

○題名：西南日本前弧域の第四紀後期地殻変形に関する地形学的研究

○要約：

本研究は、プレート収束境界に面する西南日本前弧域において、島弧-島弧衝突に関連する地殻変形が最近の地質時代にどのように発現しているかを地形学的調査から明らかにし、西南日本弧と本州弧の衝突過程を考察したものである。論文は全9章から構成され、各章のタイトルはそれぞれ、I章「序論」、II章「研究方法」、III章「地域概説」、IV章「曾根丘陵断層帯の変位地形と変位様式」、V章「糸魚川-静岡構造線活断層系南部の変位地形と変位様式」、VI章「糸魚川-静岡構造線活断層系南部の最近の断層活動」、VII章「遠州灘沿岸の段丘地形と第四紀後期地殻変形」、VIII章「考察」、IX章「結論」である。

I章では、研究の背景と目的、および研究の枠組みが述べられる。島弧-島弧衝突は、地球史上に繰り返して生じることで大陸地殻の成長をもたらした現象とされるが、島弧同士の衝突から合体に至る過程はほとんど解明されていない。日本列島中部の伊豆衝突帯は、現在活動的な衝突現場として注目されてきた地域であり、ここでは1,500万年前以降、ユーラシア大陸南東縁の西南日本弧に対し、フィリピン海プレート東縁の伊豆弧が衝突している。ここでは当初、フィリピン海プレートの北向きの運動に伴って伊豆弧が西南日本弧に対し直交する形で衝突していたが、伊豆弧の大部分はマントルに沈み込んだため、大陸地殻を成長させる島弧の合体は起きなかったとされてきた。一方、フィリピン海プレートの現在の運動方向を見ると、300万年前以降は北西方向に進行していることから、伊豆弧と西南日本弧の間は東から西に向かって徐々に閉じ、島弧同士が合体するような衝突形態に移行しつつあることが予想される。本研究では、現在の衝突現場が伊豆衝突帯にとどまらず、フィリピン海プレート北縁の南海トラフ東部に向かって西方拡大しつつあるとの仮説を提示し、両地域の地殻変形様式を地形学的に解明することを通して島弧-島弧衝突過程を考察することを目的とした。伊豆衝突帯では、衝突に伴い多数の断層が生じてきたが、伊豆衝突帯北部の最近の断層運動様式には不明点が多く、曾根丘陵断層帯および糸魚川-静岡構造線活断層系南部の調査を行うこととした。また、南海トラフ沿いの地殻変形様式は従来、フィリピン海プレートの斜め沈み込みに伴う変形として説明されてきたが、南海トラフ東部では斜め沈み込みでは説明が困難な変形が生じた可能性があり、特にその様子が顕著とみられる遠州灘沿岸を対象に調査を行うこととした。

II章では、第四紀後期地殻変形を明らかにするための地形学的な研究手法が概説された。本研究の手法的特色は、広範囲の地形を連続的かつ細部まで観察可能な数値標高モデルのステレオ画像を用いることで、段丘面、段丘面の変形、断層変位地形等を網羅的にマッピングする点にある。この手法は、従来の主要な地形判読手法である空中写真判読によっては容易でなかった、森林下における断層変位地形の認定や、広範囲の地形を変形させる長波長変

形の抽出を可能とするものであり、対象地域の地殻変形像を網羅的に把握する上で有効であった。ステレオ画像は、航空レーザ測量によって国土地理院が取得した数値標高モデルを使用して作成した。また、対象地域の一部では、国土地理院から航空レーザ測量データの元データの提供を受け、1m メッシュの詳細な数値標高モデルを作成してステレオ画像作成に用いた。さらに、複数の地点で詳細な地形分析を行うための現地測量を実施し、トータルステーション測量、地上レーザ測量、UAV レーザ測量、UAV 写真測量、GNSS 測量等の手法を用いて数 cm メッシュの数値標高モデルを取得した。現地では、地形を観察したほか、段丘面を構成する堆積物および活断層の断面形態を露頭で観察し、一部では活断層の存在や活動履歴を解明する目的で、ボーリング調査やトレンチ調査を実施した。

III章では、調査対象地域となる伊豆衝突帯北部（甲府盆地周辺）および遠州灘沿岸の地形地質環境が概説された。甲府盆地は急峻な山地に囲まれ、扇状地に起源を持つ地形面が多数発達する。活断層はこれらの地形面の変位に基づいて認定され、盆地南縁の曾根丘陵断層帯と、盆地西縁の糸魚川-静岡構造線活断層系南部の、二つの断層帯が知られてきた。それらは逆断層とされてきたが、横ずれ変位を示唆する地殻応力場が測地学や地震学的研究によって指摘されており、変位様式を詳細に検討する必要がある。他方、遠州灘沿岸では、中期更新世以降の堆積物からなる海成段丘や河成段丘が広く発達する。海成段丘の旧汀線高度分布からは内陸へ傾動する変形が知られてきたが、河成段丘分布域の地殻変形は複雑であり、海成段丘分布域に見られる傾動との関係はこれまでほとんど検討されていなかった。

IV章では、甲府盆地南縁に分布する曾根丘陵断層帯を対象に、変位地形の分布や特徴が記載された。断層帯の西部と東部では、これまで知られていなかった変位地形が新たに認定され、その形態からは右横ずれ変位が卓越することが示された。トレースを横切る群列ボーリング調査を実施し、断層運動が新期の時代に生じていることが示された。これらの結果から、曾根丘陵断層帯は東北東-西南西走向の右斜めずれ断層であることが結論付けられた。

V章では、甲府盆地西縁付近に分布する糸魚川-静岡構造線活断層系を対象に、変位地形の分布や特徴が記載された。その結果、本断層帯では、赤石山脈および巨摩山地の山麓部に逆断層が連続的に分布するだけでなく、山地内部にも逆断層と並走する左横ずれ断層が多数分布することが認められた。また、左横ずれ断層が顕著に見られない区間においても、左斜めずれによる扇状地性地形面の変形が示唆された。露頭で確認された断層面の傾斜などから、逆断層と左横ずれ断層は地下で収斂している可能性が高い。これらの結果から、糸魚川-静岡構造線活断層系南部は大局的に見て北北西-南南東走向の左斜めずれ断層であると結論付けられた。

VI章では、トレンチ調査や活断層露頭調査によって糸魚川-静岡構造線活断層系南部の活動履歴が解明され、同断層系南部の最近の断層活動の傾向が検討された。その結果、糸魚川-静岡構造線活断層系南部では、その北半に位置する白州断層と鳳凰山断層の活動頻度が南半の断層に比べて高く、同断層系中部に近い特徴を持つことが示唆された。一方、曾根丘陵断層帯に近接している区間では、同断層系で最も低調な活動頻度が示され、曾根丘陵断層帯

と相補的な歪解消を行っている可能性が示唆された。

VII章では、南海トラフ東部に面する遠州灘沿岸に対象地域を移し、段丘面の形態をもとに地殻変形様式が検討された。遠州灘沿岸では、渥美半島に3段の海成段丘面が分類され、天竜川下流域や浜名湖沿岸、豊川下流域の河成段丘面と対比された。海成段丘面の旧汀線高度分布から、MIS 9（約34万年前）以降、背斜状の変形運動が累積してきたことが示された。この運動と連続する変形は、豊川左岸や天竜川右岸の河成段丘面にも認められた。天竜川右岸の三方原台地では、扇状地に起源を持つ段丘面に変形が生じており、GISを用いて扇状地の原型状を復元することでどの程度変形を受けたかを分析した。その結果、渥美半島付近の背斜状変形の東延長部にあたる変形が抽出された。遠州灘沿岸では、渥美半島～天竜川の70kmの区間に、東西方向に延びる背斜状変形が生じていると結論づけられた。

VIII章では、本研究の調査結果と、周辺地域で行われた既往研究の知見に基づき、伊豆衝突帯および南海トラフ東部の第四紀後期地殻変形様式が考察された。伊豆衝突帯の北部で新たにわかった断層運動の傾向からは、同地域の断層がいずれも西北西―東南東方向に軸を持つ圧縮応力によって駆動される可能性が高い。従来、伊豆弧の衝突に伴う南北圧縮は甲府盆地まで及ぶと考えられてきたが、南北圧縮の北限は富士山付近まで南下し、伊豆衝突帯北部は本州中央部の広域応力場に組み込まれている可能性が高いと言える。伊豆衝突帯では、第四紀中期まで衝突境界を担ったとされる断層の活動停止も知られており、第四紀後期に全域で南北圧縮が弱まってきたと考えられる。この要因として、プレート収束運動を主として担う断層が伊豆半島の南に遷移したことや、伊豆弧の北西進による衝突部の西方拡大に伴い、伊豆衝突帯が旧来の一点衝突型の衝突部ではなくなってきたことが考えられた。他方、南海トラフ東部では、本研究によって調査された遠州灘沿岸を含め、トラフ軸に並行に延びる多数の短縮変形が、トラフ軸から沿岸陸域までの広範囲で生じている。沿岸陸域の背斜状変形は第四紀後期になって開始したと推定され、この地域では第四紀を通して地殻変形様式が劇的に変化してきた可能性がある。南海トラフ東部では、北西進する伊豆弧が西南日本前弧域と接したことで、トラフ軸と直交方向の圧縮が強く働くようになり、沿岸部までその影響が段階的に波及してきたと考えられた。

最後に、IX章では、本研究の結論が述べられた。伊豆衝突帯と南海トラフ東部の第四紀後期地殻変形様式を比較した結果、旧来の衝突帯である伊豆衝突帯では衝突の影響が弱まっている一方、南海トラフ東部では衝突の影響が強まっていることが推定された。これは、伊豆弧の北西進によって伊豆弧と西南日本弧との間が閉じはじめ、衝突部が西方に拡大したことを反映すると考えられた。南海トラフ東部は、旧来の衝突部である伊豆衝突帯に対し、新期の衝突帯として位置付けられると言える。両地域の地殻変形に見られる様式の変化は、現在の伊豆弧と西南日本弧が、合体過程の初期段階にあることを反映すると結論付けられた。