

野島断層帯中軸部における炭素(炭酸塩鉱物・グラファイト)の濃集

Concentration of Carbon at the Central Plane in the Nojima Fault Zone

新井 崇史[1], 田中 秀実[1], 池田 隆司[2], 小村 健太郎[3], 松田 達生[2]

Takashi Arai[1], Hidemi Tanaka[2], Ryuji Ikeda[3], Kentaro Omura[3], Tatsuo Matsuda[3]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 防災科技研, [3] 防災科研

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo, [2] Dept. of Earth and Planet Sci., Univ. Tokyo, [3] NIED

1. はじめに

兵庫県南部地震発生(1995、M=7.2)から約1年後、科学技術庁防災科学技術研究所(NIED)は、この野島断層帯地下深部破砕帯に向け、1800mボーリングを実施した。この際、深度1001~1838mにおいて連続的に岩石コアが回収され、断層構成岩石の微細構造解析および化学分析等に使用された。その結果、断層中軸部の掘削深度1140mにおいて炭酸塩鉱物が濃集していることが解った。さらに、炭酸塩鉱物を除去した後、グラファイト(C)含有量を測定した結果、同様にグラファイトが断層中軸部に濃集していることが解った。そこで、我々は、(1)中軸部における岩石コア中の炭酸塩鉱物(主にカルサイト; CaCO_3)の炭素・酸素同位体組成、(2)グラファイトの結合特性に着目し、カルサイト、グラファイト形成機構の解明、流体起源の推定、断層運動に伴う摩擦熱履歴等の諸現象の解明をおこなうことを本研究の目的とする。

2. 測定方法

炭酸塩は、脈から削りだし、粉末状にした後、粉末X線回折装置により鑑定をおこない、カルサイトを多く含むサンプルを使用した。 CaCO_3 の炭素・酸素同位体組成は、試料約0.5mgを25で100%のリン酸と反応させることにより CO_2 として抽出し、これを測定に用いた(MacCrea, 1950)。同位体比の測定は、MAT250質量分析計を用いた。測定値は、標準物質からの千分偏差値(‰)で表示する。炭素同位体比に関しては、PDBを基準とし、酸素同位体比に関しては、SMOWを基準とした。測定誤差は、 $\pm 0.3\%$ 以内である。

一方、炭酸塩鉱物の含有量は、岩石コアの粉末状サンプルを、CHNコーダーで測定した。さらに、同様のサンプルを7N未満の塩酸と反応させた後、グラファイトの含有量も測定した。さらに、現在、顕微鏡観察にてグラファイトの確認をおこない、ラマン分光光度計で、炭素結合状態から、グラファイトの特性を明らかにすることを検討している。

3. 測定結果

カルサイトの炭素・酸素同位体比分析の結果、 ^{13}C は $-13.1 \sim -0.1\%$ 、 ^{18}O は $8.9 \sim 26.1\%$ の値を示した。掘削深度(m)に対して ^{13}C 値と ^{18}O 値をそれぞれプロットしたところ1140, 1300, 1800mの各破砕帯で ^{13}C 、 ^{18}O 値ともに高い値を示していることが解った。破砕が進行していない比較的岩石が新鮮な深度では、 ^{13}C 値が $-14 \sim -10\%$ 、 ^{18}O 値が $9 \sim 14\%$ であるのに対し、破砕が進行している深度では、 ^{13}C 値が $-10 \sim 0\%$ 、 ^{18}O 値が $14 \sim 26\%$ にまで重くなる。

4. 考察

測定結果から断層破砕帯中を充填するカルサイト脈の炭素・酸素同位体組成は、 ^{13}C 、 ^{18}O に富んでいることが判明した。Arai et al. (2001)は、他のボーリングコア(DPRI1800m孔)中のカルサイトと CO_2 ガスが、地温に近い温度(約40)で炭素同位体平衡にあることを指摘している。そこで、NIED1800mボーリング孔においても、カルサイトが、コア採取深度の地温(29~58)で形成されたと仮定し、カルサイトを沈殿させた流体の $^{13}\text{C}[\text{CO}_2]$ および $^{18}\text{O}[\text{H}_2\text{O}]$ を炭素・酸素同位体平衡式から算出した。算出された値の範囲は、 $^{13}\text{C}[\text{CO}_2]$ は $-22 \sim -8\%$ 、 $^{18}\text{O}[\text{H}_2\text{O}]$ は $-18 \sim 4\%$ である。高温火山ガスおよび地熱水の中には、 $^{13}\text{C}[\text{CO}_2]$ および $^{18}\text{O}[\text{H}_2\text{O}]$ が、それぞれ $-10 \sim 0\%$ 、 $> 0\%$ の高い値を示すものが存在することが知られている(Sano and Marty, 1995 松葉谷, 1991)。この場合、破砕帯中のカルサイトサンプルから算出された流体のほうで、 ^{13}C 、 ^{18}O に富んでいたため、破砕部では、断層を通路として上昇してきた地熱水(高温流体)が、カルサイトを沈殿させた可能性が示唆される。

先述したようにグラファイトも断層中軸部で濃集していた。一般的にグラファイトは還元環境下で形成されると考えられる。よって、野島断層中軸部におけるグラファイトは、深部から上昇してきた還元的な高温流体から沈殿したか、断層運動に伴う摩擦熱による高温化に伴い炭酸塩鉱物もしくは断層内流体(CO_2 , CH_4)が還元化し、形成された可能性がある。現在進行しているラマンスペクトル分析からグラファイトの形成要因を明らかにしていきたい。

謝辞：コア解析グループの新潟大の小林健太助手・早大の島田耕史氏・筑波大の富田倫明氏・海洋科技研の平野聡研究員にはコア処理の際、ご協力いただいた。また、炭素・酸素同位体比の測定にあたっては、信州大の森清

寿郎教授，富山大学の佐竹洋教授にご協力いただいた．ラマン分析にあたっては，東工大の中嶋悟教授，片山郁夫氏にご協力いただいた．ここにお礼を申し上げます。