

## 深部断層破砕帯に地震に伴う地表水の流入：野島断層を例に

## Infiltration of surface water into deep fault zone during episodes of seismic faulting: a case study of the Nolima fault zone

# 林 愛明[1], 田中 菜摘[2], 宇田 進一[3], Satish-Kumar Madhusoodhan[4]

# aiming lin[1], Natsumi Tanaka[2], Shinichi Uda[3], Satish-Kumar Madhusoodhan[4]

[1] 静岡大・理・地球, [2] 神戸大・自然・地球惑星, [3] ネットワーク・地球, [4] 静大・理・生地

[1] Institute of Geosciences, Shizuoka Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ., [3] Network the Earth, [4] Faculty of Science, Shizuoka Univ.

[http://www.sci.shizuoka.ac.jp/~geo/Staff/Lin\\_j.html](http://www.sci.shizuoka.ac.jp/~geo/Staff/Lin_j.html)

野島断層 1800 コアにおいては、酸化割れ目および割れ目を充填する粘土脈は多く観察された。これらの粘土脈が顕微鏡下で脈の外側から中心に向けて結晶が成長するゾーニング組織が観察された。X線回折法で鉱物同定の結果、花崗岩中の鉱物の他にカルサイト・粘土鉱物などが確認された。また、カルサイトの酸素・炭素同位体比の測定結果から、この断層帯においてカルサイトを沈殿させた水が地表水または天水と海水との混合したものであることが明かにされた。カルサイトの 14C 年代の測定結果、カルサイト脈は最近 3 - 6 万年に形成されたことが示された。

近年、地震断層の破壊メカニズムおよび強度回復プロセスにおける流体の挙動についての研究が重要視されている。1996年兵庫県南部地震時、震源地の淡路島周辺に多くの温泉・湧水や地下水位の上昇・低下現象がよく知られている。また、野島地震断層破砕帯に地表水が流入した可能性が大きいことが最近の研究により示された。これは地震断層運動にともない地下水のポテンシャルの変化によるものと考えられる。本研究では、震源断層帯における流体の移動プロセスと断層破壊メカニズムとの関連性を明らかにするため、野島断層 1800 コア割れ目に観察された流入粘土脈およびカルサイト脈を観察し、粉末 X 線回折による鉱物の同定、酸素・炭素安定同位体比の測定および 14C 年代測定を行った。

野島断層のボーリングコアにおいては、常年時地下水位よりもはるかに深い 1800m の深部まで褐色の割れ目および粘土脈が観察された。このコアにおける母岩の状態は、有色鉱物の変質等は若干認められるものの、花崗岩の組織を残した比較的新鮮なものが多く、酸化しているのは割れ目だけである。褐色割れ目を充填する粘土脈は、細粒で水を含んでいるものもある。この粘土脈が顕微鏡下で脈の外側から中心に向けて結晶が成長するゾーニング組織が観察された。

褐色割れ目を充填する粘土を X 線回折法で鉱物同定の結果、花崗岩中の鉱物の他にカルサイト・シデライト・緑泥石・ローモンタイト・スティルバイト・スメクタイトなどが確認された。また、カルサイトの酸素・炭素同位体比の測定結果から、この断層帯においてカルサイトを沈殿させた水が 1 種類ではないことが示された。測定した同位体比の値は日本の天水の酸素同位体比の値に非常に似ており、地表水（天水）または天水と海水との混合したものであると考えられる。また、10 試料のカルサイトの 14C 年代の測定結果、38,000y.B.P. から 58,000y.B.P. までの年代値が示され、流入粘土脈およびカルサイト脈は測定値の 38,000y 以降に形成されたと推定される。

以上の観察と分析結果から、流入粘土脈・カルサイト脈および茶色酸化物は第四紀後期に複数回の地震断層運動にともない野島断層破砕帯に地表水の流入により形成されたものであると推定される。この地表水の流入現象は地震発生前後に地殻の応力変化にともない地下水のポテンシャルの変化により、新しく酸素を含んだ海水・天水などの地表水が地下断層深部まで流入して断層破砕帯に酸化・沈澱作用によるものと考えられる。

Crack-filling clays, calcite veins and weathered cracks are observed in the drill cores upto a depth of 1800 m, in the Nojima fault zone along which the 1995 Southern Hyogo Prefecture earthquake occurred. The crack-filling clays consist mainly of consolidated and unconsolidated fine-grained materials, which filled in the opening cracks where no textures related to shearing can be recognized. Most of the cracks observed in the 1800 m cores are grayish-yellowish brown in color. There are some obvious zoning textures and color laminations observed in the calcite veins filled in the cracks and cavities at both meso- and micro- scales.

Powder X-ray diffraction analyses show that the crack-filling clays are mainly composed of clay minerals such as montmorillonite and carbonate materials such as siderite and calcite. Isotopic analyses show that the carbonate have variable values similar to those of typical surface water and sea water reported in Japan so far. 14C dating results of 10 calcite vein samples show a variable age ranging from 3.5 kyr B.P. to 5.8 kyr B.P.

Geological, petrological, isotopic and  $^{14}\text{C}$  data show that these crack-filling clay and carbonate veins and weathering probably formed by flowing of surface water or seawater downward into the deep Nojima fault zone during the late Quaternary. We infer that the infiltration of surface water downward into the deep fractured zone was caused by rapid change of groundwater potential during the episodes of seismic faulting.