

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	安邊 啓明
論文題目	Spatial non-uniformity of stress in the forearc region: an example of the middle Miocene southwest Japan arc (前弧域の応力の空間的非一様性：中期中新世西南日本弧の例)		
(論文内容の要旨)			
<p>プレート沈み込み帯において付加体が発達する場合，前弧域では大局的には水平圧縮応力が卓越し，多数の衝上断層や褶曲が形成される．近年の海洋底の観測により，現世の前弧域の応力は一様な水平圧縮ではなく，数km～数十kmの空間スケールで応力や変形に非一様性が認められることが分かってきた．例えば紀伊半島沖の熊野海盆周辺では，序列外衝上断層を境にして変形量に大きな差があることや，横ずれ断層が発達する地域で局所的に主応力軸が回転していることが知られている．本研究の目的は，非一様な応力場が現世だけでなく地質時代の前弧域にもみられるかを検証することである．</p> <p>本研究の調査対象は，前期～中期中新世の前弧海盆堆積層に発達した露頭規模の変形構造である．和歌山県南部の田辺層群と静岡県中部の倉真層群を対象として地質調査を行い，小断層，鉍物脈，碎屑岩脈の方位データを収集した．これらのデータに応力逆解析法を適用することで，主応力軸と応力比の情報が得られる．調査対象の地層の分布域は数十kmのスケールである．本研究では応力の空間的一様性を検証するため，数百m～数kmの区域ごとに応力逆解析を行った．</p> <p>田辺層群は主に浅海～沖合の海成層からなり，一般に地層は緩傾斜だが東西方向に褶曲軸を持つ開いた褶曲が発達している．この地層には泥ダイヤル岩体や多数の碎屑岩脈が貫入している．また，露頭規模の小断層や方解石からなる鉍物脈も発達している．本研究は約2000個の小断層，鉍物脈，碎屑岩脈の方位データを収集して応力逆解析を行い，10の区域で合計26種類の応力を検出した．</p> <p>一般に地質学的データの解析により多数の応力が検出されたとき，それらが類似するならばひとまとめにして広域応力と解釈したり，違いが認められれば応力の時空間変化を論じたりする．しかし，多数の応力の類似性を評価する方法論は確立されていない．そこで本研究は，応力角距離と呼ばれる非類似度の尺度に基づいて階層的クラスタリングを行った．その結果，田辺層群の応力は以下の3つのグループにまとめられた．それらは，(1)東西方向に最小圧縮主応力軸を持つ応力，(2)北西-南東方向の最大水平圧縮応力軸を持つ応力，(3)北西-南東引張の正断層型応力の3つである．応力(1)は碎屑岩脈から検出されたので，堆積物の未固結時にはたらいたと推測できる．堆積年代から判断して，この応力の年代は16-15 Maと考えられる．応力(2)と応力(3)は，変形構造どうしの切断関係から応力(1)よりも後，すなわち15 Ma以降にはたらいたと考えられる．また，応力(3)は田辺層群分布域の最南部のみで検出された．</p> <p>一方，倉真層群では約200条の小断層の方位データを収集し，応力逆解析により2種類の応力が検出された．倉真層群には褶曲が発達しているので，地層の傾斜を戻しながら応力逆解析を繰り返し，褶曲と小断層の形成の前後関係を検討した．その結果，褶曲形成中に(4)北東-南西引張応力，褶曲形成後に(5)東北東-西南西圧縮応力がはたらいたと分かった．倉真層群を不整合に覆う西郷層群は褶曲変形を被っていない</p>			

(続紙 2)

ので、西郷層群の堆積年代である16 Ma頃に応力が転換したと考えられる。

田辺層群および倉真層群で15 Ma以前にはたらいた東西引張応力(1)および北東-南西引張応力(4)は、いずれも背弧域で報告されている日本海拡大期の応力(島弧に直交する引張応力)とは異なっており、島弧全体が一様な応力に支配されてはいなかったことが判明した。紀伊半島南部では、15 Ma以降に南北圧縮応力が卓越したことが火成岩脈や鉍物脈の方位から知られている。しかし、田辺層群で検出された15 Ma以降の北西-南東圧縮応力(2)はそれとは異なり、一部に北西-南東引張応力(3)も見られたことから、前弧域における非一様な応力場が発見されたと言える。プレートの沈み込みを反映すると思われる水平圧縮が卓越する領域に注目すると、15 Ma頃を境にこの領域が海溝側へ後退したことが分かった。以上のような応力の時空間変化は、田辺層群の南縁付近に序列外衝上断層が形成され、動的バックストップとして機能したとすると説明できる。

本研究により、中新世の西南日本前弧域の空間的に非一様な応力が、前弧海盆堆積層の変形構造として記録されていたことが判明した。また、地質時代と現世の応力の類似性が確認されたので、陸上に露出した地質構造から得られる知見を用いて、海底の沈み込み帯のテクトニクスの研究を進展されられると期待される。

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、西南日本弧の中新世の前弧海盆堆積層に発達する露頭規模の地質構造を丹念に調べ、2000個以上の方位データを収集して応力逆解析を行った成果をまとめたものである。検出された応力の解釈においては、露頭規模の変形構造の切断関係や、地質図規模の褶曲や不整合との前後関係など、基本的な地質学的観測事実を駆使して時間的制約を与えている。また、詳細な区域分けによって応力の空間変化を検討し、非一様応力場を発見したことが最大の成果である。この発見のために、新しい解析方法として応力の階層的クラスタリングを考案していることも高く評価できる。

本論文で検出された中新世の非一様応力場は、現世の海洋底の観測で発見されている応力場と類似していることも発見された。これにより、中新世にも現世と同様の複雑なテクトニクスが起こっていたと考えられ、序列外衝上断層の存在が示唆された。

これまで西南日本弧の中新世の応力史は、主に背弧域の火成岩脈を用いた応力解析によって議論されてきた。近年では前弧域の火成岩脈も用いられるようになり、日本海拡大期のテクトニクスの複雑な描像が明らかになりつつある。火成岩脈は放射年代を測定できるという利点があるが、火成岩脈が分布しない地域の応力史の解明は難しい。本論文はそのような地域の応力史を他の変形構造から解明したものであり、当該分野の研究の進展の基礎になると期待される。

本論文は地質時代の新知見を得た点だけでなく、現世のプレート沈み込み帯の研究を推進する基礎となる点でも高く評価できる。現世の海洋底の地質構造の直接観察は1次元的な掘削試料に限られるが、陸上に露出した過去の地質体を現世の地質体の類似物とみなすことで、面的で豊富なデータを参照可能になるからである。

以上により、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和5年1月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降