

氏 名	ジェシー エー・ダリグディグ Jessie A. Daligdig
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 1862 号
学位授与の日付	平成 9 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	理学研究科地球惑星科学専攻
学位論文題目	Recent Faulting and Paleoseismicity along the Philippine Fault Zone, North Central Luzon, Philippines (フィリピン国ルソン島におけるフィリピン断層系沿いの新期断層運動と古 地震活動)
論文調査委員	(主 査) 教授 岡 田 篤 正 教授 尾 池 和 夫 教授 安 藤 雅 孝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、フィリピンルソン島を縦断するフィリピン断層系の活動度の評価を、詳細な野外調査と年代学的調査に基づき、断層の活動履歴や活動周期を明かにし、歴史地震との対応を野外の証拠から見出した。また、その slip rate の評価をして、世界の活断層と比較し、さらにフィリピンの地震災害軽減のための問題提起をするなど、応用的側面にも視野を広げた。

本論文では、まずフィリピン断層系の2つの活動的な断層: Digdig Fault と San Jose Fault に沿った地形学的調査を実施し、そのマッピングにより、活動度の大きさを反映する地形的構造的様相を明かにした。Digdig Fault は1990年のルソン地震で 120km にわたって地表変位を生じさせた地震断層であり、San Jose Fault は既地の歴史地震のない、少なくとも長さ 30km の断層である。今回明かにされた断層の分布形態の特徴(方向、乗り換え、折れ曲がりなど)から Digdig Fault は 8~35km の長さの 7 つの segment に分割され、San Jose Fault は 5~7km の 5 segment に分割される。また、1990年地震時の変位量分布や割れ目形態の変化、変位速度などを用いて、ここで提案された segmentation が地震時の変位を推定することに有効である可能性を示した。

ついで、断層活動の時期と、再来間隔を調べるために、両断層のトレンチ調査を実施し、最近精度が格段に上がった AMS による炭素14年代測定を用いて断層活動イベントの年代推定を行い、有効な新しい古地震学的資料が得られた。地震イベントは少なくとも 6 回、可能性としては 7 回が Digdig Fault に沿って、San Jose Fault に沿っては 2 回のイベントが認定された。これらのイベントは主に、断層変位の上方への終末点、地層の垂直分離の急激な変化、不整合、崖錐堆積物、back-filled fissures 等によって認定される。この新しい古地震の資料によって、約 1 万年前以降 15 世紀初頭まで古地震に関する貴重な情報が得られた。また、この 1000 年間で最も古いイベントは 1190~1390 年の間に起こったと考えられる。歴史地震として記録のある 15 世紀以降では、1645 年イベントはよく決定できるイベントである。1645 年イベント後 2 回のイベントは 1880 年と 1937 年イベントに対比される。1892 年イベントは Rizal 地域では影響があったかもしれないが、トレンチの観察からは影響を認めることはできなかった。最後のイベントは当然 1990 年である。これらの歴史地震はマグニチュード 6.5~7.8 であり、ルソン島に大きな被害を生じさせた地震である。今回のトレンチ調査で明かにしたイベントは歴史地震と対応することが明かにでき、古文書による地震評価との相互チェックが可能になった。

これらの新しいデータに基づき、この 600 年間の再来間隔は、従来考えられていた 1500~2000 年と比較して、大幅に短い 120~150 になった。このくいちがいは、評価に用いられたデータセットが限定されていたことによるものと考えられる。こうした slip rate の見積りはほとんど 1~2.5cm/y の間にある。同時に行われた stream offset と炭素14年代による見積りも、この中にはいっている。これとは対照的に、1990 年地震や 1937 年とその後のイベントの平均水平変位量や最大変位量を用いると、変位速度は 5.7~11.4cm/y になる。この最低値で、6.7cm/y のモーメントマグニチュードから導かれる slip rate とよく合致する値になる。1405 年から現在までの垂直の最適変位量は 1.2~1.4m で、変位速度は 1.9~2.4mm/y を示す。このような急速で短い再来間隔はフィリピン断層系の活動度がかなり過小評価されてきたことを意味する。これらのデ

ータによれば、フィリピン断層系は世界でもっとも活動的な断層の一つにランクされる。

同様の計算は San Jose Fault では、限られた不十分なデータセットのため、求めることができない。しかし、30km に達する延長距離から、水平変位量 1m・マグニチュード 6.5 の地震を引き起こす可能性が指摘できる。1645 年以降の記録が欠如していることから、この構造に沿う seismic gap が示唆される。

フィリピン断層系に沿って地震が接近・継続して発生した理由は、地質学的検討で地震が認められない 7000 年間の長い期間のせいかもしれない。この期間に蓄積されたエネルギーがこの 600 年間の PFZ に沿う大きな地震クラスターとして現われたことを暗示している。同様のクラスターリングは、San Andreas Fault の Carizzo Plain segment でも報告されている。

一方、急速な slip rate は Philippine Trench が Ryukyu Trench と繋がる構造でなく、Philippine Trench 沿いの stress がフィリピン断層系やその segment 沿いに放出されていることを暗示している。この研究の結果は他の研究者が提案した shear partitioning theory (East Luzon と Philippine Trench で生じたストレスが PFZ で吸収されること) として評価できる。

これらの結果は、古地震活動の理解と将来を予測するための試みとして、これらの方法が重要であることを示すとともに、限界を指摘することができる。

論文審査の結果の要旨

フィリピンルソン島を縦断するフィリピン断層系は、1990 年にルソン島大地震をひき起こしたことで判るように、活発な活断層である。この断層系は、フィリピン海プレートがフィリピン海溝で沈みこむことによって生じる内陸の応力下で生じるものであり、その活動度評価は、西太平洋におけるプレート運動やそれに関連したテクトニクスを考察する上で重要な研究課題であるばかりでなく、フィリピンにおける地震災害の対応にとっても重要な課題である。

フィリピン断層は、フィリピン群島を縦断する世界でも有数の島弧縦断断層であるが、この断層系の活動間隔や累積性などの情報はほとんどなく、古地震学的な解明が必要とされていた。

申請者は、フィリピンルソン島を縦断するフィリピン断層系の第四紀後期の断層活動と古地震に関する特徴を明らかにするために、特に、2 つの活動的な断層である Digdig Fault と San Jose Fault に注目して、それらの断層の詳細な野外調査に基づき、その活動履歴、活動度を明らかにした。

Digdig Fault は 1990 年のルソン地震で 120km にわたって地表変位を生じさせた地震断層であり、San Jose Fault は既知の歴史地震の証拠のない長さ約 30km の断層である。地形学的研究による断層の分布形態の特徴から、Digdig Fault はさらに 7 segment に分割され、San Jose Fault も 5 segment に分割されることを明らかにした。

次に両断層でのトレンチ調査から、有効な古地震学的資料を得た。Digdig Fault に沿う 3 地点のトレンチ発掘調査で判明した古地震の記録から、少なくとも 6 回のイベントが過去 1 万年間に起こったことを示した。特に、精度よく決定できた 1645 年地震イベント以降から最近に至る 350 年間に、少なくとも 4 回のイベントを確認した。Digdig Fault で認定されたイベントを 1589 年以降の歴史地震記録や観測記録と比較して、1645 年、1880 年、1937 年の各地震イベントの変位を読み取ることができた。

これらの新しいデータに基づくと、この 600 年間で再来間隔は、従来の結果と比較してかなり短い 120~150 年になった。また、slip rate の見積りも行った結果、急速で短い再来間隔であることが判明し、フィリピン断層系の活動度が現在までかなり過小評価されてきたこと、フィリピン断層系は世界でもっとも活動的な断層の一つにランクされることを指摘した。

急速な slip rate は Philippine Trench が Ryukyu Trench と繋がる構造でなく、Philippine Trench 沿いの stress がフィリピン断層系やその segment 沿いに放出されていることを示唆した。

以上のように本研究は、フィリピン断層系の詳細な野外調査に基づき、断層の形態とその連続性を明らかにした。トレンチ調査から断層活動のイベントを認定し、さらに AMS 年代測定を用いて年代学的証拠を得て、断層の活動履歴を究明して、歴史地震との対応関係を明示した。また、slip rate の評価を行い、世界の活断層と比較し、さらにフィリピンの地震災害軽減のための問題提起をして、応用的側面にも視野を広げたものであり、島弧を縦断する内陸の断層系の活動度評価や古地震学的研究の分野と、プレート運動やそれに関連したテクトニクスの解明の分野で重要な意義があると評価できる。

よって、博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、平成9年3月11日に、申請論文に報告されている研究業績を中心として、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と判定した。