など	黒雲母花崗岩及び角閃石黒雲母花崗岩及び白雲母黒雲母花崗岩
白亜紀前期	Gb		斑れい岩及び閃緑岩
	Gdp		花崗閃緑斑岩
	K-Kv	笠ヶ岳流紋岩・木崎流紋岩など	流紋岩-流紋デイサイト 溶結凝灰岩(Ka)及び流紋岩溶岩(Kv)等
	Ms	美濃帯ジュラ系	塊状砂岩・砂岩泥岩互層及び珪質泥岩(礫岩を伴う)
ジュラ紀	T ₃ -T ₁	有峰亜層群(赤岩亜層群の一部を含む)	礫岩・砂岩及び泥岩 珪長岩岩床(T ₁)を伴う
	T ₂	石徹白亜層群	砂岩・泥岩及び礫岩
二畳紀	Fn	船津花崗岩類船津型	黒雲母花崗岩-花崗閃緑岩
	Fs	船津花崗岩類下之本型	角閃石トータル岩-花崗閃緑岩及び黒雲母角閃石花崗閃緑岩
	Fg	船津花崗岩類斑れい岩類	普通輝石かんらん石斑れい岩・角閃石斑れい岩・閃緑岩等
時代未詳	PC	未区分二畳-石炭系	チャート・緑色岩・泥岩及び砂岩
	J	超苦鉄質岩	ダナイト・輝岩及び蛇紋岩
	Sg	蒲田結晶片岩	苦鉄質片岩・泥質片岩・砂質片岩及び玄武片岩
	Hi	晶質石灰岩及び石灰質片麻岩類	晶質石灰岩・ドロマイト、黒雲母透輝石片麻岩、角閃石片麻岩等

【コラム】

地質鳥瞰図でみる北アルプスの地質

土地の成り立ちを空から眺めることができる図面が「地質鳥瞰図」です。

この図をみると、北アルプス一帯は紫色や青色が広い範囲を占めています。大陸から離れて日本列島が形成され始めたのが、2100 万年前(第三紀)。この年代をひとつの境目としてとらえると、これらの色の区域は、この時期以前に形成された比較的古い地層といえます。それ以後の地質は、今の日本列島の原型ができて以後の地殻変動や風雨等により形成されたものといえます。



地質鳥瞰図凡例

色	地質時代・堆積物・岩石
白	第四紀の堆積物
茶	第四紀の火山岩・火砕岩類
黄緑	新第三紀および第四紀の堆積岩類
緑	新第三紀の火山岩・火砕岩類
紫	第三紀および中・古生代の半深成岩・深成岩類
茶	古第三紀および中生代の火山岩・火砕岩類
青	中・古生代の堆積岩類
紫	中・古生代の変成岩類

緑や黄色、白、灰色の部分は、列島が大陸から切り離されたあと、広がってきたときの火山の活動もしくは火山灰が堆積した地質です。

図 1.6 日本海側からみた信濃川上流域の地質鳥瞰図

(出典: 6)

表 1.1 地質年代区分表

地質時代名		始まりの年代	
新生代	第四紀	完新世	1万年前
		更新世	260万年前
	新第三紀	鮮新世	530万年前
		中新世	2300万年前
	古第三紀	漸新世	3400万年前
		始新世	5600万年前
中生代	白亜紀	暁新世	6500万年前
			1.45億年前
	ジュラ紀		2.08億年前
			2.5億年前
	三畳紀		2.9億年前
			3.6億年前
	古生代	石炭紀	3.6億年前
		デボン紀	4.1億年前
		シルル紀	4.4億年前
		オルドビス紀	5.1億年前
カンブリア紀	5.7億年前		
先カンブリア代			

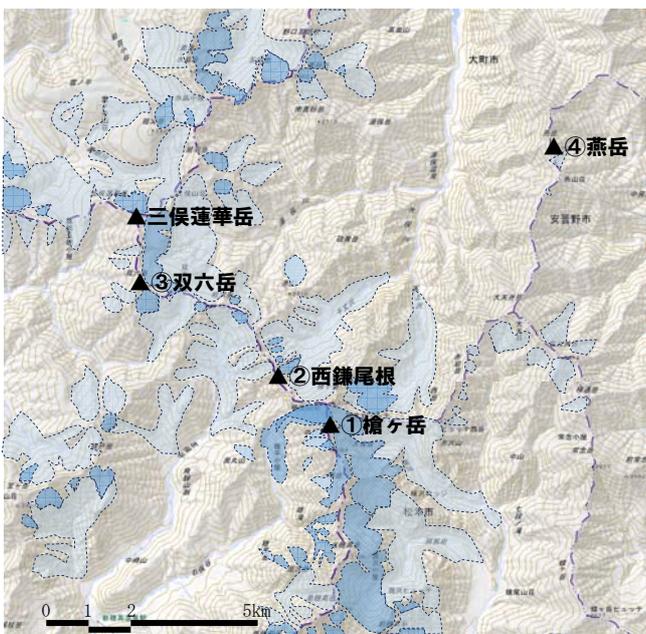
北アルプス 地質・地形の特徴 1

カルデラと氷河で形成された地形

北アルプスは、マグマとプレートの連動で隆起した山脈です。270～160 万年前の時期にはマグマの浮力で標高を増し、180～160 万年前には地下に巨大なマグマ溜りが形成されてカルデラ火山が噴火。その後のプレート運動による地殻変動で隆起するとともに、氷河期の氷河の影響等による浸食作用を受けて現在の形に近づいたと考えられています。



図 1.7 対象エリア 1 区域図 (出典:7)



氷食地形の範囲 旧期(約 6 万年前) 新时期(約 2 万年前)

図 1.8 北アルプス南部の氷河地形の分布 (出典:8)

◆槍ヶ岳の穂先の形成 (▲1)

「槍」の穂先の生成には、岩質と槍ヶ岳を含む北アルプス一帯に形成されていた山岳氷河が関与しています。槍ヶ岳山頂部の岩石は、「凝灰角礫岩」という火山岩で、非常に硬く、氷河の浸食への耐性も強い特徴があります。

一方、6 万年前の氷河期には槍沢カール、涸沢カールなど大きな規模の氷河地形が形成されました。さらに、2 万年前の氷河期では、山の上部に存在した氷河が、槍ヶ岳の山頂部の四方を削りました。これらの結果、硬い岩質部分が削り残され、槍のような穂先が誕生しました。



写真 1.1 槍ヶ岳の「穂先」と山頂一帯の地形

◆険しい西鎌尾根 (▲2)

西鎌尾根は、蒲田川左俣谷側と千丈沢側からの 2 つの方向から発達した氷河によって削られてできた山稜で、険しい地形となっています。このような氷食地形のことを『アレート地形』と呼び、形成過程は槍ヶ岳の穂先と同じです。



写真 1.2 西鎌尾根一帯の地形

◆平坦な双六岳山頂 (▲③)

「飛行場」と称されるように、平坦な地形が広がっています。この地形は、氷河の塊が帽子のように覆う「氷帽氷河」が関与したといわれています。

元の地形がなだらかで、かつ浸食力がそれほど強くない箇所では、氷河が発達する前段階で、凍結破碎作用が生じ、表面が岩屑斜面となります。この条件では、削りこむ作用が加速せず、そのままその上に氷河が重なりやすくなります。この作用が繰り返され、平らな地形が形成されたと考えられています。



写真 1.3 氷帽地形と推測される双六岳山頂付近の地形

◆非対称地形と氷河 (→11 ページ 図 1.19▲⑬)

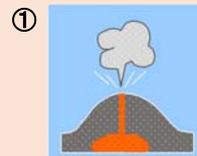
北アルプスでは、冬季には北西からの季節風が強いため、西側斜面の雪は吹き飛ばされ、東側斜面に堆積して大きな雪庇が形成されます。雪庇は崩れて雪崩を頻発させるため、東側斜面は浸食を受けやすく、傾斜が急になり、東西で非対称な地形が形成されやすくなります。さらに、寒冷期の東側斜面では、雪渓が氷となり、そのまま氷河になっていったと考えられています。



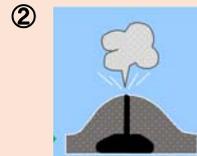
写真 1.4 白馬岳山頂付近の非対称地形

【コラム】 カルデラ火山

火山活動でできた径 1km 以上の凹地形を「陥没カルデラ」といいます。槍穂高連峰でも、今から約 175~176 万年前に大規模な噴火を伴う火山活動があり、その痕跡となる地質が確認されています。



① 岩盤にマグマの通路となる割れ目が形成され、それによって噴火。



② 火山灰や溶岩が急速に供給されるためマグマだまりが空洞化。真上の岩盤が陥没。



③ 新たにできた凹地内に、噴出した火山灰や溶岩が堆積。

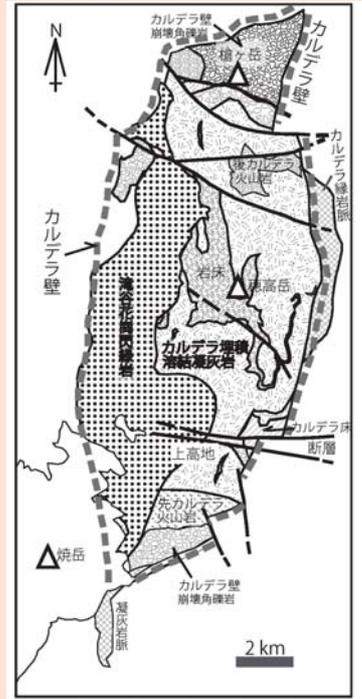


図 1.9 カルデラの形成過程 図 1.10 槍穂高カルデラの分布 (出典: 9)

雪線高度の変化と氷河の形成

平均気温が 0℃ の標高を雪線といい、雪線より上位の場所では氷河が形成されます。現在の北アルプス付近での雪線高度は 4000m ですが、氷河の時代では、現在よりも 7~8℃ ほど気温が低く、雪線高度は 2600m でした。北アルプスの西側は、風が強く雪があまり積もらず、東側の斜面に雪庇ができ、これが凍結・融解、浸食などの作用を通じて雪渓となり、氷に変わり、氷河となっていたと推測されます。

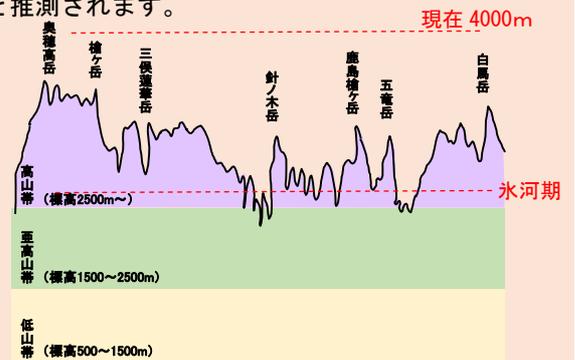


図 1.11 雪線高度の変化 (出典: 10)

北アルプス 地質・地形の特徴 2

岩質によって決まる山の形状や色合い

北アルプスの山塊は、深い場所で冷え固まった花崗岩が主です。北部には蛇紋岩地帯もあり、これらの岩質は、風化等の作用により崩壊を誘発する一因となっています。



図 1.12 対象エリア 2 区域図 (出典:7)

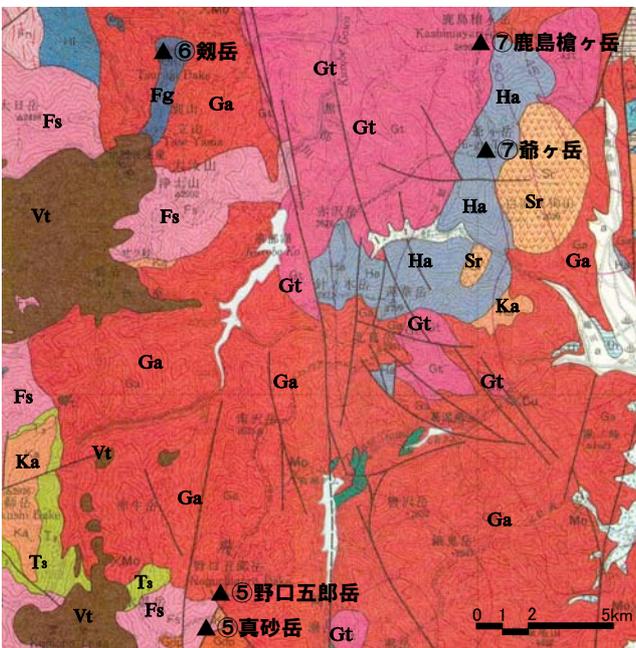


図 1.13 対象エリア 2 地質図 (出典:4)

二疊紀	PC	未区分二疊一石炭系	古第三紀	Ga	有明花崗岩 奈川花崗岩など
ジュラ紀	Fg	船津花崗岩類斑れい岩類	Gb	斑れい岩及び閃緑岩	
	Fn	船津花崗岩類船津型	Sr	白沢天狗流紋岩	
	Fs	船津花崗岩類下之本型	Vt	立山・雲ノ平及び噴岳火山噴出物	
	Kz	木崎層	a	沖積層	
	T3	有峰蓋層群(赤岩亜層群含む)	Gt	浅谷花崗閃緑岩・黒野川花崗岩等	
白亜紀	Gdp	花崗閃緑岩	Ha	標高安山岩類及び野口五郎岳火山岩類	
白亜紀	Ka	笠ヶ岳流紋岩・木崎流紋岩等	Hi	晶質石灰岩及び石灰質片麻岩類	

◆野口五郎岳～真砂岳の花崗岩 (▲⑤)

下の写真の手前(真砂岳側)の稜線に残っている岩石は粗粒閃緑岩です。耐浸食能力が高く、山岳地域ではなかなか風化しません。このため、鋭い尾根やピークが形成されやすくなります。

一方、写真奥に見える野口五郎岳までの地質は、粗粒花崗岩です。この岩質はマサ化しやすいため険しい地形にはなりにくい特徴をもっています。



野口五郎岳周辺は風が強く、風衝斜面となり、表層の花崗岩はマサ化している

写真 1.5 野口五郎岳と真砂岳付近の山頂付近の比較

◆劔岳方面の花崗岩 (▲⑥)

劔岳など立山一帯は、ジュラ紀の閃緑岩で形成されており、標高の高い稜線部にみられます。ジュラ紀の閃緑岩は角閃石が多いため色が黒っぽく、浸食に対して強い特性をもっています。



写真 1.6 黒っぽい色合いの閃緑岩が稜線にある劔岳

◆燕岳方面の奇岩 (→5 ページ 図 1.7▲④)

山頂部に奇妙な形をした岩峰(奇岩)が目立ちます。花崗岩を構成する鉱物の粒子は粗いところと、細かいところとがあり、後者のほうは、岩がしまつて風化しにくい特徴をもっています。

奇岩の部分は粒子が細かい部分です。岩の下部の斜面部分には、岩の表面から風化した鉱物が移動し、砂礫地が形成されています。



写真 1.7 燕岳の奇岩

◆白馬岳方面の蛇紋岩 (→11 ページ 図 1.20▲⑬)

複雑な地質の中でも特に「蛇紋岩」は、他の岩質に比べ摩擦係数が非常に低いことから豪雨や地震などが加わると、表層では斜面崩壊、深ければ深層崩壊しやすいといわれています。



写真 1.8 八方尾根稜線沿いの蛇紋岩

蛇紋岩を構成する鉱物はカンラン岩で、ここに水が加わって膨潤した岩石です。比重は 2.8~2.9。滑石など非常に摩擦係数の低い鉱物を含むため滑動要因にもなります。八方尾根は蛇紋岩が露出した典型例です。

【コラム】

北アルプスの岩質

北アルプスの山塊の表層地質の大半を占める岩石は花崗岩や閃緑岩です。これらの特徴を紐解いてみます。

岩石の種類	超塩基性岩	塩基性岩	中性岩	酸性岩
SiO ₂ の量(質量%)	約45%	約52%	約60%	約66%
火山岩(急冷斑状組織)	玄武岩	安山岩	デイサイト・流紋岩	
深成岩(徐冷等粒状組織)	かんらん岩	斑れい岩	閃緑岩	花こう岩
おもな造岩鉱物の量(体積比)	かんらん 黒雲母 有色 鉱物 その他	かんらん 輝石	Calに富む斜長石 角閃石	石英 カリ長石 NaIに富む斜長石 黒雲母

図 1.14 岩石の特性 (出典:11)

石英の量が花崗岩の風化の程度を左右

閃緑岩や花崗岩に含まれる石英は鉱物の中でも膨張率の高い性質を持っています。寒暖差により伸縮を繰り返すことで、周りの鉱物との間にストレスがたまり、微小なクラックが発生し、これがもととなって、マサ化が進行します。

高山での風化作用は、寒暖の差が非常に大きいいため、物の伸縮・膨張過程で生じる機械的風化が卓越します。したがって、石英の量とサイズは風化の進行度合いを左右します。石英が多く、粗粒な花崗岩ほど、高山では風化しやすく、その量が少なく細粒な閃緑岩は、風化や浸食への耐性が強い岩質であるといえます。

花崗岩の粒子の大きさの違い

花崗岩はその粒子の大きさから、粗粒、中粒、密粒の3種類に分けられます。これはマグマからの冷却速度の違いによるものです。花崗岩は地下数km以上の深い位置にあるため、数~数十万年の冷却期間を経ます。その間にゆっくりマグマから結晶化が進みます。この期間の長い「粗粒」なものほどゆっくり冷え固まっています。

ジュラ紀の花崗岩

ジュラ紀の花崗岩は形成深度が深いことが特徴です。深い場所は、マグマのある周囲の温度、地温が高いため、非常にゆっくり冷えます。また、変形作用も受けており、石英の組織が変わります。石英自身が高温状態でひずむと多結晶の集合体(マイロナイト化)になり、その物性が変化し、風化抵抗力が大きくなります。