

博士論文審査の結果の要旨

氏名	Rai Lalit Kumar
学位名	博士（理学）
学位番号	乙 第 19 号
論文題目	The provenance and the paleo-environment of the Siwalik Group along the Muksar Khola section, eastern Nepal Himalaya (東ネパール, ムクサー川沿いに分布するシワリク層群の供給源と古環境)
論文審査委員	主査 吉田孝紀 保柳康一 山田 桂 常盤哲也 酒井哲弥 (島根大学)

(博士論文審査の結果の要旨)

本論文は、インドプレートのユーラシアプレートへの衝突によるヒマラヤ山脈の形成について、東ネパールの第三系中新統～更新統のシワリク層群での検討をもとに、東ネパール周辺での環境変動を引き起こした要因を明らかにすることを目的としている。特に、供給源に分布する、砕屑物の母岩となる岩石種の分布や供給地は、山脈形成に関わる大規模な衝上断層の活動が深く関わっていることが多くの研究から判明しており、大規模な山脈の形成に付随する重要なメカニズムとなっている。このような山脈のテクトニクスは山脈周辺地域の堆積環境や気候環境に様々な影響を与えるため、詳しい解析が待たれていた。

まず第 1 章ではこのような研究の背景が説明されている。第 2 章ではこれまでのヒマラヤ山脈形成史に関わる研究のレビューと、ヒマラヤ山脈を構成する地質体の位置づけが述べられている。第 3 章では調査地域となった東ネパールのムクサー川(Muksar Khola)に分布するシワリク層群の層序学的記載が示され、卓越する岩相から調査地域のシワリク層群が、下部シワリク層群、中部シワリク層群、上部シワリク層群に区分されることが述べられている。第 4 章では堆積物の岩石学的記載がなされ、砂質堆積物が石英に富む大陸的な特性を示すこと、ヒマラヤ山脈の変成岩を起源とする鉱物を豊富に含むこと、約 600 万年前に組成的变化が生じたことが述べられている。

第 5 章では砂質堆積物中の重鉱物について電子マイクロプローブを用いた鉱物組み合わせの検討結果が、第 6 章では砕屑性ザクロ石・電気石に着目してその化学組成の時間的変化が述べられている。第 7 章では砂質堆積物におけるネオジム・ストロンチウムの安定同位体比の検討によって、様々な変成岩の露出・削剥時期について検討がなされている。

第 8 章では調査地域のシワリク層群の堆積学的検討がなされ、約 1050 万年前から約 600 万年前までは、蛇行河川システムが卓越し、その後、約 350 万年前まではアナストモーゼング河川システム、それ以降は網状河川システムに移行したことが示され、これらはネパールの他地域とほぼ同様な堆積環境の変化であるとの解釈がなされている。

第 9 章では堆積物の組成と堆積環境の変化をあわせて議論が展開されている。結果として、約 800 万年前から 600 万年前までの期間に、供給源地に分布する岩石種は大きく変化し、幾つかの変動を繰り返しながら、インド大陸上に形成された古生界・中生界（テチスヒマラヤ帯）からヒマラヤの高度変成岩（高ヒマラヤ結晶質岩）およびインド大陸の上部地殻構成岩（低ヒマラヤ帯）へ順次移行したことが説明されている。加えて、この変化にはヒマラヤ山脈に分布する衝上断層の活動が強く影響を与え、その活動の時間的変遷を示すヒマラヤ山脈南側斜面の模式的断面図によってこの地域の地殻変動が説明されている。

審査結果として、この地域での詳細な堆積岩の検討は十分なされていないことから、供給源における岩石構成変化のタイミングを新たに特定できたことは評価できる。また、多数の重鉱物の化学分析データによる山脈の削剥史の復元によって、衝上断層の運動によるテクトニクスを詳細に解明し、それを説明するモデル的断面図を示すことができたことは、東ネパールのヒマラヤ山脈の発達史を議論する上で重要な貢献と評価できる。特に泥岩角礫が濃集した堆積物の発見は約1050万年前におけるモンスーン強化を示す可能性があるとの意見は、より多様な可能性を踏まえた議論が必要であるものの、新規性の高い考察として評価される。

これらの検討結果を総合すると、やや古い時代の堆積体であり、長期的なシグナルをつかむことの困難さが窺えるが、本論文は東ネパールにおいて約1050万年前以降のヒマラヤ山脈のテクトニクスを解明した重要な成果を含むと言える。ネパールのヒマラヤ山脈前縁部における同時的な堆積環境の変化は、このテクトニクスが広範に及んでいたことを示唆し、他地域への構造運動の波及について新たな観点を提供する。また、堆積相の変化から、約1050万年前にモンスーンの強化が生じた可能性も新しい発見であり、今後の研究の展開が期待できる。このため、本研究はヒマラヤ山脈の構造発達史の一端を明らかにしただけでなく、この地域の古気候の変動を明らかにしたという意味において高い学術的意義が認められる。以上の研究成果は2編の査読付き発表論文にまとめられており、本論文が学位論文として十分な内容を備えていると判断する。

(公表主要論文名)

- (1) Rai, Lalit Kumar and Yoshida, Kohki, Sedimentary facies analysis of the fluvial environment in the Siwalik Group of Eastern Nepal: Deciphering its relation to contemporary Himalayan tectonics, climate and sea-level change. Progress in Earth and Planetary Science Journal, Volume 8:49 (Appeared in the journal published in 9, 2021)
- (2) Rai, Lalit Kumar, Yoshida, Kohki and Kuritani, Takeshi, Reconstruction of the exhumation history of the eastern Nepal Himalaya based on provenance changes. Sedimentary Geology, Volume 420: 105920 (Appeared in the journal to be published in 4, 2021)