

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	牛丸 健太郎
論文題目	Eocene rifting in the northern Ryukyu arc triggered by ridge subduction: Insights from the geology of the Amakusa region (海嶺沈み込みから開始した琉球弧北部の始新世リフティング: 天草地域の地質からの示唆)		
(論文内容の要旨)			
<p>古第三紀の前半、すなわち白亜紀の終わりから前期始新世までの約2000万年間は、日本列島形成史において重要なイベントがおこった時代である。しかしこの時期に日本弧本体の表層部でどんなテクトニクスが進行していたかは、ほとんど議論されていない。</p> <p>この時代の日本弧の浅部におけるテクトニクスが未解明なのは、その時代の地層があまり陸上に分布しないからである。東北日本の陸上には始新世の地層がほとんどない。西南日本に目を転ずると、瀬戸内海沿岸では始新世の薄い地層が点々と分布するのみで、山陰地方には古第三紀の火山岩が少なくないが、火山岩から堆積時のテクトニクスを読み出すことは難しく、研究は進んでいない。九州北部から天草諸島にかけてひろがるかつての炭田には、始新世の地層が残っているが、石炭産業の衰退以来、テクトニクスの研究は放置されてきた。</p> <p>天草地域には例外的に、厚さが3 kmをこえる前期始新世から後期始新世の地層が残されていて、堆積した年代も微化石などによってよくわかっている。この地層から当時のテクトニクスを読み出すことに挑んだのが本研究である。</p> <p>しかし、この地層は後の時代の変形も被っており、新旧の変形を識別しなければならないことが、この問題を難しくしていた。具体的には、天草地方には北東-南西方向の断層群と北西-南東方向の断層群にくわえ、褶曲構造もある。はじめのほうの断層群は筑豊型構造、褶曲のほうは天草型構造と呼ばれてきた。これら3種類の構造については、その形成時期もテクトニクスにおける意味も百年来の未解決問題だった。そこで牛丸氏は、若い変形を識別することによって、より古い変形を明らかにするという手法をとって研究を進めた。</p> <p>まず注目したのが、約1400万年前の貫入岩が天草地域に広く見られることである。それら貫入岩と上記の地質構造との切断関係を調べたわけである。その結果、筑豊型構造は大部分正断層であることを確認し、またそれとトレンドが直交する断層群も傾斜方向に滑った正断層であることを明らかにした。さらにまた、北西-南東方向の断層は貫入岩を切断するが、その逆の関係が見られないことを見出した。つまりそれらの断層群は1400万年より若いと判断できた。さらに牛丸氏は、貫入岩の古地磁気を天草地方のいろいろな場所で測定した。貫入岩の周りの地層の傾きを水平に戻す「傾動補正」を施すと、貫入岩の古地磁気方位の集中度が有意に上昇することを見出した。すなわち、地層が褶曲して傾く前にマグマが貫入したことが示されたわけである。さらに、水平に横たわる700万年前の玄武岩溶岩が、褶曲した始新世の地層を不整合で覆うことを確認し、褶曲作用はそれまでに終わったことを明らかにした。</p> <p>さらにまた、褶曲軸とほぼ直交する北西-南東走向の断層の一部が、地層の褶曲時に横ずれ断層として動いたこと、すなわち筑豊型構造に遅れて天草型構造ができたことを明らかにした。これらの研究により、上記の3種類の構造のうち、筑豊型構造と天草型構造が、ともに1400万年より若いことが示すとともに、周辺地域の地質情報を総合し、筑豊型構造をつくった島弧と平行な引っ張り応力場が、琉球弧の背弧で成長</p>			

している沖縄トラフの最初期の活動の余波として発生した可能性をしてきた。

また、約1400万年前の火成活動のときの地殻の応力が、ほぼ南北方向の引っ張り状態だったことを、当時の岩脈群の方位解析から明らかにした。上記の3種類の構造のうち、残った北東-南西走向の正断層群は、この応力で活動することはないし、他の2種類の構造ができたときの応力場でも同様である。したがって、北東-南西走向の正断層群が、天草地域の始新世の地層で最古の変形構造で、その形成により地殻が北西-南東方向に引き延ばされたことを明らかにした。また、詳細な地質調査により、この方向にバージェンスを持つ低角正断層やディタッチメント断層を発見した。

このように自身で収集した地質データと、周辺地域から報告されている地質情報とを総合し、天草地域の古いテクトニクスを牛丸氏は次のような始新世のハーフグラベンを推定した。すなわち、始新世の地層は天草地方の北西で薄く、南東に向かって厚くなることから、天草諸島の南東側に境界断層のあるハーフグラベンを推定し、その傾動方向は最古の断層活動の滑り方向と調和的であることを指摘した。また、想定したグラベンによって、石炭層の分布に象徴される古環境の側方変化も説明できることを指摘した。熊本平野南縁には中生代の緑色片岩が残存するが、それが巨礫となって天草諸島東部の始新世の地層に含まれることから、宇土半島基部をとおる北北東-南南西走向のグラベン境界断層を推定した。そしてこの伸張方向から、東シナ海の始新世背弧リフトの北東端として、天草のグラベンが形成されたと推定している。

また、天草における伸張テクトニクスの開始が約5000万年前であることを明らかにした。海溝とほぼ平行な海嶺が、日本列島の下に沈み込んだのも約5000万年前と言われている。そこで牛丸氏は、海嶺沈み込みによって海洋プレートの収斂速度が年間20 cm近くから5 cmほどに急減したことによって、日本列島において伸張応力場が発生しないし強化されたというモデルを本論文で提案している。このように牛丸氏は、天草地域およびその周辺地域において地道な地質調査を進め、この地方の始新世以来のテクトニクスを明らかにしただけでなく、世界的にもインパクトのある普遍的な議論を展開した。

(続紙 2 )

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、これまでほとんど情報が空白だった西日本の古第三紀テクトニクスを、熊本県天草地域での丹念な地質調査から明らかにしたものである。この時期のテクトニクスは、当時は沈み込み境界の深部にあった三波川変成岩や四万十付加体からもっぱら論じられているが、三波川帯以北では古第三紀の地層記録があまり残っていないため研究が遅れていたのである。この時代の地層は、九州北部には残っており、とくに天草地域には厚い古第三系が残っていて、当時のテクトニクスを読み出せる可能性があったものの、研究が進んでいなかった。研究を妨げたのは、古第三系堆積以降、新第三紀にも複数回の変形を被っていることであった。そうした若い変形を解明し、それによってできた地質構造を除外しない限り、古第三紀のテクトニクスを理解できなかったわけである。

牛丸氏はこの観点から天草地域で詳細な地質調査をおこない、まず、1400万年前の珪長質火成活動のあと、北西-南東走向の正断層が活動し、さらにそのあと褶曲、後期中新世の玄武岩質火成活動があったことを明らかにした。これらの成果はすでに2篇の国際誌論文になっている。

中新世の変形をこうして理解した上で、牛丸氏は天草下島において古第三系の詳細な地質調査をおこなった。その結果、その地域の始新世の厚い地層が大きなハーフグラベンを埋積しながら堆積したことを明らかにし、またそれは東シナ海や日本海では不明確だった古第三紀後半のリフティングが約5000万年前に開始したことを明らかにするものでもある。そして牛丸氏は、約5000万年前にリフティングが始まったことが、イザナギプレートと太平洋プレート間の海嶺がアジア東縁で沈み込んだことで説明できることを指摘した。

複雑な変形をへている地域でテクトニクス史を解明するには、若い変形から順に理解し、除外し考えを進めるのが正攻法ではあるが、それを実行するのは必ずしも簡単ではない。このように天草地域のローカルな地質を研究しながらも、そうした手順による研究を成功させたこと、またさらに、海嶺沈み込みが上盤プレートにリフティングを発生させると指摘したことは、国際的にインパクトのある研究成果である。

よって、本論文は京都大学大学院理学研究科の博士（理学）の学位論文にふさわしい内容と独創性を備え、学位論文として価値あるものと認める。また、令和6年1月15日に論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を公開で行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日：                      年              月              日以降