

落雷発生装置による岩石の破壊実験

若狭 幸 (筑波大学陸域環境研究センター)

中部山岳地域の森林限界を超えた地域では岩盤が露出したり巨礫が散在したりしている。なかには、大きな割れ目や亀裂が入った雷岩と呼ばれる岩盤が存在する。他にも、飛行場の滑走路に大きな穴があいたり、国会議事堂の花崗岩が欠けたり、丘陵地上のトアに穴があいたりなど、落雷が地表面物質を破壊した現象が各地でみられる。これらの現象は、何もないところが被雷することによって初めて亀裂や穴が形成されることから、落雷が風化や侵食の最初のきっかけである initial pit を形成する可能性が示唆される。Initial pit の形成については、岩石の初生的なものであるとか、何かのイベントのときに形成されるなどと言われていたが、決定的な論証はない。そこで、本研究では、落雷が岩石に initial pit を形成するのか明らかにすることを目的とする。

落雷が岩石にどのような影響を及ぼすかを観察するために、落雷発生装置を用いて、岩石試料に電流を流した。用意した7種類の試料は、それぞれ凝灰岩(大谷石;OT)、溶結凝灰岩(白川石;SI)、砂岩(多胡石;TS)、砂岩(青島砂岩;AS)、流紋岩(坑火石;KR)、安山岩(インドネシアのキャンディーストーン;CA)、花崗岩(加波山花崗岩;KG)である。落雷発生装置は日本工業大学の、インパルス大電流発生装置を使用した。この装置の最大発生電流は20 kA であり、この値は日本で発生する落雷の50%値である。ただし、落雷現象は電流源現象であり、この装置は電圧源装置であるという点で異なる。また、実際の落雷現象は一度に数回~十数回落雷するが、この装置では一回ずつしか放電させることができない。

KG 以外の試料に電圧を加えたところ、試料の厚さが3.5 cm のとき OT, KR, CA で放電が発生した。TS, AS, SI は2.5 cm の厚さのとき放電が発生した。OT, TS, AS, SI は爆発的に破壊し、破片は四方へ飛び散った。KR と CA は大きな破壊は発生しなかったが、亀裂が形成された。

KG は、試料にピットを掘り、ピット中に電解質溶液を浸し電圧を加えた。用いた溶液はNaCl 水溶液(0.05%, 3%, 26.4% (20°Cにおける飽和水溶液)), Na₂SO₄ 水溶液(0.05%, 3%, 16.1% (20°Cにおける飽和水溶液)), およびイオン交換水である。その他、何も入れないブランク試料も用意した。それぞれの試料に電圧をかけた結果、イオン交換水, 0.05%のNaCl 水溶液, Na₂SO₄ 水溶液をいれた試料はまったく放電が起こらなかった。しかし、3%と飽和水溶液についてはどちらの溶液を入れたときも放電がおこり、岩石は破壊された。また、何も入れていないブランク試料については電圧をかけた厚さが1.5 cm のとき、大きな爆発はなかったが亀裂が発生した。

以上の実験により、岩石が破壊される最初のきっかけである initial pit を落雷がつくる可能性があることが示唆される。また、破壊されるかどうかは、電気が通るか否かで決定され、間隙径分布や電解質溶液を含むか否か、その濃度等に依存することがわかった。今後は破断面の観察や間隙系分布の調査から、破壊の機構を明らかにしていくとともに、実際に落雷で割れたであろう岩石や岩盤の分布や状態を明らかにしたり、落雷によって磁性を帯びた岩石の化学的挙動などを調査したりする必要がある。これらの結果は、特に、森林限界を超えて、岩塊が散在するような中部山岳地域の物質生産の解明に寄与していくであろう。



図. 花崗岩(3% NaCl 水溶液)の破壊の様子