

機関番号：84501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500902

研究課題名(和文) 近畿三角帯とその周辺地域の中期更新世テクトニクスと地形発達

研究課題名(英文) Tectonics and geomorphologic developments since the middle Pleistocene in and around the Kinki Triangle, western Japan

研究代表者

加藤 茂弘 (KATO SHIGEHIRO)

兵庫県立人と自然の博物館・自然・環境評価研究部・主任研究員

研究者番号：50301809

研究成果の概要(和文)：近畿三角帯北西縁とその周辺域に位置する三方低地、久美浜低地、福知山盆地、氷上盆地、姫路平野などの埋積過程(堆積開始年代や平均堆積速度など)を、大山火山や九州の火山起源の中期更新世テフラを年代指標層として明らかにした。その結果、50～100 万年前に同帯北西縁で右横ずれ活断層運動が活発化して北西側低下の傾動ブロック運動と同帯北西側区域のゆるやかな沈降が始まり、現在まで継続したことが示され、15～20 万年前には同帯北縁部で地殻変動様式が変化した可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Sedimentation processes of the Mikata and Kumihama Lowlands, the Fukuchiyama and Hikami Basins, and the Himeji Plain around the northwestern edge of the Kinki Triangle, western Japan, are clarified using the middle Pleistocene marker tephra layers erupted from Daisen Volcano and volcanoes of the Kyushu Island, especially focusing on the starting ages of the sedimentation and the mean sedimentation rates until now. As the results, the right-lateral faulting along the northwestern edge of the Kinki Triangle has intensified in between 0.5 and 1.0 Ma and caused the northwestern tilting of the faulted blocks northwest of the edge relating to the slow subsidence of such lowlands and basins. It also suggests the change in mode of tectonic movements at the northernmost part of the triangle around 150-200 ka.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2009 年度	700,000	210,000	910,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：自然地理学

科研費の分科・細目：総合領域・地理学・地理学

キーワード：近畿三角帯 活断層 テクトニクス 地形発達 中期更新世 テフラ層序 ポーリングコア

1. 研究開始当初の背景

近畿三角帯は、花折一有馬・高槻一六甲・淡路島断層帯、柳ヶ瀬一養老断層帯、中央構造線により囲まれた地域であり、地域内に密に分布する横ずれ断層や逆断層により発達

した短小な山地と盆地の交互配列により特徴づけられる地形区である。近畿三角帯を中心とした西南日本の第四紀テクトニクスと地形形成は、1960 年代～1980 年前半に、大阪層群など鮮新-更新統の層相・層序とそれ

らが構成する丘陵や段丘の地形的特徴を広域に明らかにすることから検討された。

藤田(1968)は、第三紀末～第四紀初頭の南北圧縮場での東西軸の基盤褶曲による地形形成期(第1瀬戸内期)と、その後の東西圧縮場での横ずれ断層・逆断層の発達による山地と盆地の分化期(第2瀬戸内期)を通して近畿三角帯を中心とする西南日本弧の大・中地形が形成されたと考え、大阪層群の堆積開始期や鈴鹿・生駒・六甲山地などの上昇開始期が東から西へ新しくなると指摘した。このような地殻変動場の変遷は同時代性を根拠として、フィリピン海プレートの沈み込み開始や移動方向の変化、プレート先端部の移動にともなう断層活動の変化、フォッサマグナを介した太平洋プレートの影響力の増大や、伊豆-小笠原弧の衝突などが原因であるとされた。1980年代後半には、近畿三角帯周辺の内陸小盆地を埋積する中期更新統の層序が検討されはじめ、中期更新世に、上町断層など活断層の変位速度が増大して断層ブロック運動が激化する一方、大規模な海水準上昇が生じて内陸盆地まで埋積が進んだとする仮説(藤田, 1990)が出された。

しかし、1995年兵庫県南部地震後の近畿三角帯での深層ボーリングによる平野・盆地の地下層序の研究、地震波探査による深部地下構造調査、国が主導した活断層調査などにより、京都盆地では180万年前以降盆地形成が始まり、それが北部へ波及したこと、大阪湾断層が約120万年前に活動を始めたことなど、近畿三角帯の第四紀テクトニクスに関する新資料が、かくだんに増えた。東西軸の堆積盆を埋積するとされた神戸層群など第1瀬戸内累層群の大半は、貝化石や微化石の再検討、凝灰岩の放射年代測定により始新統～漸進統であることが示され、第1瀬戸内期のテクトニクスの根拠は崩壊した。さらに中期更新世以降も、上町断層や六甲南麓の活断層、大阪湾断層などでは約100万年前以降の平均上下変位速度がほぼ一定であり、その一方で、播磨平野東部は約100万年前以降に隆起域に転じ、約40万年前以降の氷河性海水準変動に対応して海成段丘が順次、形成されたことが明らかにされた。このように現在では、藤田(1968, 1990)の仮説を再検討すべき地形・地質学的証拠がそろいつつある。

2. 研究の目的

近畿三角帯とその周辺地域の第四紀テクトニクスと地形発達については、①新第三紀末のフィリピン海プレートの斜め沈み込みによる中央構造線の右横ずれ運動、それ以北での堆積盆の発生および大阪層群の堆積開始、②第四紀以降のフィリピン海プレート先端部の北進による中央構造線活動停止域の西進(中部日本～紀伊半島東部)と、南

北ないし北東-南西走向のひずみ集中域の形成およびその西への移動にともなう地殻変動場の変遷、③中期更新世以降の近畿三角帯北西縁(花折-有馬・高槻-六甲淡路島断層帯)へのひずみ集中と北西ないし西側低下の傾動ブロック運動の発達、およびそれにもなう同帯西側区域(播磨平野西部以西と福知山盆地、若狭湾沿岸域など)のゆるやかな沈降、といったシナリオを想定し、これにより近畿三角帯とその周辺地域における現地形や大阪層群を含む第四紀層の堆積過程が説明できるのではないかと考えた。研究期間においては、このうちのシナリオ③を検証することを目的とした。

3. 研究の方法

シナリオ③の検証には中期更新世以降に播磨平野中・西部、氷上低地、福知山盆地等の近畿三角帯の西側～北西側地域が継続的に沈降し、六甲山地や丹波山地が傾動隆起してきたことを明確に示さなくてはならない。それには、とくに現在も地形・地質学的証拠が不十分な、播磨平野や福知山盆地などの播磨灘沿岸部から加古川・由良川流域を対象に、平野・盆地地下の中部更新統や、丘陵・段丘を構成する中期更新統の層序と地形形成期を、主に地形編年や火山灰層序学の手法により明らかにする必要がある。その結果を、六甲山地南麓や大阪平野、京都盆地などで1995年以降に得られてきた地形・地質学的証拠と合わせて考察し、シナリオ③を具体的に検証できる。

この点を念頭に置き、本研究を以下の手法により進めた。

- (1) 空中写真判読により加古川・由良川流域の地形判読を行い、海成・河成段丘面を分類・対比する。
- (2) 露頭調査により各地形面構成層の特徴(層相や風化状況等)を把握し、とくにテフラの発見に努める。
- (3) 播磨平野西部の兵庫県御津町で掘削された90mコア、加古川中流部の氷上盆地で掘削された100mコア、京都府京丹后市久美浜低地で掘削された20mコア、同南丹市神吉盆地で掘削された70mコアの収集に加えて、福知山盆地西部で30m程度のボーリングコア掘削を行い、各地域の平野地下に伏在する中部更新統の模式試料を得る。
- (4) 各コアから肉眼で確認できるテフラを採取し、さらに堆積物の火山ガラス分析を行って火山ガラス濃集層を見出し、テフラ降灰層準を認定する。
- (5) コア中のテフラやテフラ降灰層準の堆積物、丘陵・段丘構成層中のテフラを分析し、岩石学的特徴や火山ガラスと重鉱物の主成分・微量成分組成を明らかにする。

- (6) 分析した諸特徴から、既知の広域テフラや、大山火山近傍、阪神間の平野地下、兵庫県北部、静岡県浜松地域、伊那谷、八ヶ岳山麓で採取した大山火山起源の中期更新世テフラとの対比を行う。
- (7) テフラ対比やテフラ中のジルコンのフィッション・トラック (FT) 年代測定により、大山火山起源の中期更新世テフラの広域性と降灰年代を明らかにする。
- (8) 九州起源の広域テフラや大山火山起源の中期更新世テフラを年代指標層として、各地の中部更新統の堆積年代や平均堆積速度、もしくは海成・河成段丘の形成年代を確立する。
- (9) 上記の結果と、六甲山地・淡路島周辺地域や大阪湾の第四紀地史および地形発達に関する文献資料を取りまとめ、近畿三角帯北西縁部周辺における中期更新世のテクトニクス(シナリオ③)を検証する。

4. 研究成果

研究対象とした各堆積盆地における中期更新世以降の埋積過程について、以下のことが明らかになった。

- (1) 神吉盆地では大山火山起源の中期更新世テフラ (hpm1, gpm, cpm) などが識別され、約 47~55 万年前に逆断層運動による沈降が始まったこと、その後は約 0.12m/千年の平均堆積速度で埋積が続いたことがわかった。
- (2) 大山火山起源のテフラとの対比やテフラの FT 年代測定結果から、福知山盆地でもほぼ同時代に中部更新統・福知山層の堆積が始まったが、約 15~20 万年前に流路変更による基準面低下の影響を受けて侵食に転じたことが推定された。
- (3) 久美浜低地では沖積層下に Ma8・Ma9 層を含む大阪層群相当層の存在が確認され、約 40~50 万年前から緩慢な沈降を続けていた久美浜低地が、加久藤テフラ降下後の 12~30 万年前の間に隆起傾向に転じたと考えられた。
- (4) 福知山盆地では 32m 長のコア堆積物中に大山火山起源の中期更新世テフラ evs とその上下の短い逆帯磁層準が見出され、酸素同位体ステージ (MIS) 12~7 にかけての堆積史がわかった。
- (5) 氷上盆地 100m コアでは、始良 Tn テフラ (AT)、三瓶池田テフラ (SI)、大山生竹テフラ (DNP)、鬼界とずら原テフラ (K-Tz)、阿多鳥浜テフラ (Ata-Th) などのテフラ降灰層準を認定し、0.1~0.2 m/千年の平均堆積速度を求めた。この平均堆積速度とコア堆積物の層相の急変層準、および砂礫層を構成する礫種の変化に基づき、約 50 万年前以前と 15~20 万年前の間に、加古川-由良川水系間で河川争奪や流路変更がそれぞれ生じたことが推定された。

- (6) 三方低地における長尺コアの詳細分析から、三方断層帯の過去約 8 万年間における活動史と平均活動間隔を明らかにした。またコア堆積物のテフラ層序から、三方低地帯の沈降が MIS6 前後に始まったことが確認された。

これらのことから、前述の中期更新世以降のテクトニクスと地形発達シナリオが、大局的には成立していることが確認された。さらに近畿三角帯北部~北西部地域においては、中期更新世後半の約 15~30 万年前に活断層の発現を伴うテクトニクスの転換があった可能性が指摘できる。そして、このようなテクトニクス史からみて、現在観測される近畿三角帯地域へのひずみ集中は、約 15~30 万年前以降から続く応力場とそれに対応した地殻変動の一表現であると考えられる。

1995 年兵庫県南部地震後に行われた多くの地形・地質・地球物理学的調査は、大地震の長期予測や強震動予測に重要な基礎資料を提供し、当該分野の発展と精密化に大きく貢献した。一方で、これらの研究成果は地殻変動や地形発達史の研究にも貴重な情報を提供してきたが、それを活用した研究は、ほとんど行われていない。本研究は、1995 年兵庫県南部地震以後 10 年以上にわたり蓄積された研究成果を、自然地理学的な側面で活用するものである。西南日本、とくに近畿三角帯の第四紀の地史や地形発達に関する総合的検証は 1990 年後半以降進んでおらず、本研究の成果は、これらに新たな進展を与えるものと考えられる。

一方、近畿~中部地方には、阿多鳥浜、高山 Ng-1、加久藤など、中期更新世の広域テフラが分布するが、約 15~25 万年前の広域テフラは知られていない。広域分布が確認された大山火山起源の中期更新世テフラの降灰年代はこの時代を埋めるものであり、近畿~中部地方の中期更新世の地史や地形発達史研究に重要な年代指標層を与えるばかりか、大山火山の噴火史の精密化にも貢献できるものである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 小滝篤夫・加藤茂弘・木谷幹一、京都府南丹市、神吉盆地のボーリングコア中の大山火山起源の中期更新世テフラとその意義、第四紀研究、査読有、Vol. 50、2011、

35-48

- ② 岡田篤正・加藤茂弘・石村大輔・斎藤 真、福井県，三方湖および中山低地の地下地質と三方断層帯の活動解明、地学雑誌、査読有、Vol. 119、2010、878-891
- ③ 石村大輔・加藤茂弘・岡田篤正・竹村恵二、三方湖東岸のボーリングコアに記録された三方断層帯の活動に伴う後期更新世の沈降イベント、地学雑誌、査読有、Vol. 119、2010、878-775-793
- ④ 加藤茂弘、久美浜コア堆積物の層序区分と層相、植村善博編『京丹後市久美浜湾の古環境と形成過程－阿蘇海・天橋立との比較－』（京丹後市教育委員会発行）、査読無、2010、pp.15-20
- ⑤ 加藤茂弘・小滝篤夫、久美浜コア堆積物のテフラ層序と堆積年代、植村善博編『京丹後市久美浜湾の古環境と形成過程－阿蘇海・天橋立との比較－』（京丹後市教育委員会発行）、査読無、2010、pp.21-29
- ⑥ 加藤茂弘・岡田篤正・寒川 旭、大阪湾と六甲山、淡路島周辺の活断層と第四紀における大阪・播磨灘堆積盆地の形成過程、第四紀研究、査読有、Vol. 47、2008、233-246

〔学会発表〕（計 8 件）

- ① 加藤茂弘、兵庫県水上盆地における前期更新世以降の埋積過程、日本活断層学会 2010 年秋季学術大会、2010 年 11 月 26 日、名古屋大学
- ② Kotaki, A., Katoh, S., Kitani, K., Middle Pleistocene widespread tephra derived from the Daisen Volcano, central Japan、International Field Conference and Workshop on Tephrochronology, Volcanism and Human Activity-Active Tephra in Kyushu 2010、2010 年 5 月 10 日、鹿児島県霧島市、霧島市民ホール
- ③ Ishimura, D., Okada, A., Katoh, S., Takemura, K., Coseismic subsidence events identified in boring cores around Lake Mikata, central Japan、北淡国際活断層シンポジウム 2010、2010 年 1 月 18 日～20 日、淡路市北淡震災記念公園セミナーハウス
- ④ 石村大輔・竹村恵二・岡田篤正・加藤茂弘、三方湖周辺の地下地質に基づく過去 10 万年間の堆積環境と三方断層帯の活動について、日本活断層学会 2009 年度秋季学術大会、2009 年 11 月 7・8 日、東洋大学
- ⑤ 岡田篤正・加藤茂弘・石村大輔、三方低地の地下地質に基づく三方断層帯の活動性の解明、日本第四紀学会 2009 年大会、2009 年 8 月 28 日、滋賀県立琵琶湖博物

館

- ⑥ 加藤茂弘・小滝篤夫・木谷幹一・壇原徹・植村善博、近畿三角帯の北西周辺地域における中期更新世以降の地殻変動、日本活断層学会 2008 年度秋季学術大会、東京大学山上会館
- ⑦ 小滝篤夫・加藤茂弘・木谷幹一・牧野州明・三宅康幸、京都府、神吉盆地の 70m ボーリングコアに含まれる大山起源の中期更新世テフラ、日本地質学会第 115 年学術大会、2008 年 9 月 22 日、秋田大学
- ⑧ 伴 芙美香・佐藤裕司・加藤茂弘、瀬戸内海東部沿岸域の海洋酸素同位体ステージ (MIS) 7 における相対的海水準変動、日本第四紀学会 2008 年大会、2008 年 8 月 22・23 日、東京大学理学部 1 号館小柴ホール

〔図書〕（計 1 件）

- ① 加藤茂弘、他（分担執筆）、朝倉書店、4. 新生界 4.2.4. 明石・播磨地域（日本地質学会編日本地方地質誌 5 近畿地方）、pp.232-236、2008、453p.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 茂弘 (KATO SHIGEHIRO)

兵庫県立人と自然の博物館・自然・環境評価研究部・主任研究員

研究者番号：50301809

(2) 研究協力者

小滝 篤夫 (KOTAKI ATSUO)

京都府立福知山高等学校・教諭（非常勤）

研究者番号：無し