

学位論文の要旨

氏名	Tayyaba Mateen (タッヤバ・マティーン)
学位論文題目	Silicification-induced ductility contrast in the pelitic schist of Ryoke metamorphic belt, SW Japan: microstructural evidences for seismic bright spots (西南日本領家変成帯の泥質片岩に認められる珪化作用と延性度較差：微細構造が示す地震学的ブライトスポットの痕跡)

本論文は、地殻構成岩石に認められる力学的性質のコントラストについての研究成果を報告している。研究対象は西南日本の領家変成帯岩国地域の岩石である。岩国地域の泥質片岩は熱水の作用によって珪化していて、泥質片岩分布領域に数枚の珪化岩層が形成されている。同地域から泥質片岩と珪化岩を採取し、岩石の化学的変化が力学的性質、特に延性度にどのように影響し得るかを検証した。変成岩類について、それらの形成条件下での物性を直接測定することは非常に難しいが、岩石試料の微細構造を光学顕微鏡や走査型電子顕微鏡を用いて観察することにより、シリカに富む流体が泥質片岩を化学的に改変した結果として岩石の延性度が変化したことが明らかになった。岩石物性を変えて延性度較差を生じさせるような流体の存在は、「地震学的ブライトスポット」として認知されている地球物理学上の観測結果と調和する。

第1章では本研究の学術的背景について述べている。地震学的ブライトスポットと、その近辺に認められるポアソン比異常領域は地殻流体の存在と関連づけて研究がなされている。炭化水素を始めとして種々の成分の流体がブライトスポットを生じる要因として提唱されている。日本列島においては流体に飽和した状態の岩石がブライトスポットの実体である可能性が指摘されている。

第2章は領家変成帯岩国地域の地質についての概説である。岩国地域には特有の産状を呈する熱水変質岩が分布していることを記載すると共に、それは次章における詳細な観察・測定への導入にもなっている。

第3章では、野外における岩石試料採取方法、室内での試料の処理方法、そして試料の観察・測定方法について説明している。本研究で用いた画像観察装置は、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡、カソードルミネッセンス像検出器であり、石英結晶方位は、電子後方散乱回折像解析法を用いて測定・解析した。

第4章は、熱水変質によって引き起こされた岩石の変化を系統的に記述するとともに、熱水変質が岩石の力学的性質に与え得る影響について考察した。

第5章は、前章に示した結果を考察し、交代作用によってもたらされる岩石の化学的变化が、岩石の物理的性質を変化させ得ることを仮説として提示した。

第6章では、本研究の今後の展開を見通したものである。今回提案した仮説を検証するには、地球化学的な観点から元素各種の安定同位体および放射性同位体を研究する必要があることを述べている。

Summary of Doctoral Dissertation

Title of Doctoral Dissertation:

Silicification-induced ductility contrast in the pelitic schist of Ryoke metamorphic belt, SW Japan: microstructural evidences for seismic bright spots

Name: Tayyaba Mateen

This thesis comprises of the investigations carried out to provide evidences for the contrast in mechanical properties of crustal rocks. The Iwakuni area in the Ryoke metamorphic belt, SW Japan has been chosen for this study. In this area, pelitic schists have been altered by a hydrothermal silicification process producing silicified and non-silicified rock layers occurring over a limited area of 1 km². These layered rocks have been sampled to test the influence of chemical changes in rock composition on the mechanical properties of the rocks such as ductility. Physical properties have not been quantified directly however microstructure (texture of rocks observed using optical and scanning electron microscopic techniques) of the rocks has been studied to provide evidence for a change in ductility of pelitic rocks due to alteration by silica-rich fluids. The existence of fluids responsible for inducing the contrast in ductility is consistent with the geophysical observations recognized as ‘seismic bright spots’.

Chapter 1 gives a background on the study of geo-fluid related seismic bright spots and Poisson’s ratio anomaly. Besides hydrocarbons there are plenty of other phenomena that may cause bright spots to appear on seismic data in general. In Japan, fluid-filled rock matrix is one possibility.

Chapter 2 talks about the regional and local geological setting of the Iwakuni area in the Ryoke metamorphic belt. It also describes the unique occurrence of hydrothermally altered rocks in the study area and those observations have led us to the investigations in chapter 3.

Chapter 3 explains the study methods employed in this work from field sampling to the laboratory treatment of samples. Mainly the techniques of optical microscopy (OM), scanning electron microscope (SEM) based electron backscatter diffraction (EBSD) and SEM Cathode Luminescence (CL) have been used to characterize the deformation in samples.

In Chapter 4, all the results and analyses are presented and inferences are drawn about the differences in rock samples occurring due to hydrothermal alteration. Mainly the difference in extent of deformation in rocks is discussed and the effect of hydrothermal alteration on mechanical properties of rocks is constrained.

Chapter 5 presents our conclusions from the results in Chapter 4 and the hypothesis that chemical changes induced by metasomatism may change the physical properties of rocks such as the rock’s response to ductile deformation.

In Chapter 6, we give the perspectives for this work. Related future studies that can be carried out to validate our hypothesis are also summarized. Geochemistry including the stable and radioactive isotope studies may uncover the sources of chemical changes in rocks and provide information on fluid movement in the subsurface.