

地熱活動に関連して発生する地震活動 - 九重火山地域の例 -

Seismic Activity Related to Geothermal Activity -A Case Study of Kuju Volcanic Field-

窪田 健二[1]; 西島 潤[2]; 江原 幸雄[2]

Kenji Kubota[1]; Jun Nishijima[2]; Sachio Ehara[2]

[1] 九大院・工; [2] 九大院・工・地球資源

[1] Eng., Kyushu Univ.; [2] Earth Resources Eng., Kyushu Univ.

九重火山地域中央部に位置する九重硫黄山地域及びその北西約 5km に位置する八丁原地熱地域においては地震活動が非常に活発であることが知られている。この両地域はいずれも地熱活動が活発な地域であり、また地熱流体の上昇ゾーンであることが推定されていることから、地震もこれらの活動と関連して発生しているのではないかと考えられる。本研究では、九重硫黄山地域及び八丁原地熱地域において微小地震観測を行い、地熱活動に関連して発生する地震活動の特性について明らかにするとともに、両地域における地震活動の起こり方の違い等から地震発生の原因を検討することを目的とする。

九重硫黄山地域においては主に噴気地域下 1.5km までの深さにおいて微小地震活動が活発なゾーンがあり、ほとんどの地震はその地域において発生していた。地震活動の変化を見ると、1980 年代後半には 1 日 10 回ほど発生していた地震活動が、噴火活動を生じた 1995 年の数年前から地震発生数が減少していき、噴火後に再び地震活動が活発化するという傾向を示した。しかし、2003 年以降地震発生数が大きく減少しており、1 日あたり 1~2 個ほどしか地震が発生していないという結果になっている。また、2003 年においては噴気地域下 1.5km 深よりもさらに深部で発生する地震の割合が増加し、またそれが北西方向に伸びているという傾向が新たに見られた。

八丁原地熱地域においては直径約 1km の範囲に微小地震が多発しているゾーンがあり、その深さ約 0.5~3.5km において地震が多く発生していた。当地域においては 1 日あたり約 7~8 個の地震が発生しており、また 1 日で 50 個以上というような群発地震も度々発生しており、それは 1~3km 深ほどの浅部や 6km 深ほどの深部といった様々な深さにおいて発生していた。また地震の起こり方における特徴の一つとして、震源が徐々に浅部に上昇していくような地震活動が数回見られた。これは地熱活動と関連して深部熱水が短期間で急激に上昇していく過程をとらえた可能性があると思われる。

次に、両地域で同時に観測を行うことができた期間のデータを用いて地震活動の起こり方を比較した。その結果、両地域において同時期に地震活動が活発化している時期やそれぞれで相補的に活発化している時期があることが分かった。その中で両地域において同時期に地震活動が活発化した際は両地域とも浅部（約 0.5~2.5km）で地震が発生しており、また相補的に活発化した際は九重硫黄山地域では浅部で、八丁原地熱地域では深部（約 6km 深）で地震が発生していた。また、b 値の比較を行ったところ、浅部においては両地域共に 1.5 前後の値を示していたのに対して八丁原地熱地域の深部では 2 を超える高い値を示していることが分かった。

地熱活動が活発な地域では高温・高圧流体の流入や沸騰現象、高い間隙流体圧による岩石の破壊強度の低下などにより微小地震が集中して発生する可能性が考えられるが、九重硫黄山地域においてほとんどの地震は噴気地域直下において発生していることから、地震は当地域における熱過程に関連して発生していると思われる。一方、八丁原地熱地域においては地熱活動のみでなく広域的な断層運動などによっても地震が発生していると思われる。今回の観測において、やや離れた 2 つの地熱地域において地震活動が同時期に活発化するという例が見られた。地震が多発しているゾーンは高温・高圧の地熱流体の存在によって岩石の破壊強度を弱めているために地震が起こりやすくなっており、周囲の応力場の変動に敏感に反応して地震の発生しやすい状況になっていると推定されるが、今回のようにやや離れた 2 つの地熱地域において地震活動が同時期に活発化したということは、そのような状況の下で周囲の応力場の高まりによって地震活動が同時期に活発化したのではないと思われる。また、八丁原地熱地域では深さ 6km 深程度まで地震が発生しているのに対し、九重硫黄山地域では深さ 2km 程度までしか地震が発生していない。いずれの地域でもその下限深度における温度は 400 前後と推定されることから、これはこの地域の地震発生下限深度が岩石の脆性 - 延性転移に規定されているためであると推定される。