

第 5 章 結論

地殻変動量を推定する方法は、対象とする時間スケールによって地震学・測地学的手法 (<10² 年) と地形学・地質学的手法 (10³-10⁶ 年) に大別される。地震学・測地学的手法に関しては、観測機器の開発や観測網の充実により、地殻変動を高精度で面的に明らかにすることが可能になってきた。一方、地形学・地質学的手法に関しては、過去の海水準を示す指標 (海成段丘や海成層) に基づき臨海部では精度の高いデータが得られていたが、内陸部では精度の高いデータは得られていなかった。このような長期間の地殻変動を島弧規模で明らかにすることは、短期間の微小な変形を観測することと同様に、日本のようなプレート収束帯でのテクトニクスを理解する上で重要だと考えられる。そこで本研究では、十分な情報が得られていない内陸部の 10⁵ 年スケールの地殻変動を明らかにするために、内陸部に分布する河成段丘に基づく地殻の隆起量の推定法 (吉山・柳田, 1995) を適用し、さらに沈降側では地下地質情報を用いることで、約 10 万年間の隆起・沈降量の分布を明らかにした。研究対象地域は、段丘が広く発達し、活動度の高い逆断層が分布する近江盆地から伊勢湾西岸地域である。その結果、気候変動・海水準変動に対応して形成された河成面の標高から 10⁵ 年スケールの変形量を読み取り、地殻の変形パターンや活断層の活動度を明らかにすることができた。また本研究では、研究地域におけるテフラ分析の方法とテフラ層準の認定基準を確立し、段丘の形成年代の推定と段丘形成モデルの検討を行い、本地域の段丘形成史に関する基礎的な情報を明らかにすることができた。

テフラ分析に基づき、段丘を覆う被覆層中に K-Ah (7.3 ka), AT (26-29 ka), K-Tz (95 ka) テフラの降灰層準を認定した。これらのテフラは気候変動において重要な時期を示す広域テフラであり、段丘面の形成年代を明らかにし、各地域の段丘面を対比する上で重要な指標となった。ただし、テフラ層準を認定する際には、各地域の被覆層を構成する粒子の粒度によって見かけのテフラ起源物質の含有率が異なるため、テフラ起源物質の含有率の変化パターン、火山ガラスの屈折率、上下の段丘面との地形学的関係などを総合的に解釈してテフラ層準の認定を行った。今後、段丘面の形成年代を精度よく推定するためには、露頭を丹念に調べ段丘構成層中からテフラを検出する、放射性炭素年代測定法や OSL (optically stimulated luminescence) 年代測定法 (塚本・岩田, 2005) などを適用して段丘構成層や被覆層の年代を直接求める、環境指標 (花粉, 植物珪酸体など) に基づき段丘形成時の古環境 (寒冷・温暖, 乾燥・湿潤) を推定する, などの作業を行い、広域に情報を蓄積していくことが必要である。

地形発達に関しては、明らかとなったテフラ層準と段丘の地形的特徴に基づき、各地

域の氷期・間氷期の河川環境を推定し、段丘形成モデルを検討した。伊勢湾西岸地域では、上流部は主に気候変動、下流部は主に海水準変動により段丘が形成されたと推定した。一方、海水準変動の影響を直接受けにくい近江盆地では、湖西・湖東地域に分布する段丘の地形的特徴や周辺の古環境に関する情報に基づき、気候変動が段丘形成の主な要因であると推定した。侵食基準面が異なる両地域を比較すると、気候変動によって氷期に形成された段丘が本研究全域の中流～上流部に分布していることがわかり、中流～上流部の段丘形成に対しては気候変動が大きく影響を与えていると考えられる。また、本研究地域全域に分布する L2 面 (MIS 2) の段丘形成過程と中部地方以東の MIS 2 の段丘形成過程を比較し、MIS 2 の周氷河作用による碎屑物供給量の増加と気候変動による河川の掃流力の低下がどのように日本の氷期の段丘形成過程に影響を与えているかを評価した。その結果、本研究では日本の氷期の段丘形成には気候変動による河川の掃流力の低下が最も重要であり、その河床面高度の上昇量 (段丘構成層の層厚) に寄与する要因が周氷河作用による碎屑物供給量の増加であると考えた。今後、この仮説を実証するには、西南日本の各地で MIS 2 に対応する段丘の分布や特徴を明らかにしていく必要がある。

また本研究では、段丘の形成過程を 3 つに分けてそれらの要因を推定した。(狭義の) 段丘面の形成と段丘面の離水には主に気候変動・海水準変動が影響しているのに対し、段丘面の保存には地殻変動が影響していることが明らかとなった。段丘の形成過程には、複数の要因が関係しているためその要因を一義的に決定することは困難であるが、今後段丘面の編年を高精度に行うことができる地域において段丘の形成過程を細分することは、河川環境の復元や今後の河川環境を予測する上で必要だと考えられる。さらに地形のみではなく、海域や臨海部などの豊富な地下地質情報も加えて、山地から臨海部までの現象を捉えていくことが今後の重要な課題である。

段丘地形と地下地質情報から読み取った隆起・沈降量の分布から、濃尾平野と近江盆地の形成に寄与する西傾動運動や断層周辺の背斜・向斜状の変形を読み取ることができた。特に濃尾平野西部から伊勢湾西岸地域にかけての養老-桑名-四日市断層帯周辺の変形パターンは、濃尾平野地下の基盤形状や周辺の地形と調和的であり、これらの活断層が活動開始以来同様の変位を継続し、地形発達に大きく影響してきたことを示している。一方、近江盆地側では濃尾平野西部と伊勢湾西岸地域よりもデータが少ないため、琵琶湖西岸断層帯全体の変形パターンを明らかにすることができなかった。しかし、断層帯の北部 (饗庭野断層や上寺断層) と南部 (堅田断層) を比較すると、北部のほうが活動的であり、これは現在の琵琶湖の湖底地形などと調和的である。湖東地域では、西傾動運動による隆起が推定され、愛知川と日野川の上流では 0.5 mm/yr 程度の隆起速度が推

定された。その隆起量は鈴鹿山脈へ向かって増加しており、湖東地域の西傾動運動には、琵琶湖西岸断層帯だけでなく鈴鹿東縁断層帯・養老-桑名-四日市断層帯の活動も影響を与えていると推定される。

本研究で明らかになった地殻変動に、どの程度断層起源の変形が寄与しているのかを3つの仮説を立てて検証した。その結果、既存研究で推定されている断層形状よりも高角な断層（50-60度）と本研究地域全域を一様に沈降させるような変形（沈降速度約0.5 mm/yr）を仮定した場合、本研究で明らかとなった地殻変動をもっともよく説明することができた。実際、本研究地域では、断層下盤側には盆地・低地が広く分布し、断層上盤側では断層の活動度に対して山地の標高が小さい。このような地形的特徴は、本研究で推定された底下げ的な変形と断層活動による変形で説明することが可能である。この底下げ的な変形は、比較的長波長（100 km以上）であると推定されることから島弧規模の変形に起因するものだと考えられる。今後、このような変形を明らかにしていくことは、地殻浅部のみではなく地殻深部の構造や運動の影響、特にプレート運動と地殻変動との関係を明らかにする上で重要だと考えられる。ただし本研究では、非常に単純な仮定とモデル計算に基づいているため、今後はより細かな仮定を設定し議論する必要がある。また、既存研究で推定されている断層の地下形状では、本研究で明らかとなった地殻変動を説明することができなかった。断層の地下形状は活断層の評価に関わる問題であるため、今後は地形や地質に基づく変形量やそのパターンを組み合わせる断層の地下形状を評価していくことも重要だと考えられる。

文献

- 塚本すみ子・岩田修二 2005. ルミネッセンス年代測定法の最近の進歩ー適用年代の拡大と石英の OSL 成分についてー. 地質学雑誌 111: 643-653.
- 吉山 昭・柳田 誠 1995. 河成地形面の比高分布からみた地殻変動. 地学雑誌 104: 809-826.

参考文献

Thesis の基礎となった論文は以下のとおりである.

1. 関ヶ原周辺地域における段丘編年と活断層の活動性. 第四紀研究, 49 巻, 第 5 号, 255 頁-270 頁, 2010. 石村大輔.
2. Chronology and processes of fluvial terrace formation in northeastern Kinki district, southwest Japan, based on cryptotephra analysis. Quaternary International, 246 巻, 190 頁-202 頁, 2011. Daisuke Ishimura and Yuya Kakiuchi.

謝辞

本研究を進めるにあたって、多くの方々にお世話になった。

堤 浩之准教授、竹村恵二教授（京都大学）、岡田篤正教授（立命館大学）には、現地調査や本論文作成に至る研究全般にわたって終始懇切丁寧なご指導をいただいた。遠田晋次准教授（京都大学）には、ゼミや現地調査などの中でご意見・ご助言をいただき、また本研究で明らかとなった地殻変動と断層モデルの結果との比較に関して議論していただいた。石川尚人教授（京都大学）には、帯磁率測定に必要な機器を使用させていただき、被覆層の初磁化率の変化について議論していただいた。株式会社京都フィッシュン・トラックの檀原 徹氏と山下 透氏には、温度変化型屈折率測定装置（RIMS）の整備から火山ガラス・重鉱物の屈折率測定方法まで多岐にわたってご意見・ご助言をいただいた。高田将志教授（奈良女子大学）には、湖東地域の空中写真借用の許可をいただいた。小松原琢氏（産業技術総合研究所）には、近江盆地の地下地質データや地形発達についてご意見・ご助言をいただいた。佐藤智之氏（産業技術総合研究所）には、琵琶湖内のボーリングデータや近江盆地周辺の地形発達について議論していただいた。大久保茂子氏（奈良女子大学）には、湖東地域のデータを見せていただき、ゼミを通じてご意見・ご助言をいただいた。京都大学理学研究科の末岡 茂氏、Noelynna T. Ramos 氏、Jeffrey S. Perez 氏、木幡邦彦氏、斎藤 真氏、杉山達哉氏、野村和正氏、鹿倉洋介氏、山本友里恵氏、廣瀬志保氏には、ゼミや日々の議論の中で貴重なご意見・ご助言をいただいた。堤 浩之准教授、Jeffrey S. Perez 氏、木幡邦彦氏、斎藤 真氏、杉山達哉氏、安田大剛氏、山下真一氏（京都大学）、丸山陽央氏（名古屋大学）には、パーカッション採土器を用いた伊勢湾西岸地域と近江盆地での掘削調査を手伝っていただいた。掘削調査地の土地所有者の方々には、快く掘削を許可していただいた。垣内佑哉氏（(株)日本能率協会総合研究所）には、湖西地域の地形図やテフラ分析のデータを見せていただいた。土井有紀氏（京都大学）には、火山灰分析に用いるメッシュの裁断を手伝っていただいた。

本論分をまとめることができたのは、以上の方々のおかげである。末筆ながら、この場を借りて深く御礼申し上げます。