



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Tectono-metamorphic evolution of the Himalayan metamorphic rocks : Insights from the Mandakini and Madhmaheswar Ganga river valley, Northwestern India [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Shivaji, Saha
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14201号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79565
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Shivaji_Saha_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学）

氏 名 Shivaji Saha

審査担当者	主 査	特任教授	竹下 徹
	副 査	教 授	永井 隆哉
	副 査	准教授	亀田 純

学 位 論 文 題 名

Tectono-metamorphic evolution of the Himalayan metamorphic
rocks: Insights from the Mandakini and Madhmaheswar Ganga river valley, Northwestern India
(ヒマラヤ変成岩の造構－変成発展史:北西インドの Mandakini および Madhmaheswar Ganga
川峡谷地域からの考察)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

ヒマラヤ山脈を構成する変成岩は、インド北西部からネパール東部まで 2000 km 以上にわたって追跡される世界最大の造山帯であり、その形成機構は世界の地質学研究者によって長年研究されて来たが、最近になって新たな形成モデルが提出され議論が活性化している。特に、ヒマラヤ山脈では始新世以降にインドプレートがユーラシアプレートに衝突し、角閃岩相以上の条件で形成された高ヒマラヤ変成岩は、角閃岩相以下の条件で形成された低ヒマラヤ変成岩に中新世前期に北から南へ主中央衝上断層（Main Central Thrust, MCT）に沿って衝上した。従来から議論の焦点となっているヒマラヤ変成岩の逆転温度圧力構造は、MCT を横切って典型的に認められる。したがって、MCT 形成過程・機構はヒマラヤ造山帯テクトニクスの解明の鍵を握っており、今日に至る多くの研究が為されているが、いまだ最終的な結論は出されていない。

本論文は、主中央衝上断層の形成過程・機構を明らかにするため、上盤の高ヒマラヤ変成岩、MCT、および下盤の低ヒマラヤ変成岩より構成される幅約 10 km の主中央衝上断層帯(MCT Zone)を横切る 2 つのセクション（Mandakini および Madhmaheswar Ganga 川峡谷）において、地質構造、変成鉱物組み合わせと鉱物の組成累帯構造、および石英の変形微細構造を詳細に解析した。その結果、本地域を構成する変成岩は概ね北西－南東走向で、30-50°北東に傾斜する同斜構造を形成していることが明らかとなった。ただし、本地域には北北東－南南西方向で北北東に 30-40°プランジする露頭規模の褶曲が数多く認められることも明らかにされた。砂泥質岩起源の変成岩について、温度の上昇とともに garnet-in および staurolite-in のアイソグラッドが低ヒマラヤ変成岩中に、kyanite-in のアイソグラッドが高ヒマラヤ変成岩中でその基底に認められる。他の地域のヒマラヤ変成岩の研究と同様に、主中央衝上断層の位置は kyanite-in アイソグラッドの位置とほぼ一致するとされた。

ザクロ石－黒雲母地質温度圧力計等の地質温度圧力計に基づく、主中央衝上断層帯基底部で 535 ± 25 °C および 5.8 ± 1.2 kbar、最上部で 632 ± 25 °C および 8.5 ± 1.2 kbar のピーク温度圧力条件がそれぞれ推定された。一方、高ヒマラヤ変成岩基底部では 683 ± 25 °C および 11 ± 1.2 kbar のピーク温度圧力条件が推定されたが、これは 16.4 ± 1.3 kbar km^{-1} という大変大きい逆転圧力勾配が主中央衝上断層を横切って存在することを意味し、単純剪断流動により地殻の薄化が生じたことが示唆された。さらに、主中央衝上断層の構造的上位に約 2 km の位置では 750 °C を越える変成温度が見積もられている一方、圧力は約 11-12 kb で、主中央衝上断層付近の高ヒマラヤ変成岩基底部から大きく変化していない。ザクロ石の組成累帯構造は、主中央衝上断層帯および高ヒマラヤ変成岩基底部で特にマンガンのベル型組成累帯構造により示される成長累帯構造を示すが、高ヒマラヤ変成岩中では基底部を除き各元素の組成累帯構造がフラットな拡散累帯構造を示

す。この事実は、地質温度圧力計に基づく変成最高温度見積もりと調和的である。

本論文はさらに砂泥質岩起源の変成岩を構成する石英に富む岩石について、14 個の試料中の石英の微細構造、特に石英 c 軸の格子定向配列の解析を石英層等の単鉱石英および多相岩中の石英に分けて SEM-EBSD を用いて行った。微細構造解析の結果、低ヒマラヤ変成岩中で石英に富む岩石は、プロトマイロナイト、マイロナイトおよびウルトラマイロナイトに区分され、それらの平均石英再結晶粒径は、それぞれ 93.3, 69.9, および 33.0 μm で歪の増大とともに顕著に細粒化していることが明らかとなった。単鉱石英の c 軸格子定向配列は低および高ヒマラヤ変成岩中のもの両方について、basal<a>および prism<a>すべり系が優勢に活動して形成される type II クロスガードルパターンが優勢で、特に prism<a>すべり系が単独に活動して形成される Y 軸集中パターンも認められる。一方、主中央衝上断層に沿う低ヒマラヤ変成岩のウルトラマイロナイト中に basal<a>および rhomb<a>すべり系が優勢に活動して形成される type I クロスガードルパターンが発達しており、温度低下時に歪が局所化したことが推察された。さらに、多相岩中の石英 c 軸の格子定向配列はランダムで、圧力溶解等の変形機構が示唆された。

以上、本論文は、世界で最大規模のヒマラヤ変成岩について、特に主中央衝上断層の形成過程・機構および主中央衝上断層帯中の歪の局所化について新知見を得たものであり、構造地質学およびテクトニクス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があるものと認める。