

学位論文題名

Age of the formation and the metamorphic process
of the Poroshiri Ophiolite, Hokkaido, Japan

(北海道、幌尻オフィオライトの形成年代と変成過程)

学位論文内容の要旨

本研究は二つの内容、(1)SHRIMP zircon U-Pb 法によるポロシリ・オフィオライトの形成年代、(2)ポロシリ・オフィオライトの変成作用、で構成される。

(1)形成年代

ポロシリ・オフィオライトは北海道中軸部、日高山脈に沿って分布する幅 1~4km の岩体である。ほぼ完全な海洋地殻層序を有しており、化学組成は N-MORB の特徴をもつ。この岩体の西側には白亜紀の付加体であるイドンナップ帯が分布する。ポロシリ・オフィオライトの年代、特に形成年代は、この岩体が塩基性岩~超塩基性岩からなることや、変成作用を被っていることなどにより、明らかにされていなかった。

ポロシリ・オフィオライト中には分化した岩体である石英角閃岩が分布する。この岩石中にはアクセサリー鉱物として多くのジルコンが含まれる。このジルコンを用いて SHRIMP U-Pb 法による年代測定を行なった。測定結果は 96.7 ± 2.6 Ma を示す。この岩石は角閃岩相の変成作用を被っており、その変成温度は約 620°C と見積もられる。しかしこの温度はジルコン U-Pb 系の閉鎖温度(720°C)より低く、測定結果は変成作用時の影響を被っていないものと考えられ、得られた年代値はオフィオライトの形成年代を示すものと推定される。

オフィオライトの形成年代が得られたことは、西側の付加体であるイドンナップ帯との年代対比を可能にした。約 100 Ma という年代はイドンナップ帯中のチャート・ブロックの放散虫化石年代と調和的である。ポロシリ・オフィオライトは白亜紀中期にイドンナップ付加体を成長させた海洋地殻の一断片であることが明らかになった。

(2)変成作用

ポロシリ・オフィオライトは主として緑色片岩相~角閃岩相の変成作用を被っており、西側より、A 帯(緑色片岩相)、B 帯(漸移相)、C 帯(角閃岩相)に分帯される。この変成分帯はポロシリ・オフィオライトのほぼ全域に適用されるが、B 帯の鉱物組み合わせには、地域による違いが見られる。新冠川流域では、Act の消滅が、Ab の消滅よりも低温側でおこるため、Ab + Hb という緑レン石角閃岩相に特徴的な鉱物組み合わせが出現する。一方、春別川流域では Act と Ab の消滅がほぼ同時におこり、上記の鉱物組み合わせは出現しない。このことは前者の方が後者よりもやや高い圧力条件を示しているものと推定される。

塩基性岩の変成温度を定量化する手段(地質温度計)は、泥質岩を対象としたものと比較すると、非常に数少ない。本研究では角閃石の Ti 量により、変成温度を定量的に見積もることを試みた。角閃石の Ti 量は多くの研究においても、温度に敏感に増減

することが知られている。同時に全岩化学組成や酸素分圧などにも影響されやすいことも知られている。全岩化学組成や酸素分圧などによる Ti 量の挙動を解析した結果、変成度一定のもとでの角閃石の Ti 量の変化は角閃石の X_{Fe} と正の相関を示すことがわかった。この性質を利用し、ある X_{Fe} に Ti 量を規格化すれば、規格化された Ti 量の変化はほぼ温度条件の変化を示すものと考えられる。実験で合成された温度のわかっている角閃石の組成を同様の方法で規格化し、規格化した Ti 量と実験温度との相関性より、角閃石の Ti 量を定量的な温度の指標として用いることができる。

上記の方法により変成温度を見積もった結果、ポロシリ・オフィオライトは二つのタイプの温度構造を示すことが明らかになった。一つは春別川、新冠川流域に見られるもので、西縁部で東に向かって急激に 630℃ 付近まで温度上昇し、中央部～東部では緩やかな温度上昇が見られる。他のタイプは額平川流域で見られ、西縁部では同様に急激な温度上昇が見られ、最高温度は 720℃ 付近まで達する。その東側では逆に東に向かって温度は下降する。この温度構造の違いは二つの熱源の組み合わせによって説明される。一つはポロシリ・オフィオライトの東側に位置する日高変成帯からの熱拡散、もう一つは、オフィオライト内部のより深部層からの熱拡散である。額平川流域ではオフィオライト内部の衝上断層により、他の地域よりも深部層である変成集積岩が中央部に分布する。額平川流域で見られる中央部で最高温度を示す温度構造は、深部層からの熱拡散がより効率的に働いているものと考えられる。

ポロシリ・オフィオライトの西縁部には、日高西縁衝上断層に沿って細粒な変塩基性片岩(Greenschist)が分布する。この岩石中には高い Ti 量(最大 1wt%)をもつアクチノ閃石が見られる。このアクチノ閃石は残晶状角閃石のコア部にみられ、淡い褐色を帯びる。高い Ti 量は低変成度側および変形作用の程度の低い部分で顕著に認められる。一般に高い Ti 量を持つ角閃石は高変成作用もしくは火成作用によって形成され、Al に富む普通角閃石の組成を示す。高い Ti 量を示すアクチノ閃石の報告は少ないものの、短時間の変成作用の過程で生成した例があり、ポロシリ・オフィオライトの場合も同様の過程が推定される。ポロシリ・オフィオライト西縁部に見られる急な温度勾配は変成作用の時間が短かったことを示している。

また、西縁部における連続的な変成度の上昇は角閃石および斜長石にみられる不混和領域の特徴を示すことができる。アクチノ閃石—普通角閃石の不混和はソルバス、ペリステライトは相転移ループを示唆する。また、いずれも中圧タイプの特徴を示している。

本研究によりポロシリ・オフィオライトの形成年代が明らかになった。また、角閃石の Ti 量を用いた定量的な温度見積法がほぼ確立し、ポロシリ・オフィオライトの温度構造が明らかになった。西縁部の高い地温勾配を含めて、温度構造の成因について一つのモデルを設定することができた。

略号

Ab: Albite(曹長石)、Act: Actinolite(アクチノ閃石)、Hbl: Hornblende(普通角閃石)

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 渡 辺 暉 夫

副 査 教 授 藤 野 清 志

副 査 助教授 在 田 一 則

副 査 助教授 新井田 清 信

副 査 教 授 宮 下 純 夫 (新潟大学大学院自然科学研究科)

学 位 論 文 題 名

Age of the formation and the metamorphic process of the Poroshiri Ophiolite, Hokkaido, Japan

(北海道、幌尻オフィオライトの形成年代と変成過程)

近年、オフィオライトは海洋地殻のその場観察ができ、海洋地殻の進化を考える重要な研究対象として世界各地で精力的な研究が進められている。中でも、典型的なオフィオライト層序をもった岩体が最適であるが世界でもそのような例は多くはなく、日本では幌尻岳周辺に分布するオフィオライトなど数例があるに過ぎない。著者はこのような恵まれた、しかし地理的に調査困難な岩体を研究対象として、従来の成果をさらに深める重要な貢献を行なった。

その成果は、1) SHRIMPを用いたジルコンのU-Pb年代測定によって、幌尻オフィオライトの形成年代が約1億年前であることを明らかにしたこと、2) 従来、東に向かって変成温度が上昇すると考えられていた岩体の中に中央部が最高温度を示す地域があることを明らかにしたこと、3) 変成温度の見積りを角閃石中のTiの含有量とMg/Fe比の関数として表わすことに成功したこと、4) オフィオライトの蒙った変成圧力条件は地域によって差があり、中圧と低圧のタイプを変成鉱物の共生関係の解析から識別したこと、5) 岩体西縁の急激な変成温度の上昇メカニズムを明らかにしたこと、あわせて斜長石、角閃石の不混和領域の存在を幌尻オフィオライトでも確立したこと、などである。

また、角閃石のTiを用いた温度計は岩体の中央部と東部で有効であるが、岩体西縁部の角閃石の核部組成（特にTi含有量）は変化に富み、温度計が有効ではない。この点にも考察を加え、東側に分布する片状の卓越する岩石では角閃石組成が均質化することとしめし、変形運動とともに角閃石組成の改変が行なわれることを明らかにした。そして、岩体西部の高Ti角閃石（アクチノ閃石）は短時間に高温に達する地熱地帯でのみ生成されることを指摘した。このような鏡下での角閃石の産状観察を加味することによ

って、幌尻オフィオライトでは Ti 角閃石（アクチノ閃石角閃石）が安定相ではないことを明らかにした。

以上の研究から幌尻オフィオライトの上昇過程をこれまで以上に詳細に記述した。

これを要するに、著者は、幌尻オフィオライトについての形成年代と変成過程に関する新知見を得たものであり、海洋地殻の進化にかかわる地球科学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。