

足柄層群および台湾中央部集集地震震源域の浸透率構造

Permeability structures of the Ashigara Group and the epicentral area of Chi-Chi Earthquake in central Taiwan

谷川 亘[1], 嶋本 利彦[2]

Wataru Tanikawa[1], Toshihiko Shimamoto[2]

[1] 京大・理・地鋳, [2] 京大・院・理・地鋳

[1] Geology and Mineralogy, Kyoto Univ, [2] Dept. of Geol. & Mineral., Graduate School of Science, Kyoto Univ.

地殻の流体移動は堆積盆の発達過程から地震発生過程, 地下水汚染問題まで多様な分野にわたって重要な位置を占めている。その広域的な流体循環の全体像を捕らえるためには, 深部を含めた三次元的な浸透性構造および間隙率分布の解明が要求される。掘削で地殻浅部の物性測定が行われている一方, 掘削できる深さや場所および経済面で限界があるの現状である。われわれの目標は, 地表のサンプルを使って室内試験機により広域的な浸透性構造および間隙構造を推測することにある。その予察的研究として日本の小堆積盆である足柄層群を選び, 深部の透水性構造を推定する方法を提案した。そしてより広域地域への応用として台湾中西部堆積盆地を調査地として選び浸透性構造の解明を試みた。両者共に, 第三紀の若い堆積盆地であること, プレートの沈み込み場にあたること, 激しい隆起浸食により露出がきれいで連続的に地層を追うことができることが挙げられ地質学的に共通している部分が多い。また台湾は1999年の大地震以来, 地震学的に注目が集められている。そのため音波検層により地殻のより詳細な構造が調べられており, また掘削により間隙水圧など数多くの物性が計測されている。日本では海に沈んで観察できない沈み込み帯の地震場が台湾では地表で観察できることは日本の地震を研究する上でも重要である。今回の地震の震源域はおよそ8kmと推定されており, 我々の室内試験機で再現可能な深さ(圧力)である。現場のデータと室内試験の結果を照らし合わせることで地殻の流体移動構造をより正確に把握できるだろう。台湾では震源域における透水性構造も意識して, 断層が広域的な流体循環に及ぼす影響についても考察する。

足柄盆地の堆積岩を使って次のような研究を行った。

A. 埋没・隆起・削剥の過程を加圧・減圧の力学的過程としてとらえ, 有効圧をサイクルさせて透水係数を測定することによってその影響を評価した。

B. これまでに報告された透水係数と粒径と間隙率の関係(Chillingar, 1964)を用いることで透水試験の結果から間隙率と埋没深度の関係を推定して, ログデータとの対比を行った。

そして以下のことが明らかになった。

1. 地上に露出している堆積岩は過去の圧力履歴を記憶しているため, 過去の埋没・隆起過程(最大埋没深度)がわかっている試料においては, その最大埋没深度より深部の透水性構造を推測することが可能である。

2. 推定された間隙率と埋没深度の関係はログデータと似た傾向を示した。一方, 砂質岩において, その層準の浅い(若い)堆積岩を使って推定した間隙率は, 深い(古い)層準のサンプルを使った場合に比べて高い値になることがわかった。この結果は堆積圧密作用には広域的なテクトニックな応力や時間的圧密作用(圧力溶解)および化学的セメンテーションが大きく影響を与える事を示唆する。泥質岩ではそのような傾向は見られなかった。

3. 足柄堆積盆地中に発達する断層帯は周囲の断層岩に比べて低い透水係数の値を示し, 流体移動に対するシールとして働く。

足柄層群と同様の研究手法で台湾中西部の第三紀および第四紀堆積盆地(およそ20km×50km)を調査地域として堆積盆および断層帯の透水性構造の推定を試みた。台湾で様々な層序におけるサンプルを地表で採取し, 長さ1cmから4cm, 直径2cmに整形した。京都大学にあるガス圧式三軸透水試験機により透水係数を求めた。圧媒体および間隙媒体は窒素ガスを用い, 室温で有効圧およそ5~180MPaで室温で測定した。測定は流量法および間隙圧振動法を用いた。透水係数の過去の応力履歴の影響を調べるために圧力をサイクルさせた。

これまでのデータによると, いずれの岩石も低い有効圧力下では10-14 m²~10-15 m²を示したが, 封圧が高くなるにしたがって岩石による違いが顕著に現れた。砂岩は100MPaで10-15~17 m²(1darcy=10-12 m²)を示すのに対して, 断層ガウジは10-18 m², 泥質岩は10-19 m²以下を示した。また砂岩の透水係数の変化は様でなく, ほとんど透水係数の圧力依存性を持たない砂岩もあった。砂岩で粒径が2倍に対して透水係数は1桁大きくなるという結果も出ている。

地表での間隙率の関係性を見てみると, 砂質岩は堆積年代が若くなるにつれて(西に向かう)間隙率が高くなる傾向にある。また断層に近づくにつれて間隙率が減少していく傾向も見られた。おそらく間隙率が広域的な応力場や断層運動の影響を受けているものだと考えられる。一方泥質岩は採取場所に関係なくほぼ同じ間隙率を示した。