

氏名・(本籍)	ひらのしんいち 平野 信 一
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理博第 1077 号
学位授与年月日	昭 和 63 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専攻	東北大学大学院理学研究科 (博士課程) 地学専攻
学位論文題目	内陸活断層の変位時期と変位量に関する地形学的研究
論文審査委員	(主査) 教 授 設 楽 寛 教 授 板 倉 勝 高 教 授 中 川 久 夫 助 教 授 米 地 文 夫 助 教 授 島 田 周 平 助 教 授 田 村 俊 和

論 文 目 次

序 論

- I. 研究の目的
- II. 活断層の運動時期に関する従来の研究
- III. 研究地域の設定

本 論

- IV. 本研究における断層運動認定と時期推定の方法
- V. 阿寺断層系における断層運動時期と変位量
- VI. 千屋断層系における断層運動時期と変位量
- VII. 日本の内陸活断層の変位にみられる規則性
- VIII. 結 論

論文内容要旨

序 論

I. 研究の目的

島弧-海溝系の変動帯に属する日本列島では、地殻応力に対応した変動が累積し、列島の起伏の大要を決定している。この列島の地形的特徴をもたらす要因の一つに、内陸活断層の変位の累積がある。活断層の活動度は、一般に、変位地形の大きさと地形面の形成時期から求められる平均変位速度で表される。海溝系のプレート間逆断層では、年代の判明した海成段丘面の変位と史料の解析から、数地域について過去の断層運動時期とそれに伴う変位量が解明されつつある。しかし内陸活断層の運動は、海溝系のものに比べ小規模で間隔も長く、同様の手法で断層運動をとらえることは困難である。そこで本研究では、内陸活断層の運動時期と断層運動に伴う変位量を、個々の断層の露頭と変位地形を詳細に検討することによって明らかにすることを目的とする。

II. 活断層の運動時期に関する従来の研究

本章では活断層の運動時期と大きさを解明した研究を展望し、従来の研究では、活断層の断層長と変位量（地震規模）を関係づけた経験式より、断層運動の大きさと再来間隔を求めることができるが、直接運動時期を得ることはできないこと、また、運動時期に関しては、断層露頭、遺跡や古墳の変位から最新の時期について明らかにした研究例があるが、断層運動の繰り返しされる個々の時期と変位量の2者を解明する研究は進展していないことを指摘した。

III. 研究地域の設定

内陸活断層について運動時期と変位量を求め易い断層としては、運動間隔が短いこと、および、大きな変位が期待されることが前提条件で、そのためには高い活動度をもち、断層長が長く、新时期地形面が数多く変位している断層であることが必要である。これらの条件を最も満たす断層として、横ずれ断層の阿寺断層系を選んだ。また、縦ずれ断層としては、応力場に対応して形成される逆断層が望ましいが、この場合は一般に断層崖の崩落や侵食、下盤側の埋積作用のため断層運動の復元が困難である。しかし、歴史地震に関してはその記録をもとにし、変位様式と時期を求めることが可能であるので、歴史地震以前の変位についての示唆を得ることができる。このような利点をもつものとして縦ずれ断層（逆断層）については千屋断層系を研究対象として選定した。

本 論

IV. 本研究における断層運動認定と時期推定の方法

断層露頭から断層運動を認定する際本研究では、断層運動後の沈降側における厚い堆積層（地層の層厚差）、運動時に生じる痕跡（地層のずれや亀裂）などの運動に伴う堆積構造と断層運動を誘因として供給される粗粒堆積物などの層相変化を指標として重視した。また、地形から断

層運動を認定する際には、形成時代の異なる地形面に残る低断層崖高を指標とした。運動時期は、変位地形面の形成時期および、運動に起因する堆積物や運動前後の地層の堆積年代から推定した。年代測定には¹⁴C年代測定法を採用し、堆積環境の変化が起きた地層の境界部に近い層準の試料が断層運動を指示する重要な指標としてとくに取り上げた。

V. 阿寺断層系における断層運動時期と変位量

本章では第IV章で述べた断層運動認定の指標を用い、下呂断層の露頭と阿寺断層の変位地形から阿寺断層系の運動時期と変位量を解明した。

加子母村小郷では、砂礫と腐植土の互層からなる下呂断層の露頭を新たに発見し、腐植土層形成が地震活動に起因する間けつ的な砂礫供給により中断される時期、すなわち断層運動時期を明らかにした。阿寺断層により変位を受ける坂下の河岸段丘では、6段の河岸段丘の断層変位量と3段の河岸段丘の形成時期を明らかにした。

以上、小郷と坂下の2地点で得た運動時期と変位量の結果に、小野沢峠の断層露頭から得られる断層運動時期(岡田・松田, 1976)を加えて阿寺断層系の運動時期と変位量を求めた。その結果、約1,850年前、約4,100年前、約5,500年前、約7,900年前、約11,000年前、約13,000年前に本断層系の断層運動時期を認定し、それぞれの運動時期の間隔は一定でないことと、断層運動に伴う垂直変位量は、約1,850年前の断層運動では西方寺中位(Sh₂)面が2.1 m、5,500年前のものでは西方寺上位(Sh₁)面が2.6 mであることを明らかにした。

VI. 千屋断層系における断層運動時期と変位量

本章では第IV章で述べた断層運動認定の指標を用い、白岩断層と千屋断層の露頭、千屋断層の変位地形より千屋断層系の運動時期と変位量を解明した。

十六沢では、新时期積物を切る白岩断層の逆断層露頭を新たに発見し、陸羽地震(明治地震)のみの変位を受ける腐植土層の存在から、それまでの堆積期を明治地震直前の静穏期間として認定できた。千屋断層沿いの小森沢溪口部では、上盤側(河谷上流側)に発達する2段の沖積段丘の断層崖高の差と明治地震の前後に作成された図面から地形変化を読み取り、低位沖積段丘は明治地震、高位沖積段丘は明治地震より一つ前の地震(pre-明治地震)によりはじめて変位を受けたことを明らかにした。さらに、断層崖基部に断層露頭を新たに発見し、腐植土層と砂礫層の互層よりpre-明治地震の時期を明らかにした。三吉沢では、沖積錐上に明瞭な崖地形として出現した地震断層の崖高と沖積錐の表層堆積物の年代から、明治地震直前の静穏期間を求めた。丸子川左岸では、千屋断層は形成時代の異なる3段の地形面に大きさの異なる崖地形として出現することを指摘し、pre-明治地震のさらに一つ前の地震発生時期を最高位の地形面の形成時期より明らかにした。

以上、十六沢、小森沢、三吉沢、丸子川左岸の4地点で得た運動時期と変位量の結果から、千屋断層系を震源断層とする明治地震以前の地震発生時期を求めた。その結果、本断層系において陸羽地震(1896年)以前には、pre-明治地震が約4,400~約2,700年前に、さらに一つ前の地震が約5,700~4,400年前に発生したことを認定し、各時期はいずれも時代幅をもつが地震発

生時期の間隔は等しくないことと、3 時期の断層運動に伴う垂直変位量は丸子川左岸で最新の運動より順に2.4 m, 2.1 m, 1.4 mであることを明らかにした。

VII. 日本の内陸活断層の変位にみられる規則性

以上、阿寺断層系と千屋断層系の研究を、トレンチ発掘調査で運動時期の判明した内陸活断層の既存の5つの研究成果に加えて、活断層の運動間隔を検討した結果、いずれの断層でも断層運動の間隔はそれぞれの断層の平均運動間隔のおおよそ1/2~2倍の時間範囲内に含まれ、プレート間断層におけるものと数値的に対応していることを明らかにした。

プレート間逆断層では、地震発生間隔は対象とする間隔の初めの地震（先行する地震）に伴う変位量に比例するという“発生時予測可能モデル”が成り立つことが指摘されている。内陸活断層について運動時期と変位量の2つの指標が共に判明したのは本研究による阿寺、千屋両断層系のみであるので、これらを対象としてこのモデルを適用してみた結果、阿寺断層系ではこのモデルが成り立ち、千屋断層系においても、明治地震以前の過去2回の運動時期をそれぞれの運動時期の中央値、あるいは上限値、下限値に地震が発生したと仮定した場合に同様の関係が成り立つことを認めた。この関係にもとづけば、阿寺断層系では現在より約1,000年後に、千屋断層系では約3,300年後に将来の地震発生が予測され、地震規模はそれぞれの断層系の過去の断層運動に伴う変位量から推定すれば、前者ではマグニチュード8クラス、後者では7前後の大きさとなることを指摘した。

VIII. 結 論

本論文では内陸活断層の運動時期とそれに伴う変位量は、断層露頭と断層変位地形から断層運動の痕跡を詳細に認定することで解明できることを、阿寺断層系と千屋断層系において示した。その際、運動時期の指標となる堆積物の¹⁴C年代測定を行なって運動に伴う堆積構造と層相変化、および、低断層崖が発達する地形面から運動時期を決定した。また、その結果として他の研究例と併せ、内陸活断層の運動時期の時間間隔のばらつきには限界値があることを明らかにし、さらに海溝系プレート間逆断層で認められる断層変位の時間間隔は初めの変位に伴う変位量に比例するという規則性が、内陸活断層の変位に関しても成り立つことを認めた。

論文審査の結果の要旨

本研究は内陸活断層の断層運動に伴う変位量と運動時期に関し実証的に推論し得ることを示そうとしたものである。

序論と本論とから構成され、序論においては I の研究の目的で海溝系プレート間逆断層に比べ内陸活断層を把える困難性を述べ、それを突破する方法として個々の断層の露頭と変位地形の詳細な検討をあげている。II では従来の研究を展望して断層運動に伴う変位量と運動時期の両指標を共に解明する研究の低迷を指摘し、III においてその研究を進展させ得る好対象として横ずれ断層については阿寺断層系、縦ずれ断層については千屋断層系に絞った。

本論では、まず IV で本研究における断層運動の認定と時期推定の方法を述べ、運動に伴う堆積構造と層相変化および形成時代の異なる地形面に残る低断層崖高を指標に選び、さらに堆積環境の変化が起きた地層の境界部に近い層準の試料を断層運動を指示する重要な指標として位置づけた。

V および VI では阿寺断層系および千屋断層系においての実例解析を詳細に行ない、前者においては 13,000 年前以降 6 回の断層運動、後者については 5,700~4,400 年前以降 3 回の断層運動を認め、夫々の断層運動の時期と変位量を導き出した。

VII では従来の研究例に本研究の事例を加えて規則性を検討し、断層運動の時間間隔は夫々の平均間隔のおおよそ 1/2~2 倍の範囲に含まれるとするプレート間断層におけるものと符合することを示した。またプレート間断層に認められている“発生時予測可能モデル”は、運動時期および変位量が共に解明された阿寺、千屋両断層系に適用した結果、両者においておおよそ成立つことから、内陸活断層活動についても予測に関し推論の可能性があることを示唆した。

以上の解析に基づき VIII において内陸活断層についてその運動時期とそれに伴う変位量は断層露頭と断層変位地形から断層運動の痕跡を詳細に検討することによって解明することが可能であると結論した。また、発生時間間隔と変位量との間にも規則性があることを認めた。

以上の研究は、内陸活断層に関し地形学的研究の有効性を実証したものであって、著者が独立して研究活動を行なうに必要な高度の研究能力と学識をもっていることを示している。よって平野信一提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認める。