

氏名	MALAVI ARACHCHILLAGE SANJEEWA PRABHATH KUMARA MALAVIARACHCHI
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学術
学位授与番号	博甲第3745号
学位授与の日付	平成20年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科先端基礎科学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Understanding of melting and melt/fluid migration within the Earth's upper mantle using major and trace elements and multi-isotopic (Pb, Sm-Nd, Lu-Hf) geochemical tools on residual peridotites (岩石学・地球化学的手法による, 上部マントルでのメルト・流体の役割の解明)
論文審査委員	教授 中村 栄三 教授 牧嶋 昭夫 教授 神崎 正美

学位論文内容の要旨

This Ph.D thesis presents the results of first finding of extremely depleted peridotites based on major and trace elements and multi isotope (Pb-Nd-Hf) study of the Horoman peridotite massif, Japan. The results elaborate the evidence for the existence of the most depleted mantle component that has been so far considered as hypothetical.

Extremely low elemental concentrations of the Earth's mantle peridotites challenge their precise isotopic analyses. The most depleted mantle end member (DMM) lacks its direct samples on the Earth's surface, hence its isotopic composition is hypothesized indirectly from the mid ocean ridge basalts (MORB). The peridotites studied here show the lowest Pb isotope ratios ever found from Earth's mantle, that proves the physical existence of the DMM and the results indicate long-term preservation of DMM characters without being destroyed by the mantle convection. High Nd and Hf together with extremely low Pb isotope compositions discovered here enable to conclude, for the first time, that nearly 12% of the Earth's mantle is ultra-depleted and has been 'hidden' for at least 1 giga year. These results show that the DMM is no longer hypothetical but can be preserved as ancient undisturbed mantle peridotites, and being highly depleted, magma can not be formed of it. Further accounting this ultra-depleted mantle survived as a hidden reservoir can provide a successful solution to the Earth's Pb isotope paradox, which has been a dilemma for geochemists over decades. Hence, this research marks an important scientific advance in understanding the isotopic heterogeneity of the Earth's mantle.

In addition, the results of this study reveal for the first time new geochemical features of the gabbros intercalated with the peridotites. Namely, arc-magma affected gabbros and fluid/melt unaffected gabbros. Therefore, these gabbros may record extremely different magmatic events preserved within the Horoman mantle section.

The thesis consists of five chapters.

Chapter 1: Samples of the upper mantle-residual peridotites

Provides an introduction of the upper mantle and melt/fluid related mantle process

Chapter 2: Analyzed samples and methods

Describes sample preparation and treatment, and the analytical approach

Chapter 3: Petrography and Mineral chemistry

Presents petrographic descriptions, major and trace element results of minerals

Chapter 4: Whole rock geochemistry

Presents major, minor and trace elements and isotopic compositions of whole rocks

Chapter 5: Discussion and conclusions

Provides geological interpretations on the obtained data, their implications for the upper mantle processes and heterogeneity and conclusions from the study

論文審査結果の要旨

サンジーワ君は、北海道・幌万かんらん岩体の総合的地球化学的研究をおこなった。具体的には、ペリドタイトとガブロ、計約40試料に関して、岩石薄片作成、光学顕微鏡観察、SIMSによる微量元素分析、EPMAによる主成分分析、また、全岩に関してXRFによる主成分元素測定、ICP-MSによる微量元素測定、さらにはPb, Sm-Nd, Lu-Hf同位体分析を行なった。特に、ペリドタイトの鉛同位体比は濃度が低いのでこれまでほとんど不可能であった。これらの分析上の困難を乗り越え、酸処理した試料としていない試料の鉛同位体比がほとんど変化しないことを見出し、試料が非常に新鮮であることをまず確認した。さらに、数メートル規模の岩体と、数センチ～数十センチの層状試料とが、鉛同位体比で異なるトレンドを示し、ジオクロンの左側に来る極めて低い鉛同位体比を持つ試料(ultra-depleted mantle, UDM)を世界で初めて発見するとともに、前者がUDM成分とまわりの日高変成体からの流体によるメタソマティズムとの反応で、また、後者はUDMと太平洋中央海嶺玄武岩からのメルトとの反応を被っていることを世界で初めて示した。メルトとの反応を幌万岩体で発見したのは初めてである(2007年の国際学会で学生の賞を受賞)。さらに、Sm-Nd, Lu-Hf, U-Th-Pb同位体比分析の結果から、かんらん岩体が10億年前に中央海嶺玄武岩のとけ残りのマントルとして形成されたことが確認された。UDMの特徴を持つマントル物質はこれまで発見されたことがなく、本研究は世界で初めてUDMが実在することを示す、画期的な研究成果を得ることができた。なお、この成果はNature Geoscienceに投稿中であり、2名のレフェリーとエディターの3名は皆掲載に値すると判断を下し、現在、修正した原稿を投稿して、アクセプトの知らせを待っているところである。

以上のように、画期的な発見を行ない、かつ、総合的な地球化学的研究の有効性を実証し、身につけたサンジーワ君は、博士の学位に値すると判断される。