

第5節 四阿火山

四阿火山は真田町・須坂市、そして群馬県嬭恋村にかけて広がっており、頂上に直径約3kmの池の平カルデラ（爆裂や爆発に伴う陥没などにより形成された火山性の凹地）が存在する、標高2,333m、面積約14km²の成層火山である。菅平からはそのたおやかな山容を望むことができ、最近では登山道も整備されてますます身近な山になりつつある。

ここでは、まず四阿火山の地質と地形を概観し、次に四阿火山における各種の地質上の見所について述べることにする。地質上の見所については概念図（図1）を参照していただきたい。

1 四阿山の地質

(1) 四阿山の基盤

四阿山活動以前には内村層や別所層が堆積していた。その後、大松山などに見られる石英閃緑岩の活動があり、この地域を隆起させた。また、不動堂溶岩や米子凝灰角礫岩が米子溶岩の下位にあり、大谷溶岩の下にも湖成層が見られ、四阿火山の基盤の一部を構成している。

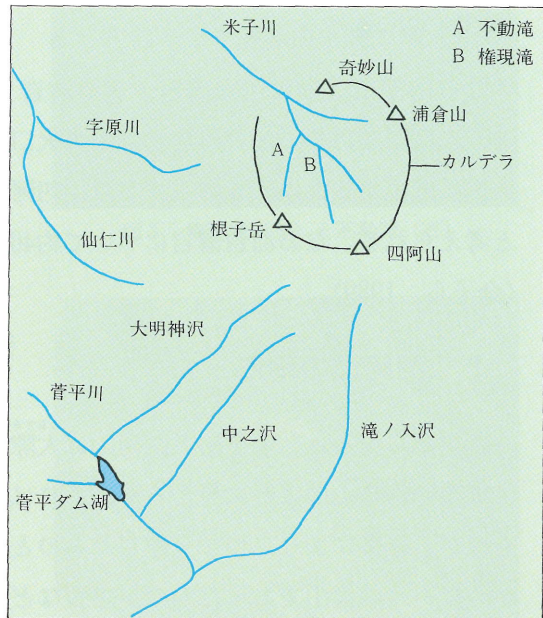


図1 四阿火山略図

(2) 第一期火山活動

この時期の活動は米子溶岩・大谷溶岩・米子奇妙溶岩・六方石溶岩・上砥草溶岩・根子岳溶岩・茨木溶岩・四阿軽石流・神川溶岩の各溶岩・火砕流の活動である。

特に米子溶岩は四阿火山の最下位の溶岩で、^{ばくだい}莫大な量の噴出を行っており、四阿火山の山体の大部分を形成したと思われる。第一期の溶岩は板状節理・柱状節理（溶岩の冷却の際にできる割れ目を節理と呼ぶ）がよく見られる。

筆者らはこの第一期火山活動と平行して四阿火山南東部に^{おおぼら}大洞層が堆積したと考えている。なお、金子隆之氏ら（1989）はカーリアルゴン法による年代測定で、唐沢ノ滝の神川溶岩、菅平の六方石溶岩についてそれぞれ約65万年、約68万年前のものとしている。

(3) 第二期火山活動

この時期の活動は四阿溶岩・浦倉溶岩・池の平溶岩、岩脈（的岩など）の活動である。池の平溶岩は中央火口丘（カルデラ形成後にカルデラ内に噴出する火山）を作っており、四阿山の火山活動末期に噴出したと考えられる。なお浦倉溶岩について約46万年前のものと言われている（金子ら 1989）。

2 四阿山の地形

菅平から見ると、根子岳と四阿山は^{おおすきま}大隙間（図2）と呼ばれる谷を隔てて全く別の山のように見えるが、これはもともと一つの山体であったものが、爆裂により二つに分離したものと考えられている。このように、かつて一つの火山であったものが爆裂などで、見かけ上分離しているので四阿火山と言う時には四阿山だけではなく、根子岳・浦倉山・奇妙山

も含むのが通例である。

これらの峰々はいずれも、四阿火山の山頂カルデラを囲む外輪山の一部である。四阿山の名前は何回もの爆裂で山体が分断されて、麓から見ると頂上が四阿屋あずまやの形に似ていることによる。また、河川の侵食、寄生火山なども四阿火山の地形に変化を与えている。



図2 根子岳と四阿山の鞍部大隙間

3 不動滝・権現滝周辺

四阿火山には数多くの滝があるが、この二つの滝（図3）は最も著名であるばかりでなく地質的にも興味深い。

滝を作っているのは米子溶岩で、厚さが70～150mあり、莫大な量の噴出だったことが分かる。滝の最下部には米子凝灰角礫岩が見られる（図4）。凝灰角礫岩は溶岩よりも侵食に弱いので、削られて溶岩よりも後退した位置にある。不動滝からやや下流には砂岩・泥岩が交互に積み重なった層の互層が見られる。



図3 権現滝（左）と不動滝（右）



図4 不動滝の米子溶岩と米子凝灰角礫岩



図5 奇妙滝



図6 黄色の河床（硫黄）と赤い河床（鉄）



図7 池の平 手前の山が中央火口丘

不動滝・権現滝の対岸（米子川右岸）は、^{いおう}硫黄を採掘していた旧米子鉱山で、平坦な地形が広がっている。鉱山や鉱山事務所だけでなく学校もあり、最盛期には200名ほどの人達が働いていた。この鉱山はすでに寛永年間（1624～1643）から開発が始まったと言われている。

鉱山跡から北東へ500mほど行くと奇妙滝（図5）があり、滝のすぐ下流で奇妙滝からの流れとその支流が合流している。そこでは奇妙滝からの流れでは鉄が沈殿して河床が赤くなっており、支流側は硫黄を沈殿させて黄色くなるという対照的な光景を作っている（図6）。

一方不動滝・権現滝より上流では、米子川による侵食が進んではいるものの、一部には平坦面も残されている。

またカルデラ内のやや南よりに池の平中央火口丘（図7）が見られる。

4 菅平周辺の地質

菅平ダム湖及び神川は国道沿いにあり、地質を観察するには好適な場所である。そこでダム湖周辺の地質を見てみることにする。

(1) 石英閃緑岩

石英閃緑岩は四阿火山の基盤であり、ダム湖の周辺では主として菅平川の右岸（大松山）及び河床に見られる。菅平川右岸は大松山であり、菅平川は地質的にも右岸の大松山石英閃緑岩と左岸の四阿火山噴出物を境しているといえる。

ダム湖より上流には二重滝（図8）があり、塩野入忠雄氏（1983）はこの滝を神川の回春（隆起などにより河川が侵食力を復活させること）の先端点としている。つまり二重滝を作っている石英閃緑岩が川の侵食に抵抗しているために、滝の上流側への侵食が進まず上流側が浅い谷、下流側が深い谷になっているのである。なお、滝の下流側には小さいポットホール（図9 岩石が水流で回転しながら河床を削ることにより生じたくぼみ）が存在している。



図8 二重滝 石英閃緑岩



図9 神川のポットホール

(2) 大洞層

大洞層は現在の大洞周辺に存在していた湖（塩野入氏は古大洞湖と呼んでいるので、ここではその呼び方を用いる）の堆積物よりなる層で、ダム湖沿岸や標高1,200m～1,220m 付近の菅平川沿岸に分布し、大明神沢でも一部が露出している。

古大洞湖は四阿火山の第一期火山活動時に四阿火山の噴出物によってせき止められて出来たと考えられる。

古大洞湖堆積物の中で下位の地層（初期の頃の湖の地層）は安山岩質の礫や軽石を含んだ火山砂で、軽石の中にはかなり大きなものもある。

下位の地層が堆積した時には、湖周辺から活発に土砂が流れ込んでいたと思われる。この時期の地層には荷重痕（下位の地層が十分固まらないうちに上位の地層が堆積すると、上の地層の重みで地層境界が変形する）が発達している（図10）。



図10 地層境界が変形した荷重痕

おそらく初期のころの湖はまだ浅く、川と大差ない状況だったのであろう。

やがて湖は深くなり、静かな堆積環境に変化すると、砂岩と泥岩が交互に積み重なった砂泥互層（図11）が堆積するようになる。砂泥互層は湖の左岸の道沿いで見られるので、児童生徒の格好の観察場所になっている。湖には珪藻けいそうが繁殖し、その種類から塩野入氏は静かな日当たりの良い湖であったろうとしている。



図11 砂泥互層

神川が上流に向かって侵食を進めてくると、湖をせき止めていた溶岩が侵食され、湖の湖面は低下する。湖の末期である。湖が浅くなったため堆積物に礫が混ざるようになり（図12）、大洞層は礫混じりの火山砂に変化して行く。



図12 礫混じりの火山層

大洞層は、神川上流沿いにも姿を見せており、また、唐沢ノ滝で神川溶岩に覆われている（図13）。



図13 大洞層 上部が神川溶岩で下部が大洞層

（3）四阿軽石流堆積物

大洞層の上に厚い軽石層が乗っているのが、いくつかの場所で観察できる。図14は神川上流の標高1,200m 付近の露頭で、大洞層の上に軽石が乗っている。寺尾真純氏（1994）はこのような大洞層の上位の軽石層を四阿軽石流堆積物と名付け、四阿軽石流Ⅰと四阿軽石流Ⅱとに分けている。四阿軽石流堆積物は大洞層と同じくダム湖から菅平にかけて分布する。



図14 大洞層の上に軽石層が乗っている

軽石流は九州の雲仙普賢岳の噴火で有名になった火砕流の一種で、ガ



図15 菅平ダム左岸の大洞層と四阿軽石流堆積物



図16 軽石と風化した石英閃緑岩

スを含んで発泡した岩石（軽石）がガスとともに流下するものである。地上を流れてくるために既存の堆積物や岩石と接する場所ではそれを取り込む場合がある。そのため四阿軽石流堆積物も場所によって層相（層の見た目）が異なっている。

大洞層と接する神川上流沿岸では軽石主体で、そこにやや大洞層の礫が混ざっている程度であるが、石英閃緑岩と接触しているダム左岸では、石英閃緑岩の礫を取り込んでいる。

ダム左岸はやや黒っぽく見え

る大洞層と石英閃緑岩を多量に取り込んだ褐色の四阿軽石流堆積物が対照的である（図15）。褐色の部分をよく見ると様々な大きさの軽石と風化した石英閃緑岩がピッシリ入っている（図16）。このように軽石流堆積物の層相が変化することについて筆者らは次のように考えている。

- ① 現在のダム左岸の部分は湖の中に突出した丘のような高まりになっており、ここには湖成層である大洞層は堆積しなかった。
- ② 大洞層堆積後、四阿軽石流が四阿火山から流下して来たが、軽石流は他の形態の火砕流と比べて侵食力が小さいので、大洞層に対しては侵食と取り込みはあまり行わなかった。
- ③ 大洞層の上を流れてきた軽石流は石英閃緑岩の丘に激しくぶつかり、石英閃緑岩を取り込んで堆積した。

ダム左岸では四阿軽石流堆積物の上に、灰色の火山砂中に安山岩の礫を含む火砕流が乗っている（図17）。この火砕流の位置づけは不明である。



図17 四阿軽石流堆積物の上部の火砕流

なお、今回の調査では四阿軽石流堆積物の分布について詳細な調査を行えなかったため、地質図には触れていない。

5 川沿いの地質

日本は湿潤な気候であるため、山の斜面はほとんどが樹木で覆われているが、川沿いは侵食作用のため岩石が露出しており、地質の観察には好適である。そこで真田町の沢として大明神沢、須坂市の沢として宇原川を取り上げ、さかのぼりながら地質を観察することとする。

(1) 大明神沢

大明神沢は四阿火山の菅平側斜面を流れ下る沢の一つで、前述の大隙間を源とし、神川に注いでいる。

大明神沢が神川に注いでいる場所は風化した石英閃緑岩からなる滝（昭和42年、菅平ダム工事の際、本来の合流点を廃し、岩を削り、現在のような人工の滝が出来上った）になっている（図18）。閃緑岩の露頭は滝の上流20mほどしか続かず、しばらく露頭は見られなくなる。

標高1,210m付近には大洞層が露出している。四阿軽石流堆積物は、そこからわずかに上ったところで顔を出し、1,270m付近からは溶岩（大明神沢溶岩）となる。そこでは、沢に面した溶岩とその下部の凝灰



図18 大明神橋横の滝 石英閃緑岩



図19 大明神沢の源流部 爆裂火口
白くなっているのが風化している部分

角礫岩の境界からかなりの水量の湧水が見られ、滝となって沢に注いでいる。

大明神沢溶岩には見事な板状節理が発達している。また、1,610m 付近で風化に弱い凝灰角礫岩が風化を受け、トンネル状の穴（風穴）を形成している。1,700m 付近からは四阿火山の基礎をなす米子溶岩が出てくる。

大明神沢の源は爆裂火口であるため、谷壁は非常に険しく、火山ガスによる風化が著しい（図19）。

また、1,910m 付近にはかつての硫黄鉱山の鉱山跡があり、白く硫黄臭のある碎（捨ててあ

る鉱山の土や岩石）が積み重ねられている。

（2）宇原川

宇原川は菅平北部の峰ノ原の大谷不動爆裂火口から流れ出し、仙仁川に注いでいる。宇原川は昭和56年（1981）8月の台風による豪雨で土石流を起こし、死者10人を出す大惨事をもたらした。そのため宇原川には巨大な堰堤が整備されている。

下流は石英閃緑岩の露頭が続くが、標高1,140m 付近から別所層の泥岩が出現する。泥岩は所々でひん岩に貫かれている（図20）。

土石流を起こした露頭は宇原川左岸に合流するロットの沢という小さな沢の源流部（1,450 m 付近）である（図21）。図の上の部分は大谷溶岩と凝灰角礫岩、植物の生えているあたりから下が湖沼堆積物である。



図20 左がひん岩 右が泥岩

この湖沼堆積物を図21の左側（北側）へたどってゆくと図22のような露頭になっている。図のほぼ真ん中を右上から左下へと横切っている線があるが、その左側が別所層、右側が湖沼堆積物である。この露頭は基盤の別所層、その上位の湖沼堆積物、さらに上位の大谷溶岩と凝灰角礫岩から成っていることになる。



図21 上部は大谷溶岩と凝灰角礫岩
下部は湖沼堆積物

昭和56年の台風15号は、ロットの沢の真上の峰ノ原高原に、降り始めてから総雨量220mmにも達する豪雨を降らせた。これはこの地域の年間雨量の5分の1に達する。これらの水は溶岩や凝灰角礫岩の割れ目を通して地下に浸透し、その下の湖沼堆積物に達した。



図22 湖沼堆積物の露頭

もともと軟弱なこの層が水を含んでますます軟弱になり、上部の溶岩



図23 宇原川源流の火口壁

などの重みに耐えられなくなって一気に崩れ落ちたと考えられている。崩れ落ちた土砂は宇原川を流れて森林や橋を破壊しながら流れ下り、下流の須坂市に襲いかかったのである。

一方、宇原川本流はロットの沢との合流点より上流では小さな

溪流になり、ほとんど露頭が見られなくなる。やがてやや開けた湿地(1,410m 付近)にでると、そこでは茶碗の底から縁を見上げるような感じで絶壁(図23 湿地から少し上がった場所で撮影)が周りを取り巻いている。この湿地が爆裂火口の底で、周囲の絶壁は爆裂によって北西側が吹き飛んだ火口の火口壁である。宇原川源流はこの絶壁のさらに上方にある。

(教育学修士 荻原 彰・教育学修士 竹内秀行)

文 献

- 山岸猪久馬(1988): 四阿火山 日本の地質「中部地方I」 204 共立出版
太田良平・片田正人(1955): 5万分の1地質図幅「須坂」及び同説明書 地質調査所
金子隆之・清水智・坂谷徹丸(1989): K-Ar年代から見た信越高原地域の火山活動 岩鉱 84 211-225
寺尾真純(1994): 四阿火山の生い立ちと山麓の層序 長野県地学研究報告集
塩野入忠雄(1983): 菅平高原地方の地質 銀河書房
15号台風劇甚災害の記録編集委員会(1982): 悲しみをのりこえて 長野県須坂市