

## コンピュータシミュレーションを用いた1999年台湾ChiChi地震で出現した地震断層の基盤断層角の推定 Estimation of the bed rock fault angle of the earthquake fault which appeared in the 1999 Taiwan ChiChi earthquake using

安藤 広一<sup>1\*</sup>, 山崎 晴雄<sup>1</sup>

ANDO, Koichi<sup>1\*</sup>, YAMAZAKI, Haruo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京都市環境科学研究科地理環境科学専攻

<sup>1</sup> Department of Geography, Tokyo Metropolitan University

大規模な断層運動が発生すると基盤の変位がそれを覆っている地層中に伝播し、地表に地震断層が出現することがある。地震断層が断層を作る場合には、その下で断層面に沿って地層が断ち切られている。一方、場合によっては断層面でなく緩やかな撓曲として地表に現れることがある(例えば、立川断層、伊勢原断層)。

撓曲の地下では地層が断層面で切られずに緩やかに撓み、連続性を保っている。

ところで、平野に発達する断層では、基盤の上を厚さ10m以上になる未固結な地層が被っていることがある。このような場合トレンチ調査ではトレンチを基盤まで掘り進めることができない。したがって、過去の地震によって生じた地表付近の地層のずれから基盤の断層傾斜角や、単位変位量を見積もっている。

そのため地表付近に断層のずれが現れず地表付近の地層が連続的に

変形している断層関連撓曲では活動履歴、断層傾斜角や単位変位量を決定することが困難である(Chen et al. 2007)。断層傾斜角や単位変位量を見積もることは、その断層運動によって将来発生する地震の発生時期やマグニチュードを推定する上できわめて重要な情報となる。たとえば、断層崖の高さをH、断層傾斜角を $\theta$ とすると、断層の変位量は $H/\sin(\theta)$ となる。発生する地震のマグニチュードは断層の変位量に比例するので(松田 1975)、断層傾斜角が低角なほど大きなマグニチュードの地震が発生することになる。また、断層傾斜角の決定はCFF(Coulomb Failure Function)を用いた活断層による地震発生確率の評価にも重要である。

1999年に台湾中央部で発生したChiChi地震では、95kmにわたって地表断層が出現した(Chen et al. 2007)。Chen et al. (2007)では地表断層ぞいのShijia siteにおいてトレンチ調査およびボーリング調査を行った。

さらにトレンチ調査では、複数回の断層変位によって形成されたと考えられる断層撓曲が現れた。ボーリングコアからは深度の異なる2箇所断層面とみられるShear zoneが確認された。その結果、撓曲の出現位置とShear zoneの位置関係から基盤の断層角は25°もしくは49°と推定している(Chen et al. 2007)。

そこで、本研究では基盤の断層角を25°、49°として基盤を覆う未固結な砂層の変形をコンピュータシミュレーションを用いて求め、トレンチによって観察された撓曲の形状と比較することによって基盤の断層角の決定を試みた。砂層の変形シミュレーションにおいてはダイレイタンスを考慮する必要があることがわかっている(Johansson and Konagai 2007)。断層においては、地層がダイレイタンスを考慮する必要がある砂かダイレイタンスを考慮する必要がないシルトかによって地表に断層が出現する位置が異なることがわかっている(河合・谷 2003)。

本研究では、地層変形の計算プログラムとしてSDSSC(The Stratum Deformation Simulation System using the CIP method)(Ando 2012)を用いている。SDSSCでは地層のダイレイタンスを考慮したCIP(Constrained Interpolation Profile)法によって断層による地層変形を計算することができる。

計算の結果、基盤の断層角は49°、地震時の断層の最大変位速度は1.25-1.5 m/sのモデルが妥当であると求められた。

キーワード: 地層変形シミュレーション, ChiChi地震, 地表地震断層, 断層撓曲, CIP法, ダイレイタンス

Keywords: stratum deformation simulation, ChiChi earthquake, surface rupture, fault flexure, CIP method, dilatancy