

## カリフォルニア北部 The Geysers 地熱地域における高減衰構造

### Low-Q related to partially saturated pores within the reservoir beneath The Geysers area in the northern California

松原 誠<sup>1\*</sup>

MATSUBARA, Makoto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 防災科研

<sup>1</sup> NIED, Japan

カリフォルニア州北部の地熱地帯である The Geysers 地域の地下には、大きなリザーバが存在する。地震波トモグラフィから、このリザーバの内部は高速度かつ低  $V_p/V_s$  であることが明らかになっている (Julian et al., 1996)。さらに、1991 年から 1998 年にかけてリザーバからの蒸気の抽出とともに  $V_p/V_s$  は減少してきた (Guasekera et al., 2003)。リザーバにおける蒸気と流体の状態を推定するために減衰構造の推定を行った。

解析領域は北緯 38.5-39.0 °N、西経 122.5-123 °W である。2002 年から 2008 年に北カリフォルニア地震データセンターで記録された 65,810 個の地震の中から発震機構解の決められている 1,231 個の地震を解析に用いた。解析領域内には 47 観測点が存在し、そのうち 27 観測点では 3 成分の波形が記録されている。バンドパスフィルターをかけた波形について、後続波の影響を除くため P 波および S 波の到達から 2 秒以内における最大振幅データを収集した。47 観測点で記録された 949 個の地震から収集された 8,545 個の P 波および 1,168 個の S 波の最大振幅データを減衰トモグラフィに適用した。Zhao et al. (1992) の速度トモグラフィ法に空間的相関 (スムージング) と観測点補正値を考慮した手法 (Matsubara et al., 2004, 2008) を減衰構造を推定する手法に変換した。速度構造は任意に入力できる三次元速度構造を用いる。本研究では、Thurber et al. (2009) で得られた北カリフォルニアの速度構造から本解析領域で得られている構造を用いた。Q の初期値は Ford et al. (2010) で得られている北カリフォルニアの平均値である 150 を用いた。

この付近の標高は 1000 ~ 2000m ある。海拔 0m 付近では低 Q 領域が Greywache 内の蒸気地リザーバの中央部から南部にかけて存在する。海面下 1km では低 Q 領域はリザーバの南側だけに存在する。しかし、海面下 2km では低 Q 領域はリザーバの北部に存在する。海面下 1 ~ 3km にかけてのリザーバの深部では felsite batholith が存在し、それに対応した高 Q 領域が得られた。鉛直断面では低 Q 領域が Greywache 層から Felsite の最上部にかけて、リザーバと一致して存在していることが分かる。Felsite 層は高 Q であるが、リザーバが広がっているところは低 Q になっている。

地熱地帯である The Geysers 地域は北東部の Collayomi 断層帯と南西部の Mercuryville 断層帯に囲まれている。Geysers Peak 断層は Mercuryville 断層の 3km 南西を、北西から南東にかけて走っている。Mercuryville 断層は北東傾斜で Geysers Peak 断層は南西に傾斜する。高 Q 領域はこれらの断層の間に存在し、その幅は断層の形状に合わせて深くなるにつれて広がっている。

液体の水が存在すると高  $V_p/V_s$  になるが、蒸気の割合が多い場合は低  $V_p/V_s$  になる。液体と蒸気の遷移領域にちかいたところでは、地震波の振幅は非常に小さくなるのが実験結果から得られている (Ito et al., 1979)。部分的に飽和している領域では完全飽和の状態や乾燥している状態よりも Q は小さくなる。リザーバに対応した低  $V_p/V_s$  かつ低 Q 領域は、リザーバが部分的に飽和しており、液体と蒸気の遷移領域に近い状態であることを示唆する。

キーワード: 地熱地帯, 減衰トモグラフィ, 遷移領域, 低 Q, 低  $V_p/V_s$

Keywords: Geothermal area, Attenuation tomography, Transition zone, Low Q, Low  $V_p/V_s$