

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 HA Youngji  
 学位 博士 (理学)  
 学位記番号 新大院博 (理) 第 470 号  
 学位授与の日付 令和 3 年 9 月 21 日  
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当  
 博士論文名 Isotopic and trace element geochemistry of the Hyangsanni Dolomite and its implications on the evolution of the Okcheon Metamorphic Belt, Korean Peninsula  
 (Hyangsanni ドロマイトの同位体組成と微量元素組成に基づいた朝鮮半島 Okcheon 変成帯の形成過程の解明)

論文審査委員 主査 教授・M. Satish-Kumar  
 副査 教授・高澤 栄一  
 副査 教授・松岡 篤  
 副査 教授・Kye-Hun Park  
 副査 主任研究員・Hyeoncheol KIM

博士論文の要旨

朝鮮半島の中央に位置する Okcheon 変成帯は、主に泥質および砂質片岩、炭酸塩岩で構成されている。Okcheon 変成帯は、東アジアの構造進化を理解するための鍵だが、原岩堆積年代は過去数十年にわたり議論されている。近年、U-Pb ジルコン年代測定の試みが、Okcheon 変成帯のさまざまな構成要素に対して行われている。しかし、それは碎屑性の変成堆積層に集中している。一方、炭酸塩岩についての堆積年代の議論はこれまでおこなわれていない。この論文は、化学層序を採用することにより、炭酸塩岩、特に Hyangsanni ドロマイトの年代を制限することを目的とした。

年代不明の Hyangsanni ドロマイトは、Okcheon 変成帯の北東部に分布しており、過去に化石が誤認されていたため、堆積年代はカンブリア紀初期から中期とされてきた。Hyangsanni ドロマイトの年代と形成環境を明確にするために、元素分析と同位体分析を行った。いくつかの地球化学的パラメータは、Okcheon 変成帯内の大陸リフトに関連する火成活動の発生を考慮すると、Hyangsanni ドロマイトが大陸縁辺ではなくリフト盆地に堆積したことを示唆している。そしてこの地層から得られた一貫した高い  $\delta^{13}\text{C}$  値 (ほとんど  $> 5\text{‰}$ ) と  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比の最小値 (測定値、0.7074) は、新原生代を示している。

Hyangsanni ドロマイトのサンプルの REE + Y パターンは一般に平坦であり、Ce の負の異常は、一部のサンプルでわずかにれるのみである。Y/Ho 値は 29~43 の範囲であり、これは通常の海水の Y/Ho 比よりもかなり低く、陸源物質の影響を示している。REE と微量元素の地球化学的判別図は、Hyangsanni ドロマイトが外洋ではなく大陸縁辺環境に堆積したことを示している。Okcheon 変成帯内の大陸リフトに関連する火成活動の発生を考慮すると、Hyangsanni ドロマイトは、受動的な大陸縁辺ではなく、海につながるリフト盆地に堆積したことを示唆している。

炭素と酸素の同位体分析は、再結晶した方解石を避けるために、アリザリン-レッド-S で染色されていない研磨面から削り取られたドロマイト粉末に対して実行された。Hyangsanni ドロマイトの  $\delta^{13}\text{C}$  (V-PDB) 値は +2.9‰ から +6.2‰、 $\delta^{18}\text{O}$  (V-SMOW) 値は +11.3‰ から +24.5‰ である。これらの  $\delta^{13}\text{C}$  値はカンブリア紀末期の値よりも著しく高く、新原生代の値と一致している。Hyangsanni ドロマイトは、北東 Okcheon 変成帯の他の堆積物

とともに、新原生代の堆積シーケンスに属していることを示唆している。さらに、この論文は、Okcheon 変成帯の他の構成要素である変成堆積層のジルコン U-Pb 年代値も報告している。

Daehyangsan 珪岩は、Hyangsanni ドロマイトに整合であると考えられている。Daehyangsan 珪岩の信頼できるジルコン U-Pb 年代が古生代 (約 420 Ma) であることが最近報告され、不整合の可能性も議論されている。本研究の結果からも、Daehyangsan 珪岩が古生代に属することが確認された。

礫岩を含む千枚岩層である Bugnori 層と Hwanggangni 層は、氷河性堆積物で構成されていると考えられている。Hwanggangni 層の碎屑性ジルコン年代は、地域によって異なるが、1870 Ma と 750 Ma の値が得られた。Bugnori 層については、中期原生代の年代が優勢である。

千枚岩層である Seochangni 層と Changni 層は、互いに同年代であると見なされる。ただし、研究者によっては意見が異なる。古原生代後期から中期原生代までの年代が優勢であり、新原生代を示す年代値も含まれている。これら 2 つの層の地質年代学データは類似しており、同層準である可能性が高い。

Okcheon 変成帯の変成堆積層に見られる中期原生代の碎屑性ジルコンの存在も、北中国地塊の南縁にある新原生代の堆積層に対比される可能性が示唆される。つまり、Okcheon 変成帯と北中国地塊の南縁との対応関係が明らかになり、朝鮮半島の地殻進化とテクトニクスを理解する上で大きな手がかりを与えた。

#### 審査結果の要旨

本論文は、朝鮮半島に広く分布する Okcheon 変成帯の Hyangsanni ドロマイトと周辺の変成堆積岩の化学層序学と、炭素と Sr の同位体化学層序学を軸に、地殻進化とテクトニクスの解明に関する新たなデータを得ることに成功した。長年古生界とされてきた Hyangsanni ドロマイトが後期原生代に堆積したことが明らかとなり、同時代の氷河性堆積物である礫岩を含む千枚岩層との対比が可能となった。さらに碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定の結果から、北中国地塊の南縁にある新原生代の堆積層に対比される可能性が示唆された。この研究内容は朝鮮半島の地殻進化とテクトニクスを理解する上で重要であり、今後の研究に多大な影響を与えると期待される。

研究成果の一部は国際学術雑誌 (Lithos, Elsevier) に掲載されている。

よって、本論文は博士 (理学) の博士論文として十分であると認定した。