

氏 名	金 幸 隆
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2718 号
学位授与の日付	平成 16 年 1 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	Characteristic Behaviors and Structural Segmentation of Active Faults as Accumulative Deformation of Tectonic Landform along the Shinano River Fold and Thrust zone, central Japan (変動地形の累積性からみた活断層の活動性と構造セグメント区分 — 信濃川活褶曲帯を事例として —)
論文調査委員	(主 査) 教 授 岡 田 篤 正 教 授 竹 村 恵 二 教 授 入 倉 孝 次 郎

論 文 内 容 の 要 旨

日本列島には、逆断層が繰り返し活動して形成された変動地形が数多く発達する。その詳細な分布、変位量、及び断層走向に直交する方向の変位様式については、かなり詳しく解明されてきた。しかし、逆断層の走向方向における変形様式については、十分な検討が今までなされて来なかった。逆断層から将来起こり得る大地震の規模を推定するためには、断層の長さ最大変位量の位置解明が不可欠な情報になる。

調査対象とした信濃川活褶曲帯は、変位・変形した段丘面や背斜丘陵が広く発達した地域として著名であり、本研究の目的に最適なフィールドとして選定された。本研究で解明された主な調査結果は以下の諸点に要約される。

(1) 空中写真判読と現地調査に基づいた段丘地形と構成層から、信濃川本流とその支流に沿って広く発達する段丘面を侵食段丘面と堆積段丘面に区分した。さらに段丘堆積物を被覆する風成ローム層の初磁化率の変化とローム層中の広域火山灰の同定に基づいて、段丘面の区分や対比と形成年代を絶対年代値で明らかにした。すなわち、段丘面区分と形成年代は、上位から段丘 I (約40万年)、II (約35万年)、III (約20万年)、IV (約15万年)、V (約13万年)、VI (約10万年)、VIIu (約5万年)、VIIl (約4.5-3万年)、VIII (約2.5万年)、IX (約2-1万年)、X (約5千年) である。

(2) 変位・変形した段丘面の調査から、信濃川流域に広く発達する背斜山稜の東翼に沿って、鳥越断層、片貝断層、霜条断層、津南断層の詳細位置を明らかにした。また、鮮新更新層 (魚沼層) からなる魚沼丘陵の東縁に北北東-南南西走向の六日町断層が存在することを新たに認定した。六日町断層は、花崗岩から構成される東側の越後山地と断層関係で接し、地質学的に指摘されていた新発田-小出構造線の南方延長に繋がることを明確にした。

(3) これらの活断層は、変位地形や地層の変形状態から西傾斜の逆断層とみなされる。逆断層地形の走向方向の形成過程を縦断面形、変位量分布、変位速度分布の時間・空間的な変化に基づいて、以下のように類型化できることを提案し、それらの特徴から地表における断層長を明らかにした。

鳥越断層と六日町断層の最大変位量は、中期更新世、後期更新世、完新世を通して、それぞれの断層の中央部及び南端部付近の同じ位置に認められた。最大変位速度は、鳥越断層では0.9-1.0m/千年、六日町断層では約2.0m/千年であり、長期間を通して共にほぼ一定である。鳥越断層に沿って発達する段丘面と背斜山稜の縦断面形は中央部から南北両方に傾き下がる対称形を呈すが、六日町断層の縦断面形は非対称形を示す。逆断層運動に伴う背斜山稜の隆起と成長が、第四紀中後期を通して規則的に進行したことを意味する。従来、鳥越断層の長さは、変位・変形した段丘面の分布から約11kmと見積もられていたが、背斜山稜の発達過程とその範囲から、六日町断層と共に、約35kmと推定できた。

東頸城丘陵の東翼に沿って、片貝断層、霜条断層、津南断層が認められる。片貝断層に沿って発達する段丘の縦断面形は、背斜の北端域において新期の段丘ほど広く発達し、基盤である魚沼層の地質構造に調和して北方へ急傾斜する。片貝断層における最大変位量と最大変位速度は北端域に認められ、第四紀後期に加速していることを意味する。北側への延伸速度は約

150km/千年と見積もられる。

霜条断層に沿う4段の段丘面の縦断面形と背斜山稜の断面形は南に急傾斜し、北に緩傾斜の非対称形を呈する。最大変位量の位置は第四紀中後期を通して常に南部に偏在し、その最大変位速度は0.9-1.2m/千年である。形成時期の古い段丘面ほど南端域に広く発達し、最大変位量の位置も古期の段丘ほど南部に認められるので、霜条断層は北方へ収縮している。しかし、最大変位速度を時代別に整理すると、新期の段丘面ほど変位速度が大きく、第四紀中後期を通して南方へ累進している。

津南断層に沿う背斜山稜と段丘面は、中央付近の標高の高い位置に認められる。最大変位量は第四紀中後期を通して中央付近に存在し、最大変位速度も同様に一定である。

東頸城丘陵東縁に発達する段丘面と背斜山稜の縦断面形、活断層の変位量分布や変位速度分布の時間的・空間的な変化からみて、片貝断層、霜条断層、津南断層は累積的に隆起してきたことが明らかになった。津南断層と霜条断層の境界は、段丘と背斜山稜の断面形から構造的に明瞭に区分される。したがって、津南断層の長さは10km以上、片貝断層と霜条断層は背斜山稜の発達範囲から約18kmと17kmと見積もられる。これらの長さは、変位・変形した段丘面の分布範囲から今まで求められていた断層長の2倍～3倍に達する。

以上のように、逆断層の長さを評価するためには変動地形の形成プロセスを解明することが重要であることを本学位論文としてまとめた。

論文審査の結果の要旨

学位論文申請者金幸隆君は、信濃川中下流域において、詳細な地形・地質・地球物理学的な調査に基づいて、活褶曲・活断層の活動による段丘面や丘陵地形の変位・変形や形成過程を究明し、これらの類型化を提案すると共に、各断層の長さを求めて、活断層に関する基礎的な諸資料を提出した。

日本列島の北半部には、逆断層による変動地形が数多く発達する。逆断層の分布、変位量、及び断層走向に直交する方向での変位様式は今までかなり詳細に解明されてきたが、走向方向における変形様式は十分に検討されて来なかった。このような活断層沿いに将来起こり得る大地震の規模を推定するためには、地表における断層長と最大変位量の位置を解明することが不可欠になることから、信濃川活褶曲帯を対象地域として選定し現地調査を実施してきた。ここは日本で最初に活褶曲の存在が指摘されたように、第四紀後期における変位速度が大きく、長く連続する逆断層が典型的に発達するが、本研究で解明された主な結果は、以下に要約される。

空中写真判読に基づいた段丘地形とその構成層の現地調査から、信濃川本流と支流沿いに広く発達する段丘面の侵食段丘面と堆積段丘面にまず区分した。そして、段丘堆積物を被覆する風成ローム層の初磁化率の変化と挟在する広域火山灰の同定に基づいて、段丘面の区分や対比を精密化して、それらの形成年代を絶対年代値で解明した。すなわち、上位から段丘Ⅰ(約40万年)、Ⅱ(約35万年)、Ⅲ(約20万年)、Ⅳ(約15万年)、Ⅴ(約13万年)、Ⅵ(約10万年)、Ⅶu(約5万年)、Ⅶl(約4.5-3万年)、Ⅷ(約2.5万年)、Ⅸ(約2-1万年)、Ⅹ(約5千年)と求め、活断層の変位基準面に年代目盛りを導入した。

当地域の主要な活断層は西山・東頸城・魚沼の3丘陵の東縁に発達する。これらは、西山丘陵では鳥越断層、東頸城丘陵では片貝・霜条・津南の各断層、魚沼丘陵では六日町断層が3帯として連続するが、まずこれらの詳細位置を明確にし、各段丘面の上下変位量を測定して変位量分布や変位速度を解明した。魚沼丘陵の東縁では北北東-南南西走向の六日町断層が存在することを新たに認定し、詳しい性質を解明したが、これは東側に分布する花崗岩からなる越後山地との間の活断層であり、新発田-小出構造線の南方延長に繋がるということが判明した。

これらの活断層は、段丘の撓曲変形、逆傾斜した地形、河川の方角に直交する崖地形の存在などからみて、西傾斜の逆断層とみなされる。これらの走向方向の形成過程を縦断面形、変位量分布、変位速度分布の時間・空間的な変化に基づいて類型化し、それらの特徴から地表における断層長を明らかにした。

鳥越断層と六日町断層の変位量の最大値は、中期更新世、後期更新世、完新世を通して、中央部付近及び南端部付近の同じ位置に認められた。最大変位速度は鳥越断層では0.9-1.2m/千年、六日町断層では約2.0m/千年であり、第四紀中期以降ではほぼ一定である。鳥越断層に沿って発達する段丘面と背斜山稜の縦断面形は中央部から南北両方に傾斜する対称形を呈するが、六日町断層の縦断面形は非対称形を示す。このことは、これら活断層の活動に伴う背斜山稜の隆起が、第四紀中後

期を通して規則的に進行したことを意味する。従来、鳥越断層の長さは、変位・変形した段丘の分布から約11kmと見積もられていたが、背斜山稜の発達範囲と成長過程を考え合わせると、六日町断層と共に約35kmと推定できた。

東頸城丘陵東縁には、片貝断層、霜条断層、津南断層が認められる。片貝断層に沿う段丘面の縦断面形は、北端域において新期の段丘ほど広く発達し階段形を呈し、基盤である魚沼層の地質構造に調和して北方へ急傾斜する。最大変位量と最大変位速度は北端域に認められ、地表変形が第四紀後期においてそこで加速していることを意味する。片貝断層による変形は北方向へ延び、延伸速度は約150km/千年と見積もられる。

霜条断層に沿う段丘面の縦断面形と背斜山稜の断面形は、南に急傾斜し、北に緩傾斜した非対称形を呈する。最大変位量の位置は第四紀中後期を通して常に南部に偏在し、最大変位速度は0.9-1.2m/千年である。形成時期の古い段丘面ほど南端域に広く発達し、最大変位量の位置も古期の段丘ほど南部に認められる。最大変位速度を時代別に整理した結果、新期の段丘ほど変位速度が大きく、第四紀中後期を通して南方へ累進している。

津南断層沿いの背斜山稜と段丘面は、中央付近において標高の高い位置に認められ、最大変位量は第四紀中後期を通して中央付近に認められる。また、最大変位速度も第四紀中後期を通して一定である。

さらに、東頸城丘陵東縁に発達する段丘面と背斜山稜の縦断面形とを調べ、活断層の変位量分布や変位速度分布を時間的・空間的な変化から求めた結果、背斜山稜は片貝・霜条・津南などの活断層によって累積的に隆起していることが明らかとなり、霜条断層と津南断層の境界は、構造的に明瞭に区分できることが判った。津南断層の長さは10km以上、片貝断層と霜条断層は背斜山稜の発達範囲から約18kmと17kmと見積もられ、変位・変形した段丘面の分布範囲から従来求められていた断層長の約2倍に達することが判明した。

以上述べてきたように、申請者は空中写真判読や現地調査に基づいた調査手法から信濃川中下流域における活断層の分布や変位量、さらに変位速度を求め、大地震の規模を予測するために不可欠な断層長と最大変位量の位置を究明した。また、段丘面と背斜山稜の縦断面形、活断層に沿う変位量分布及び変位速度の時間的・空間的な変化に基づいて、走向方向での変動地形の成長・進化過程を類型化し、各断層の性格を詳しく解明した点で評価される。

よって、申請者の提出した論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認めた。なお、申請論文として報告されている研究業績を中心として、さらに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。