

## 南海トラフ地震に向けた陸上科学掘削 - 新宮市における原位置地殻応力, 地殻熱流量測定 -

### Continental scientific drilling at Shingu, Kii Peninsula and implications for studying a Nankai subduction earthquake

# 小村 健太郎 [1]; 池田 隆司 [2]

# Kentaro Omura[1]; Ryuji Ikeda[2]

[1] 防災科研; [2] 北大・理

[1] NIED; [2] Faculty of Science, HOKUDAI

南海トラフ地震の研究では、フィリピン海プレートの沈み込みで発生するプレート境界地震の発生場所が陸域に近いことから、海域での調査、観測に加えて、陸上からの調査、観測も必須である。そのなかでも、陸上での地殻応力測定や熱流量測定は、地震発生機構のモデル化において重要な観測量と考えられる。すでに池田(2001)により、紀伊半島の新宮市で実施された深さ550mまでのドリリングによる原位置地殻応力測定が報告されているが、本論では応力測定結果の再解析と、新たに熱流量測定の結果を報告し、南海トラフ地震発生のモデル化における意義を考察する。

和歌山県新宮市の掘削地点(33度41分19.4秒, 135度58分6.8秒(世界測地系), 標高24m)の特徴として特筆されるのは、そこが、いわゆる「ヒンジライン」にあたっていると考えられることである。ここで、「ヒンジライン」とは、地形学的な意味では、沈み込み帯に近い海岸地域周辺において、海に向かって高まる傾斜地形を示す変動域(海溝型地震の弾性反発に依存する地震時の隆起が長期間にわたって蓄積されたためによる)と、背後の定常的に隆起する山地との境界にあたり、両者をあわせて隆起量の最も小さい部分に相当する(米倉, 1968; 太田・成瀬, 1977; 松田他, 1991)。Miyabe(1955)によると、四国から紀伊半島にかけての1944年東南海地震と1646年南海道地震にともなう地殻変動において、地殻変動の隆起と沈降の境目(ゼロライン)が、ちょうど「ヒンジライン」付近に位置していることがわかる。一方、既存の地殻熱流量データからフィリピン海プレート境界面の温度を推定すると、「ヒンジライン」がおおよそプレート上面の深さ約30km, 温度約350度のラインに相当している。その深度, 温度領域はプレート境界の地震発生領域(固着域)と非地震性領域(クリープ域)の境界部に近く、地震時には特徴的な変動を示すことが予想される。こうしたことから、陸域でも「ヒンジライン」周辺では、地震の前後に地殻変動や応力場の様子が大きく変化するかもしれない。

掘削地点周辺は新第三紀(中新世中期)の泥岩及び砂岩(宮井層群・小口累層)と、それらを貫く熊野酸性火成岩類が広く分布している。掘削地点はこのうち、小口累層の泥岩部になる。

孔内物理検層の結果によると、岩石物性は、岩石密度が平均 $2.5\text{g/cm}^3$ , P波速度は $3.5\text{km/s}$ , 比抵抗が $10 - 100\ \text{ohm m}$ であった。また、ところどころ破砕部分があって、そこでは上記の物性値が低下していた。

孔内物理検層等の結果から、40mから531mのあいだの13箇所の位置を決めて、水圧破碎法による原位置地殻応力測定を行った。時間-圧力曲線から破碎圧 $P_b$ と亀裂閉口圧 $P_s$ を、岩石コア試料の力学試験から圧裂引張強度 $T$ を求めた。これから、水平最大圧縮主応力 $S_{Hmax} = 3P_s - (P_b - T) - P_p$ , 水平最小圧縮主応力 $S_{Hmin} = P_s$ を求めた。ここで、 $P_p$ は測定深度に相当する静水圧。鉛直主応力 $S_v$ は物理検層でもとまった岩石密度 $2.5\text{g/cm}^3$ により、測定深度の岩載圧に等しいとした。 $S_{Hmin}$ は $S_v$ とほぼ同じ値になり、 $S_{Hmax}$ ,  $S_{Hmin}$ ともに深さとともにほぼ一様に増加することがわかった。また、最大剪断応力と平均応力との比、 $(S_{Hmax} + S_{Hmin}) / (S_{Hmax} - S_{Hmin})$ は、0.2程度となった。水平主応力方位は、ポアホールテレビュア検層による孔壁画像に見られるブレイクアウト(応力集中による孔壁の崩落)の方位、膨張パッカーによる水圧破碎縦亀裂の方位により、N-SからNW-SE方向になった。この方位は、周辺の微小地震のメカニズムなどから推定されるEWの圧縮方位とは異なっているようである。「ヒンジライン」における応力場として興味深い。

孔内温度測定は一連の掘削作業終了後、約1年経過し、孔内が地層温度に平衡になったと思われる後に実施した。サーミスタセンサーによる検層ツールにより、511mの深さまでおよそ0.1度の分解能で、0.1mおきに温度を記録した。400mを境に温度勾配が変化していたが、岩質の変化にともなうものと考えられる。一方で、岩石コア15試料の熱伝導率を非定常熱線法により測定した。温度勾配と熱伝導率から、熱流量は $55 - 65 (10^{-3}\text{W/m}^2)$ と算出された。この値は、Furukawa et al(1998)によってまとめられた孔井データに基づく関西地域の熱流量分布と整合的であった。