

地球の話をしよう

～南アルプスの魅力に感動！～

山梨県立大学 奥水達司

はじめに

日本列島の中央部には大きな山脈として、飛騨山脈・木曽山脈・赤石山脈が連なり、これらが総称され日本アルプスと呼ばれている。一方で、これらの山脈は北から順に、北アルプス(飛騨山脈)、中央アルプス(木曽山脈)、南アルプス(赤石山脈)とも呼ばれている。本講演で対象にしている南アルプスは、甲斐駒・鳳凰山系、白根山系、赤石山系にわたる3つの大きな山系によって構成されているものである。

こうした山々の形成プロセスについて、古くは、と言っても今から40~50年ほど前までは、地向斜造山という理論体系によって説明されていた。すなわち、上下の重力運動に主たる要因を求めて、山地形成を含む自然の成り立ちが理解されてきた。ところが、1960年代に地球科学では革命的なパラダイムとして、地球表層部が水平的に運動する、という大変換が提示され、その後現在までに地球表層部の地形・地質が合理的に理解できるようになってきている。プレート・テクトニクスであり、今ではブルーム・テクトニクスに発展してきている、地球上の火山活動や造山運動などを統一的に説明する学術理論である。

この経緯で、南アルプスに分布する地層には、日本列島の土台を構成する普遍的な情報が含まれていることが理解できるようになった。しかもその過程で、南アルプスの形成史において特徴的な地質現象でもある、日本列島中央部の屈曲する独特な地形・地質の成り立ちも理解できるようになってきた。つまり、今から130年ほど前にナウマン博士によって、日本列島形成史が総括された中にも示されている、本州中央部の屈曲した地形・地質の構造について、その屈曲の要因が、ようやく今から20~30年前にプレート・テクトニクスの視点から合理的に理解できる状況になった。このような地球科学分野の理解が進行する過程を踏まえながら、私の講演では富士火山の成り立ちとの違いも意識しつつ、南アルプスの形成史を歴史科学的に紹介してみたい。

その上で、地球規模においてもユニークなこの南アルプスの地形・地質を土台にして、そこに生息する動・植物の特異性にもわたり、これらが系統的な仕組みの中で存在できた点を紹介したい。しかも、この背景の中で、南アルプスの豊かで貴重な自然は、一度壊れると復元することは容易でないことも、多くの人々に認識されるよう希望したい。

日本列島の土台形成史と南アルプスの地質

日本列島を広く見渡してみると、九州から関東地方にかけて概ね東西方向に、幾つかの帯状の地質群の分布が認められ、そのうち最も南側(太平洋側)に四万十帯が発達している。この帯状の地質群、すなわち日本列島の土台の検討からその形成過程については、1980年頃を境に飛躍的な進展が図られた。

一般に、海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む際に、海洋起原の堆積物が海洋プレートから剥ぎ取られ、これに加えて大陸側からの堆積物も一体になり、大陸プレートに次々に押し付けられて積み重なって付け加えられていく。その作用を「付加作用」と呼び、堆積層の積み重なったものを「付加体」と呼んでいる。海溝では新しい付加体が次々と形成され、古い付加体の下にもぐりこみながら大陸側へ付加していく(図1)。

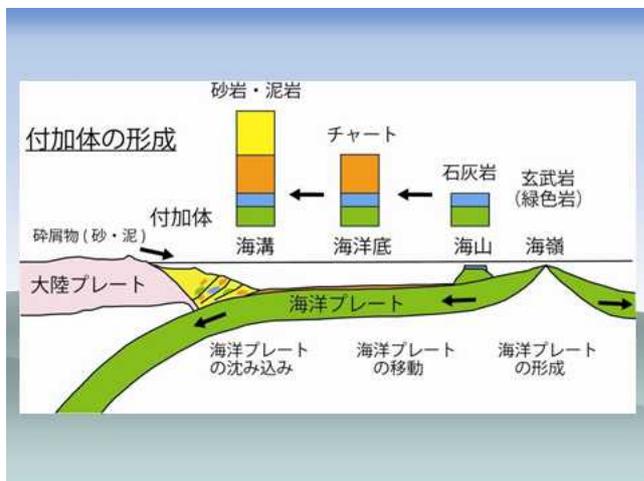


図1：付加体地質の形成概念図

日本列島の骨格は、この付加作用によって形成され、3～4億年に遡る古生代から、大陸の縁片から運搬された土砂や岩石と、さらに海洋プレートの堆積物が剥ぎ取られ、これらがアジア大陸の東縁に付加してきた。白亜紀後期以降現在に至るなかで、日本列島の最も太平洋側にフィリピン海プレートの沈み込みによる四万十帯の付加体が形成されてきた。そして、南海トラフにおいては、現在でも付加体の形成が進行中、という状況にある(図2)。

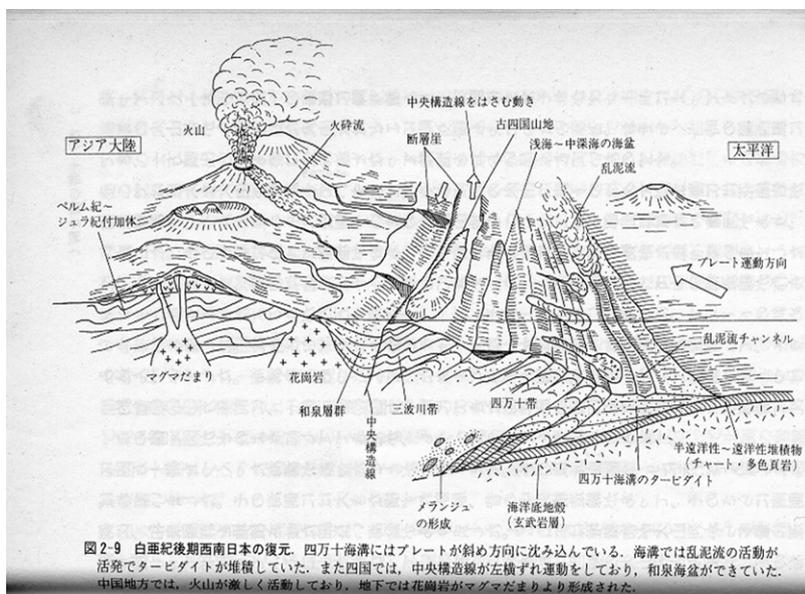


図2-9 白亜紀後期西南日本の復元。四万十海溝にはプレートが斜め方向に沈み込んでいる。海溝では乱泥流の活動が活発でタービダイトが堆積していた。また四国では、中央構造線が左横ずれ運動をしており、和泉海盆ができていた。中国地方では、火山が激しく活動しており、地下では花崗岩がマグマだまりより形成された。

図2：付加体システムによる日本列島土台の形成概念図(平, 1990)

日本海の形成と南アルプスの地質

概ね 3 億年前から約 1500 万年前にかけて、プレートの沈み込みに伴って成長してきた日本列島の土台は、その当時から現在の場所に存在したのかといえば、そうではない。この点については、1980 年代以降の「古地磁気学」などの研究によって、日本列島の成り立ちや日本海の形成史の理解が著しく進んだ研究から説明される。

そもそも日本列島の土台の形成場所は、現在の朝鮮半島付近からロシア・極東の沿海州付近にわたるアジア大陸の東縁部に、ほぼ直線的な形態で存在していた(図 3-(a))。古地磁気学の 1980 年代における特に地層に記録された「偏角」の研究によって、概ね 1500 万年前(あるいはそれ以降)には、それまではアジア大陸東縁にあった日本列島が、現在の西南日本は時計回りに、また現在の東北日本は反時計回りに回転し、アジア大陸から完全に離れ、現在の位置に移動したことが理解されるようになった(図 3-(b))。こうして、地層の水平移動に関する古地磁気学から導かれた研究は、日本海誕生史の解明にも貢献したわけである。

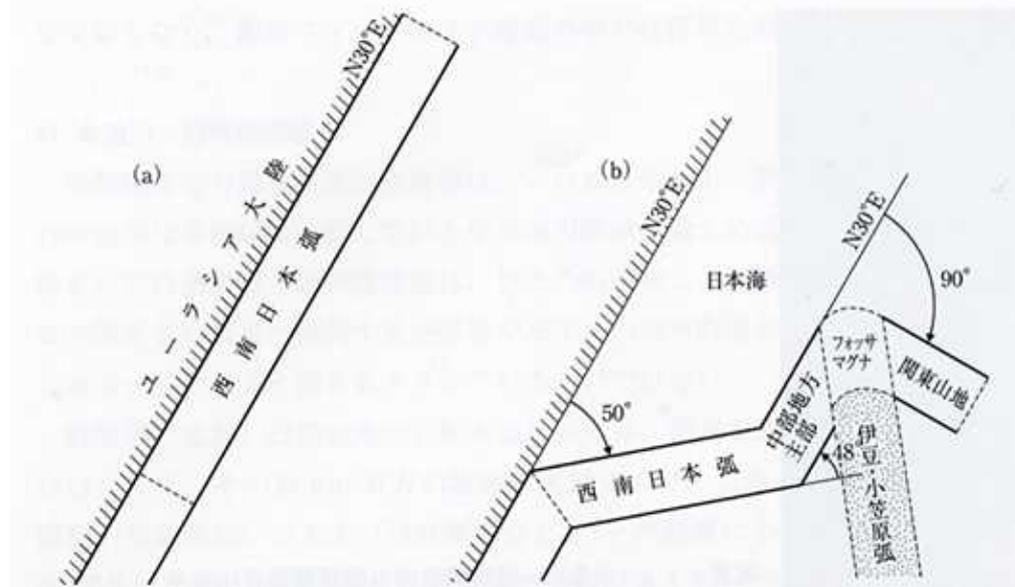


図 3：日本海の形成過程と本州中央部の屈曲過程（松田, 2006）

南アルプス地域の上昇

アジア大陸から離れ、日本列島が現在の位置に移動したことに加え、その頃にはさらに大きな地質学事件が本州中央部でおこった。つまり、アジア大陸東縁部から離れて移動する西南日本の東縁部は、日本列島の南に位置し徐々に北上する伊豆 小笠原弧に衝突することにもなった。

これらの現象を南アルプスおよび周辺域に存在する具体的な山地名で説明すると、西南日本の東縁部の前面には赤石山地が位置し、一方で、伊豆 小笠原弧の前面部には北に向かって順に、丹沢山地、御坂山地、櫛形山地が位置しており、とりわけその最前部(北端部)

には楯形山が位置し、これら山地が次々に日本列島側（東縁部）に衝突していたことになる。この一連の衝突については、「多重衝突」などと呼称されている。その結果、本州中央部は屈曲した地質構造になり、南アルプス地域はまさにその影響を端的に受けた地域になっている。同時に、この地質学事件によって、フォッサ・マグナも形造られたのである(図4)。

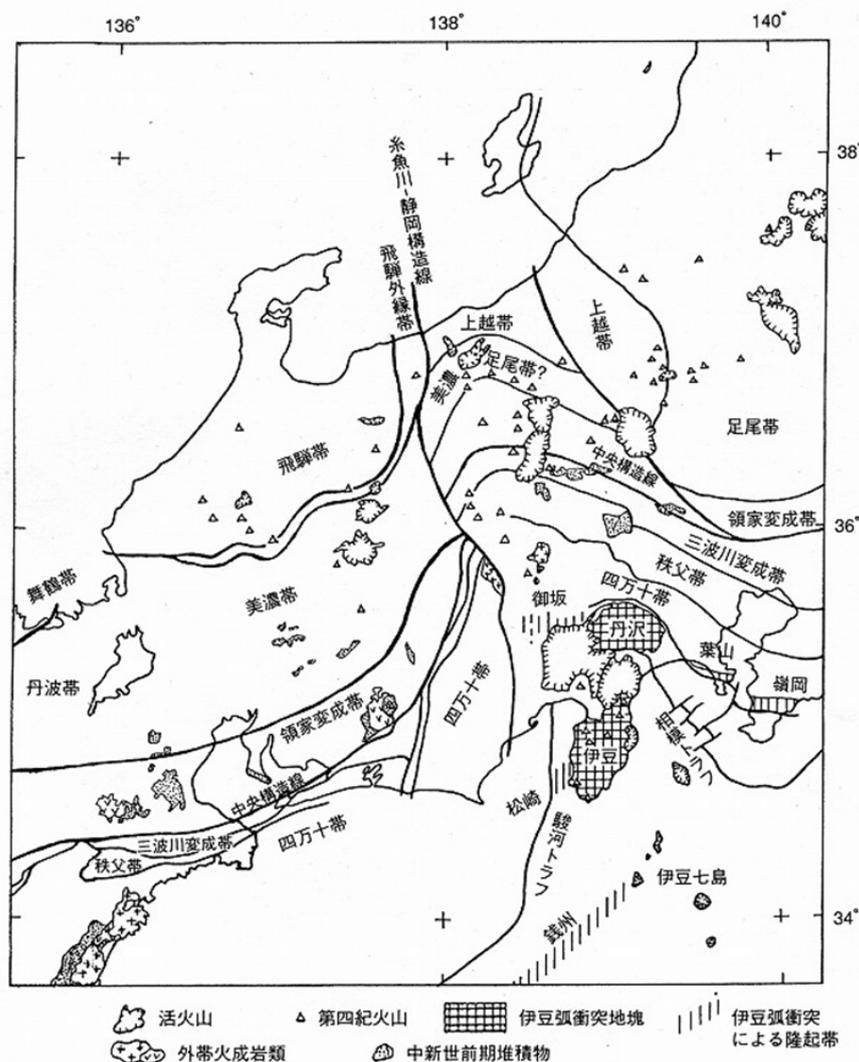


図 I.1.3 伊豆弧衝突による中部地方帯状構造の大屈曲

図4：本州中央部の地質構造図（新妻, 2006）

以上を要約すると、アジア大陸から日本列島が離れる動きがあり、さらに北上するフィリピン海プレートや太平洋プレートの水平移動などによって、南アルプス地域は激しい衝突及び圧縮の場にさらされた。その結果は、糸魚川 静岡構造線や本州中央部における逆「く」の字型の屈曲構造の形成のみならず、南アルプス地域が今から 100 万年前頃から急激な上昇域に転ずることにもなった。

早川町付近に発達する富士川層群中の曙層（図5）には、この地域が海域から陸域へ転じた環境推移の様子が、地層に含まれる貝殻化石に加え礫岩の存在からも読み取れる。つまり、貝殻の化石からは、この場所が当初においては海的环境であったことが、また礫岩の存在からその背後における急激な上昇域（山地）から下流域への砂礫の供給、といった過去の環境が、これら地層の構成物から読み取れるわけである。



図5：早川橋付近の小原島貝化石

衝突や付加作用によって、海域から陸域に転じその後の上昇域に至る変遷は勿論、上昇の速さについても、具体的に赤石山地における監視データから、年間3～4mmというスピードが報告されている（図6：檀原,1974 など）。現在の監視データから求められる隆起速度が、100万年前頃に遡った過去から現在まで、同じスピードで赤石山地（南アルプス）が上昇を継続したと仮定した場合、3000mの山地隆起については矛盾なく説明できる。



ところで実際に、3000メートルの南アルプスの山々に足を運ぶことで、日本列島が古い付加体に順次若い付加体が貼り付けられ、山地として成長をし続けてきた様子を観察することも可能になる。例えば、南アルプスの北岳山頂付近に分布する海洋玄武岩は中央海嶺付近から、また北岳の山頂付近の北岳山荘（山小屋）周辺に分布する石灰岩（図7）やチャートは、中央海嶺（赤道付近）よりも幾分北上した海山付近や大洋底から、それぞれプレートに乗って日本列島にやってきたものである。



図7：南アルプス北岳山頂付近の石灰岩と高山植物（タカネマンテマ）

いずれにしても、この南アルプスの上昇スピードは、本邦のみならず、世界でもトップ

クラスの速さとなる点は特筆される。以上の地質学過程によって、南アルプス地域で最も高標高域に位置する北岳、間ノ岳、農取岳の基本形ができたのである。

南アルプスに残された氷河地形

南アルプス地域の地質特性は、急激な隆起現象が筆頭に挙げられ、さらに測地測量データから現在も隆起が継続していることが示される。この経緯から、本州中央部に 3000m 級の山々が約 100 万年の中で出来たことを踏まえると、今から 10 万年～20 万年前には概ね現在に近い山の姿を示していたことが想像できる。こうした山々の形成プロセスに加え、さらに太陽系の中の惑星としての地球について考えてみると、本来経験してきている寒・暖の気候変動リズムの反映・影響がこの南アルプスにも重なり、その結果、我々は南アルプス地域に氷河地形の痕跡を知ることができる。この氷河地形ができる点を理解するため、以下に地球規模の気候変動の仕組みの要点を述べる。

地球の気候の変化を地球史のレベルで遡ってみると、過去から何回も地球には寒・暖の気候変動が繰り返されてきている。このうち比較的寒冷な時期を「氷期」、温暖な時期を「間氷期」に区分されており、現在は間氷期にあるとされている。最も近い過去の「氷期」のピークは約 2 万年前にあたり、この頃の寒冷気候の時代を最終氷期と呼ばれている(図 8)。

日本列島中央部の南アルプスは、現在では「温暖な地域」に位置しているものの、最終氷期の頃には、既に現在に近い山地が形造られ、しかもこの最終氷期頃には寒冷な気候であった。このため、南アルプス地域を含む広い範囲には、氷河によって造られた地形が記録されているわけである。

大洋底堆積物から得られた気候変動を示す酸素共同位体比曲線 (Prell, et al., 1986 などから作成)

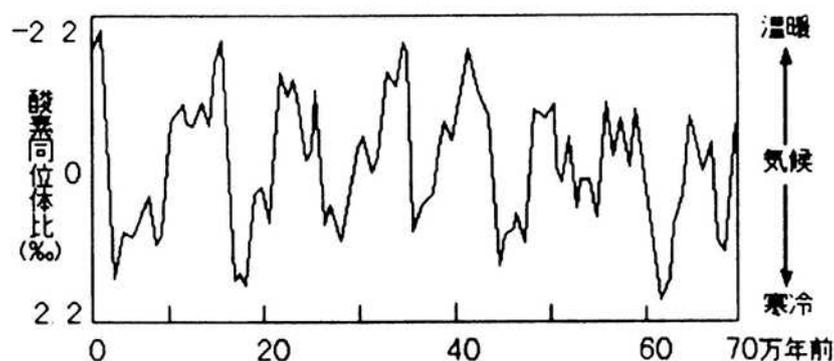


図 8 : 過去から現在にわたる気候変動曲線 (興水, 2010)

もちろん、約 2 万年前の最終氷期の時代には地球全体が寒冷化したため、海においては海水面の低下といった現象が、その一方で陸地においては地球上の高緯度や高標高など広

い範囲にわたり氷河が、それぞれ認められたわけである。それゆえ最終氷期の日本列島において、北海道や本州中央部の高標高地域において山岳氷河が発達していた。



図9：仙丈ヶ岳山頂付近のカール地形（氷河地形）

氷河地形が南アルプス地域に現在においても認められる場所としては、仙丈ヶ岳（図9）間ノ岳、荒川岳、東岳などである。特に、荒川岳の南側で見られるカールは、日本で確認されている中で最も南に位置するため、特筆されるものである。これ以外に、氷河に関して造られた地形としては、氷河によって地表が削られ運搬され、その後に堆積したモレーンなども南アルプスの高標高地には認められる。さらに氷河周辺の特に寒冷地域にみられる地形としての周氷河地形にまで対象を広げると、これらは南アルプスの各地で多数認められる。

氷河時代から後氷期の時代へ

地球の歴史の中では以上に述べた最終氷期の後、概ね1万年～9千年前を境にそれ以降、気候は相対的に温暖化傾向に進み、後氷期あるいは間氷期と呼ばれる時代に私達は生きているわけである。かつて氷河作用が記録された南アルプスの高標高地域は、氷河の融解等によって、あるいはその後の温暖期における活発な降雨現象によって、地層に記録された当時の氷河の記録の多くは消滅してきている。こうした、地球の気候変動を考慮したときに、地層に刻まれた南アルプス地域の氷河時代の面影は、貴重なものである。結果的に、現在我々が眼にしている南アルプスの地形の全体的な姿は、氷河の影響よりもむしろ、間氷期における降雨によって、その地形の主体が作られた、ということにもなる。

現在も活発に隆起を続けている地域であり、当然の成りゆきとして、南アルプスでは山地の崩壊が多く発生し、降雨（や降雪）の作用を基本とする侵食・運搬・堆積のプロセスが活発におこなわれてきたのも、この地域特有な現象である。隆起する山を削りこんで V

字河谷を形成しつつ、土石を運搬し、御勅使川扇状地を造っている。

まとめ：南アルプスの特異な大地形成史、その地形・地質に生息するユニークな生物

威風堂々と不動のようにそびえ立つ南アルプスは、20世紀後半の科学の進歩により、本来は平坦で甲府盆地と同程度の標高にあったものが、今から100万年前頃から隆起に転じ、現在の山々が形造られたことが理解できるようになった。この事情により、南アルプスの頂き付近に、かつて地球上を広く覆った氷河の痕跡が残されている事実についても無理なく説明されるようになったのは、さほど昔のことではない。このことを象徴する例として、北岳山頂部や仙丈ヶ岳などに生息するライチョウは、氷河時代以来生き延びてきている貴重な生物となる。地球史の理解が進む中で、氷河時代の寒い環境から、現在のような比較的温暖な環境まで変遷してきている南アルプスには、ライチョウ以外にも多様な生物種が分布する点でも、地球規模の視点から観て、極めて貴重な領域となるわけです。

このような背景から、特にその科学的価値が再認識される過程で、平成25年9月には山梨・静岡・長野の3県にまたがる南アルプス地域を対象に、ユネスコ・エコパークの申請に至ることができた。平成26年度には正式登録になることが期待されている。さらに、その先には念願の世界自然遺産登録の道を目指すことになります。