

別紙 1

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 永治 方敬

論 文 題 目

Importance of crystallographic preferred orientation of antigorite for subduction zone dynamics

(沈み込み帯ダイナミクスにおけるアンチゴライト結晶軸定向配列の重要性)

論文審査担当者

主 査	Simon Wallis	名古屋大学環境学研究科・教授
副 査	榎並 正樹	名古屋大学宇宙地球環境研究所・教授
	岡本 敦	東北大学環境科学研究科・准教授
	加藤 愛太郎	名古屋大学環境学研究科・准教授
	瀬戸 佑衣	名古屋大学環境学研究科・助教

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

本論文は、蛇紋石の一種であるアンチゴライト(Atg)の結晶選択配向(CPO)と沈み込み帯のダイナミクスに関するものである。Atg はかんらん石などマントル構成鉱物が水と反応することで形成され、マントルにおける水の貯留槽となっている。とりわけ沈み込んだプレートの上方に分布するマントルには Atg が多く存在すると予想される。Atg の含有量が増加すると、マントルはその強度が著しく下がり変形しやすくなるため、Atg の存在は沈み込み帯の動力学において重要な役割を担う。また、Atg は強い弾性的異方性を示すため、Atg を含むマントル岩石は、変形を受けるとその変形領域全体が異方性を有し地震波伝搬特性にも多大な影響を与える。本論文では、申請者は次の3つの課題に取り組んだ。①Atg の配列と異方性を定量的に扱うために必要な CPO 測定法の改善 ②Atg 脱水分解によって形成したかんらん石の CPO 形成 ③琉球弧で観察される地震学的異方性から推定されるマントルの Atg 含有量と分布の推定。

(1)Atg は複雑な波打った結晶構造を持っており、測定試料を研磨する際にダメージを受けやすいために、信頼性の高い CPO データを得るのが困難とされてきた。また、複数報告された Atg の CPO を比較すると有意な差が認められる。この CPO の差異は、測定手順が統一されていないことによる人為的な違いに起因している可能性が否定できない。申請者は透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡・電子後方散乱回折等の手法から、測定に用いる結晶面や解析方法の違いといった因子がどの程度影響するかを丹念に調べた。その結果、最も有用な測定手順は研磨面と岩石試料が示す面構造の関係に依存することが明らかになった。この新知見は Atg のみならず他の板状鉱物への応用も期待され、岩石組織解析の発展に寄与する成果である。

(2)マントル岩石の構成鉱物の CPO は固体流動の結果であると一般的に解釈される。しかしながら、近年、かんらん石の加水によって形成した Atg が元の鉱物の結晶方位に影響を受け特定の方向に成長するという現象が注目されている。申請者は Atg の脱水分解によって形成したかんらん石の CPO もまた、元の Atg の結晶方位に影響を受けた成長によって形成された可能性に着眼した。高温の変成作用を被り、Atg の脱水分解によって形成したかんらん石を確認できる試料を入手し、この仮説の検証を試みた結果、かんらん石の CPO が元の Atg の CPO と密接な方位関係があることを明らかにした。これはマントル鉱物の CPO が固体流動の痕跡であるという従来の単純な考え方を見直す必要があることを意味する。

(3)琉球弧の前弧域では、強い地震波速度・偏向異方性が観測され、マントル中の Atg の CPO に起因すると考えられる。観測データから Atg の含有量と分布を推定することを試みた研究報告はあるが、一部の観測データしか説明できないという大きな問題を抱えている。そこで、申請者が天然 Atg の CPO と地震波伝搬経路を組み込んだ新しい2次元のモデルを開発し、地震経路にかかわらず観測データと調和的な Atg の分布を究明した。その結果、琉球弧の前弧マントルにおける Atg 含有量と存在領域をそれぞれ $\geq 54\%$ と横幅 $\geq 66\text{km}$ と推定した。また、推定された Atg の CPO の方位変化は巨視的な対流が存在することを初めて明らかにした。この研究成果により、地震波速度・偏向異方性から推定される地球内部構造に関する議論はより深まり、マントルにおける Atg の分布と量の定量的な見積もりにも成功した。新しく作成したコードは汎用性が高く、他地域でも地下深部構造を推定する上で有用なツールになると期待される。

以上のように、本研究は、沈み込み帯における Atg の重要性を様々な側面から検討し、沈み込み帯のダイナミクスを理解する上で貴重な新しい知見をもたらした。また、モデルの開発により収束プレート境界の浅部マントルにおける水の貯留槽の規模推定に新しい手がかりを提供した。よって、本論文の提出者 永治方敬氏は、博士(理学)の学位を授与される資格があるものと判定した。