

紀伊半島の地殻・マントル構造と温泉の成因について

Deep structure and heat source of the geothermal area in a non-volcanic area in Kii Peninsula, southwest Japan

梅田 浩司[1]; 浅森 浩一[1]; 及川 輝樹[2]; 角田 地文[3]; 趙 大鵬[4]; 鎌谷 紀子[5]

Koji Umeda[1]; Koichi Asamori[1]; Teruki Oikawa[2]; Chifumi Kakuta[3]; Dapeng Zhao[4]; Noriko Kamaya[5]

[1] サイクル機構・東濃地科学センター

; [2] 東濃地科学センター; [3] サイクル機構・東濃; [4] 愛媛大・地球深部研; [5] 気象庁・地震予知情報課

[1] TGC, JNC; [2] Tono Geoscience Center; [3] TGC, JNC; [4] GRC, Ehime Univ; [5] JMA

1. はじめに

紀伊半島は、西南日本弧の前弧域に位置し、フィリピン海プレートの一部である前・中期中新世に形成された四国海盆が南海トラフから沈み込んでいる。ここでは、非火山地帯にも係わらず高い地殻熱流量が観測されるほか、湯の峰(92.5℃)、白浜(78℃)等といった非火山地帯では特異な高温泉が存在する。紀伊半島における高温泉等の熱源については、比較的若くかつ温かい四国海盆の沈み込みに伴う広域熱源からの熱伝導によるもの[1]、下部地殻のマグマの存在[2]等が考えられている。これらの非火山地帯における地熱活動の性状やその熱源の原因を解明することは、地質環境の長期安定性を評価する上での基盤的な情報となる。本報では、筆者らがこれまでにを行った地震波トモグラフィー、電磁気観測、温泉ガスのヘリウム同位体比測定等から、高温異常域における地殻・マントル構造、温泉の化学的性質等を示すとともに、深部流体の起源について述べる。

2. 地震波トモグラフィー

地震波トモグラフィーによる紀伊半島下の三次元地震波速度構造では、半島北西部の中央構造線沿いやその南側では、地殻から上部マントルにかけてP波、S波の低速度域が認められるが、半島中～南部の高温異常域下では、顕著な低速度域が認められず、ポアソン比も小さい[3]。

3. 比抵抗構造

高温異常域を通る東西測線でのMT法観測を行い、Ogawa and Uchida(1996)[4]のアルゴリズムによって地下30kmまでの比抵抗構造を求めた。これらによると、地下10～15kmには10¹⁰Ωm以下の低比抵抗層が水平からやや西傾斜で存在している。また、大峯花崗岩の下には、低比抵抗層とは非調和的に地表付近から地下20kmに及び高比抵抗体が存在する[5]。また、高温異常域は、高比抵抗体の西側に位置する。

4. 温泉水・ガスのヘリウム同位体比

一般に、ヘリウム同位体比は、火山フロントから背弧側ではMORBの値(8Ra; Ra=1.4×10⁻⁶)に近く、前弧域では大気や地殻物質の寄与を示すような低い値が報告されている。しかしながら、紀伊半島の温泉ガスの3He/4He比の多くは2～5Raであり、MORBと大気の間値を示す。また、大気に比べて有為の高い3He/4He比を示す温泉は、「近畿スポット」[6]に限らず、紀伊半島全域にわたって分布しており、「近畿スポット」はさらに東側まで広がっていることを示している。さらに、「近畿スポット」の中でも、マントル起源のヘリウムの寄与が局所的に大きい地域が存在している[7]。

5. 考察

紀伊半島中～南部の高温異常域下の地殻から上部マントルにおいては、溶融体の可能性を示唆する地震波の低速度域や高ポアソン比を示す領域は認められない。一方、比抵抗構造では、地下10～15km付近に著しい低比抵抗層が存在するが、ここでは地震が発生していることから、低比抵抗層がメルト(マグマ)の存在を示しているとは考えにくい。近年、沈み込むスラブから脱水した流体が、地殻やマントルウエッジにおける現象に重要な役割を果たしていることが指摘されており、これらに関する研究が精力的に進められている。Seno et al.(2001)[8]によると、紀伊半島下のフィリピン海スラブでも、含水スラブを構成する海洋地殻あるいはスラブマントルが脱水脆性化を生じており、これらがスラブ内の地震を引き起こしていることが指摘されている。スラブから脱水した流体の存在を示唆する現象の一つとして、地殻とスラブの境界付近で観測されている深部低周波微動があるが、紀伊半島中～南部においても地下30～40km付近で低周波微動が発生しており、その分布は上記の低比抵抗層の分布と整合的である。また、低周波微動の発生している地域では、ヘリウム同位体比も高いことから、紀伊半島の温泉の成因には、スラブから脱水した高温の流体の関与が示唆される。

引用文献:

[1] NEDO(1993): 地熱開発促進調査報告書 No.37 本宮地域, 885p.; [2] Wakita, H. et al. (1987): J. Geophys. Res., 92, 12539-12546.; [3] Salah, M. K. and Zhao, D. (2003): Tectonophys., 364, 191-213. ; [4] Ogawa, Y. and Uchida, T. (1996): Geophys. J. Int., 126, 69-76.; [5] 梅田浩司ほか(2003): 火山, 48, (印刷中). ; [6] Sano, Y. and Wakita, H. (1985): J. Geophys. Res., 90, 8729-8741.; [7] 角田地文ほか(2003): 2003年合同大会予稿集, H060-007.; [8] Seno, T. et al. (2001): Earth Planets, Space, 53, 861-871