

歪集中帯で起こっていることー上部地殻の非弾性変形ー

Origin of the NKTZ concentrated deformation zone -anelastic deformation in the upper crust-

飯尾 能久[1], 鷺谷 威[2], 小林 洋二[3]

Yoshihisa Iio[1], Takeshi Sagiya[2], Youji Kobayashi[3]

[1] 京大・防災研, [2] 地理院・研究センター, [3] 筑波大

[1] DPRI, [2] Research Center, GSI, [3] Tsukuba Univ.

国土地理院の GPS 観測網(GEONET)により, 中部・近畿地方において, 歪速度が周辺より 1 桁程度大きな領域, 新潟神戸歪集中帯があることが分かってきた(Sagiya et al., 2001). 内陸地震とその発生場の解明, および内陸地震の長期的な予測のために, この歪集中帯で生起している現象を解明することは大変重要である.

歪集中帯に関する様々なモデルが, GPS の変位速度データに基づいて提唱されている. しかし, どのモデルもデータを良く説明するため, GPS データからモデルを一意的に決めることはできない. 本研究では, 変位速度データだけではなく, 地殻の強度や応力場に関する知見や, 現在観測されている歪速度場と地震によって開放される歪場の比較などにに基づき, 下部地殻内に延性的な weak zone を仮定する Iio et al. (2002) のモデルをさらに進め, 歪集中帯は地殻全体が weak zone であるというモデルを提案する. このモデルでは, 歪集中帯の上部地殻で蓄積されている歪は, 基本的に非弾性的な歪であると考えられる.

内陸地震とその発生場に関する従来の一般的なモデルでは, 常識的な地殻の強度の深度プロファイル (例えば, Goetze & Evans, 1979) に基づき, 下部地殻は強度は上部地殻よりもずっと弱いと仮定され, 内陸地震の発生に関する下部地殻の役割はほとんど無視されていた. Iio et al. (2002) の weak zone を持つモデルでは, 地殻の強度の変形が上部地殻の歪速度場を制御するため, 歪集中帯以外の下部地殻は上部地殻に比べて無視出来ない程度の強度を持つことが暗に仮定されている. 従来のモデルのように下部地殻の強度が小さい場合は, その中にさらに弱い zone があつたとしても, そこに変形が集中すると上部地殻との間に変形のコントラストが生じて, 上部・下部地殻がデカップルすると考えられるからである. 以下においては, 議論を簡単化するために, やや極端であるが, 歪集中帯の weak zone 以外の地殻は全て弾性体であると仮定する. また, 上部マントルによるドラッグも無視する.

以下において, 歪集中帯の上部地殻が弾性体であると観測事実と矛盾が生じることを示す. まず, 日本列島の地殻が, その東西の境界において, 変位速度一定の境界条件で短縮されており, 力のつり合いが成り立っている定常状態にあるとする. 歪集中帯で蓄積されている歪が弾性歪であると仮定すると, 歪集中帯の内外では, 応力蓄積速度が 1 桁程度違うことになる. 1 桁程度の応力蓄積速度のコントラストを作るためには, 弾性的な上部地殻の厚さが小さく, weak zone は非常に弱い必要がある. 極端なケースとしてそこでの強度がゼロであれば, 定常状態では, 応力蓄積速度, つまり単位時間あたりの応力増分と差応力の絶対値は比例する. つまり, 差応力の絶対値も 1 桁程度違うことになり, これは非常に考えにくいことである. 兵藤・平原(2002)が指摘しているように, 上部地殻の弾性定数を小さくすることにより, 差応力の違いを小さくすることが可能だが, 地震波速度構造で規定される限界が存在する.

一方, 日本列島の地殻が, 差応力一定の境界条件下にあるとすると, 定常状態では, 変形は起こらない. しかし, 歪集中帯の下部地殻の延性的な weak zone が定常状態に達するまでの間は, そこが変形することにより歪のコントラストを作ることが可能である. 定常状態から抜け出すためには, 大地震発生により上部地殻の差応力を下げる必要がある. 歪集中帯における差応力の絶対値は, 定常状態においては, 周囲に比べて弾性的な地殻の厚さの比だけ大きくなっている. 定常状態でない場合の差応力に関しては, 地震によりどこまで応力降下したかに依存するが, 地殻の強度が「強い」場合は, 地震による変動分は無視出来る程度である. 歪集中帯で上部地殻と下部地殻が同程度の厚さを持つとすると, 差応力の絶対値は 2 倍程度大きくなることになる. 歪集中帯内外で地震のメカニズム解の水平的な変化があまりないことから, 2 倍程度の応力場の違いの存在は考えにくい.

長期的に見た歪・応力の蓄積やその収支に関しても問題点がある. 現在歪集中帯で観測されている歪速度場の特徴として, 短縮が卓越しており, 伸張歪がほとんどないことが挙げられる(Sagiya et al., 2001). ところが, 中部地方の A 級の活断層は, 跡津川断層など, ほとんどが横ずれ型と考えられているので, 地震によって開放される歪場は伸張と圧縮が同程度のものである. 両者の差は弾性体では決して解消されることはなく, 中部地方には圧縮歪みや平均的な応力がいつまでも蓄積されることになる.

これらのことから, 歪集中帯で蓄積されている歪が弾性歪であると仮定することに無理があり, 上部地殻においても非弾性変形が起こっていると考えられる. 歪集中帯は, 基本的には, 地殻全体が延性的に振る舞うと考えられる.