

Structural investigations of an active hydrothermal system beneath the Long Valley Caldera, California, using DC-resistivity imaging methods

Untersuchung eines aktiven Hydrothermalsystems unter der Long Valley Caldera (Kalifornien) mittels DC-Widerstandstomographie



CLAUDIA SCHÜTZE & CHRISTINA FLECHSIG, Leipzig

key words: DC-resistivity imaging methods, 2-D resistivity distribution, Long Valley Caldera, structural investigation, volcanic activity, hydrothermal system

Abstract

This paper presents results of a geoelectrical resistivity tomography (ERT) investigation on an west-east profile across the center of the Long Valley Caldera yielding a 2-D resistivity model of the subsurface to a depth of 4–6 kilometers. This experiment in 2000 was the first direct current (DC) investigation of the resistivity distribution since the onset of a new period of volcanic unrest in 1980. The objectives were the structural investigation of the caldera and the adaptation of the ERT method to scales of the Long Valley Caldera with the constraints of a rough volcanic area and strong resistivity contrasts. Distribution of resistivity has elucidated information about the active hydrothermal system and fluid behavior within the caldera. Low resistivity regions in the western part of the caldera appear to be generated by hydrothermal fluids in association with mineral alteration in fractured rocks. The positions of conductive areas indicate, that the hydrothermally active regions are controlled by the fracture system of the western part. The observed two prominent low resistivity anomalies coincide with the main faults. The high resistivity block in the central part of the caldera suggests that shallow depths to 3 km beneath the resurgent dome are not influenced by the circulation of thermal waters. In fact, low temperatures of 100 °C were observed in a well at depth from 2 to 3 km beneath the resurgent dome. The resistivity model identifies areas of hydrothermal activity potentially caused by water-magma interactions, and represents the necessary basis for forthcoming 3-D geoelectrical measurements.

Zusammenfassung

Die Long Valley Caldera, im Osten Kaliforniens gelegen, entstand vor ca. 760 000 Jahren bei der Eruption des Bishop Tuffs. Bis heute hält die magmatische und hydrothermale Aktivität (Seismizität, Deformationen, Gasemission) an. Vorgestellt werden die Resultate einer Machbarkeitsstudie zum Einsatz der geoelektrischen Tomographie (ERT) auf einem 21 km langen West-Ost Profil in der Caldera. Das Ergebnis ist ein zweidimensionales Modell der Verteilung der spezifischen elektrischen Widerstände bis zu einer Tiefe von 4–6 km. Das Feldexperiment im Jahr 2000 war die erste gleichstromgeoelektrische Untersuchung der Caldera seit dem Einsetzen einer neuen Aktivitätsphase im Jahre 1980 und diente neben der Erkundung der aktuellen Widerstandsstruktur der Caldera insbesondere dem Ziel, die Meßmethode den Bedingungen der Long Valley Caldera anzupassen. Aus der Verteilung der Widerstände im Untergrund sind Informationen über die Lage des aktiven Hydrothermalsystems, der wesentlichen geologischen Struktureinheiten und Störungszonen gewinnbar. Die Lage der Gebiete mit hoher elektrischer Leitfähigkeit im Westteil der Caldera bestätigt, daß die tektonischen Störungen als Transportpfade für hydrothermale Fluide in Verbindung mit Tonmineralalterationen von entscheidendem Einfluß sind. Die hohen spezifischen elektrischen Widerstände unter dem Resurgent Dom im Zentralteil der Caldera belegen die Hypothese, daß dieses Gebiet vom rezenten hydrothermalen Fluidtransport ausgeschlossen ist. Dies wird durch das isothermale Temperaturverhalten (~100 °C in Tiefen von 2 bis 3 km) in einer Tiefbohrung belegt.