

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Assessment of Earthquake Potential in Costa Rica
(コスタリカの地震発生ポテンシャルの評価)
氏 名 CARVAJAL SOTO Luis Alejandro

論 文 内 容 の 要 旨

中南米にあるコスタリカは、ココスプレート、カリブ海プレート、ナスカプレートの3つの主要なプレートの相互作用によって構成される複雑なテクトニック地域に位置している。それらの主要なプレートに挟まれたパナマ・マイクロプレートはカリブ海プレートに覆いかぶさる構造である。また、そのプレート運動はココスプレートの沈み込みに伴い、パナマ・マイクロプレートの西側境界に複雑な断層系が発達し、中央コスタリカに変形帯を形成することで大きな内陸地震が発生している (Montero, 2001)。

本研究では、地震発生ポテンシャルの評価のために、コスタリカとその周辺のGNSS観測データをBernese 5.2ソフトウェアを用いて地殻変動の時系列を推定し、年周および半年周期の季節変動や人工的なオフセットを考慮した時系列解析を行うことで、定常的な地殻変動速度を推定した。その結果、コスタリカの北西部では最大25mm/yr程度の北向きの運動が支配的で、さらにパナマ・マイクロプレートの北西端では12mm/yr程度に減少していることが観測された。一方、コスタリカの南東部では、北西方向へ40mm/yr程度の地殻変動が観測され、中央コスタリカでは、主に北向きの10mm/yr程度の変動パターンを示している。これらの複雑な地殻変動を理解するために、観測された地殻変動を剛体ブロック運動、ブロック境界面での相互作用による弾性変形、および、各ブロックの内部歪による変形で説明するブロック運動モデルを構築した。そして、コスタリカ中央部をMarshall et al. (2000) が提唱する境界モデル (モデル1)、Kobayashi et al. (2014) による運動学的モデルの最適境界モデル (モデル2)、Montero and Rojas (2014) の境界モデル (モデル3) の3つのブロック境界が異なるブロック

運動モデルにて評価した。なお、これらの計算は制約条件のもとの高次元の非線形解を求める必要があるため、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて比較検討を行った。

その結果、モデル1がGNSS観測データと最も整合的であった。この最適なブロック運動モデルの解析結果から歪みの蓄積速度、過去に発生した海溝型地震と内陸型地震で放出された地震モーメントを推定した。そして、セグメント全体あるいは活断層の地震モーメントは弾性ひずみとしてのみ蓄積され、その歪みは地震により解放されると仮定することで、地震の発生ポテンシャルを評価する。ココスプレートと中米前弧との収束により高いすべり欠損率が生じているゾーンがある。ニコヤ半島では、約 5400km^2 の高い固着領域があり、 $7.05 \pm 0.35 \times 10^{18} \text{ J/yr}$ の地震モーメント欠損率であり、 225 ± 11 年ごとにMw 8.1地震を発生させることができる欠損率である。また、その北部の小さなゾーンでは、 $1.35 \pm 0.18 \times 10^{18} \text{ J/yr}$ の地震モーメント蓄積率が推定された。このゾーンでの最大の歴史地震は1950年のM7.7 ($\sim 3.98 \times 10^{20} \text{ J}$)の地震であり、この地震が再来すると仮定した場合の再来周期は 296 ± 41 年となる地震モーメント蓄積率である。

一方、中央コスタリカとパナマ・マイクロプレート境界の内陸部の2つのセグメントで高いすべり欠損率を示しており、このセグメントの近くで1948年にM7の地震が発生している。このセグメントの面積は 1900km^2 で $19.7 \pm 1.88 \times 10^{16} \text{ J/yr}$ の地震モーメント蓄積率に相当し、 180 ± 16 年毎にMw7の地震を発生させることができる。中央コスタリカ北東部と中米前弧との境界には、すべり欠損速度 $3.7 \pm 0.2 \text{ mm/yr}$ を示すセグメントがあり、約 1400 km^2 の領域で $16.8 \pm 0.91 \times 10^{16} \text{ J/yr}$ の地震モーメントが蓄積することに相当する。1924年のM7.0オロティナ地震がこの境界面のアスペリティであったと仮定した場合、この境界面に沿って211年11ヶ月ごとにMw7の地震が発生することに相当する。中米-カリブ海プレート境界の南東部では、コスタリカの首都圏付近で内陸すべり欠損速度が最大となり、 $8.9 \pm 0.8 \text{ mm/yr}$ 、地震モーメント蓄積率 $33.4 \pm 3.0 \times 10^{16} \text{ J/yr}$ となる。この境界面の近くでは1939年にM7.3の地震が報告されており、この地震マグニチュードの再来周期は 299 ± 27 年と推定された。

これらの地震発生ポテンシャルの評価はスロースリップ地震などの発生に大きく依存し、これらの現象により地震発生ポテンシャルは減少するが、隣接するセグメントでは地震発生ポテンシャルを増加させる可能性もある。しかし、現在の観測データにはそれらを検知することは難しい。そのため、今後の稠密な観測網の構築や観測研究の発展が期待され、本研究による手法をそれらの成果に適用することで、より現実的な地震発生ポテンシャルの評価の実現への貢献が期待される。