

博士 (理 学) パウデル, ラル プラサド

学 位 論 文 題 名

Geological and Petrological Study
of the Central Nepal Himalaya with Special Reference
to Tectono-Thermal Evolution
and Inverted Metamorphism in the Lesser Himalaya

(中央ネパールヒマラヤの地質学的および岩石学的研究
- とくに低ヒマラヤ帯の造構 - 熱史と逆転変成作用について)

学位論文内容の要旨

近年, ヒマラヤの地質で古くから知られているいわゆる逆転変成作用はヒマラヤの形成史の上で大きな問題となっており, その形成過程について様々なモデルが提唱されている. しかし, それらの研究のほとんどは高変成度岩石からなる高ヒマラヤ帯を対象としており, 逆転変成作用が典型的に見られる低ヒマラヤ帯ではほとんど行われていない. その理由は低ヒマラヤ帯の地質構造がより複雑であり, また, 構成岩石の変成度が低く温度構造を推定することが困難なためである.

本研究では, 中央ネパール, ポカラ-タンセン地域の北は高ヒマラヤ帯南部から南はサブヒマラヤ帯にいたる100km×50kmの広範な地質図の作成とスラストテクトニクスの設定, 野外と鏡下観察による変形構造解析による変形時相の編年, 鏡下観察における鉱物共生関係の解析とEPMAなどによる鉱物化学組成分析による変成時相の解析とその温度・圧力条件の推定, X線回折計によるイライトの結晶度と白雲母の b_0 値の測定などによる低変成度域における温度構造および圧力の推定, さらにK-Ar法による千枚岩類の全岩年代測定などによって, 同地域の変成・変形史および構造発達史を明らかにした. さらに, 従来の逆転変成作用形成モデルを検討するとともに, 本研究から得られたデータから本地域の逆転変成作用のモデルを提案した.

申請者は詳細な地質調査と構造解析により, 先カンブリア系~下部古生界およびゴンドワナ堆積物からなる本地域の低ヒマラヤ帯を南から北へ, 現地性のパラオートクトン, 二つのスラストシート (スラストシート I および II) および主中央衝上断層帯 (MCTゾーン) に区分し, 全体が上部主中央衝上断層をルーフスラスト, 主境界衝上断層をフロアスラストとするforeland-propagating duplex構造をなすことを明らかにした. また, アウトオブシーケンススラストやバックスラストの存在も明らかにした. 従来, MCTゾーンの存在についてはそれを否定する意見もあったが, 申請者はその岩層, 変形, 変成作用の特徴を明らかにし, 本地域での存在を明

確にした。申請者は本地域では少なくとも5回 (D1~D5) の変形時相が区分されることを示し、そのうちD1とD2は第三紀のヒマラヤ期変動より前の運動とした。D1は層理面に平行な片理面S1を形成し、S1はD2期に北北東-南南西方向の軸をもつF2褶曲を被っている。さらに、ヒマラヤ変動期のD3期に上部主中央衝上断層の活動により剪断片理面(S3)が形成された。広く見られるS-C構造や伸長線構造はこの時期に形成した。その後、D4運動により既存のすべての構造は東西方向の軸を持つ南フェツゲンツの褶曲を被った。最後のD5変形はヒマラヤの上昇・削剥期の脆性的な断層運動によるものである。本地域はまた多重変成作用を被っている。すなわち、低ヒマラヤ帯は先ヒマラヤ期(先第三紀)のアンチゾーン変成作用(M0)を被り、さらにネオヒマラヤ期(中新世)の上部主中央衝上断層活動期からその活動後にかけてはダイアジェニックからガーネットグレードの変成作用(M2)を被った。いっぽう、高ヒマラヤ帯は先上部主中央衝上断層活動期(前期第三紀)にカリアナイトグレードの変成作用(M1)を、さらに、上部主中央衝上断層活動期にその衝上運動にともなって降温変成作用(M2)を被った。したがって、低ヒマラヤ帯のガーネットグレードから高ヒマラヤ帯のカリアナイトグレードに至るアイソグラッドの逆転現象は主変成作用(M1)の後の上部主中央衝上断層にそう衝上運動による見かけのものである。いっぽう、本地域を南北に横断する二つのルートにそう詳細なイライト結晶度および白雲母のb₀値の測定や鉱物の組み合わせおよび再結晶度の検討によると、低ヒマラヤ帯は層序的に上位である北方へ変成度が上昇しており、明らかに温度構造の逆転がみられる。これは上部主中央衝上断層にそって高温の高ヒマラヤ帯が低ヒマラヤ帯に衝上したためである。その後、高ヒマラヤ帯と低ヒマラヤ帯はともにヒマラヤの上昇・削剥期の後退変成作用(M3)を被っている。さらに、申請者は、低ヒマラヤ帯南部のクリッペにおけるゴンドワナ堆積物とその下盤岩石のイライト結晶度の検討から、ゴンドワナ堆積以前(中期古生代以前)における変成作用の存在を指摘している。申請者はこのような変形・変成過程を総括して、インド-ユーラシア衝突後に、インド大陸の北縁で起こった前縁褶曲-衝上帯としてのヒマラヤのスラストテクトニクスの形成モデルを示した。

以上のように、申請者は大陸衝突帯の前縁褶曲-衝上帯であるヒマラヤのスラストテクトニクスを明らかにするとともに、変形時相を解明した。また、従来ほとんど行われていなかった低ヒマラヤ帯の温度構造を明らかにすることによって、いわゆる逆転変成作用の実態を示し、その形成モデルを示した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 渡 辺 暉 夫

副 査 教 授 松 枝 大 治

副 査 助 教 授 在 田 一 則

学 位 論 文 題 名

Geological and Petrological Study of the Central Nepal Himalaya with Special Reference to Tectono-Thermal Evolution and Inverted Metamorphism in the Lesser Himalaya

(中央ネパールヒマラヤの地質学および岩石学的研究

—とくに低ヒマラヤ帯の造構—熱史と逆転変成作用について)

近年、ヒマラヤのいわゆる逆転変成作用の形成過程について様々なモデルが提唱されている。しかし、それらの研究のほとんどは高変成度岩石からなる高ヒマラヤ帯を対象としており、逆転変成作用が典型的に見られる低ヒマラヤ帯ではほとんど行われていない。その理由は低ヒマラヤ帯の地質構造がより複雑であり、また、構成岩石の変成度が低く温度構造を推定することが困難なためである。本研究では、中央ネパール、ポカラ-タンセン地域の、高ヒマラヤ帯南部からサブヒマラヤ帯にいたる100km×50kmの広範な地質図の作成とスラストテクトニクスの設定、野外と鏡下観察による変形構造解析による変形時相の編年、鏡下観察における鉱物共生関係の解析とEPMAなどによる鉱物化学組成分析および化学組成マッピングによる変成時相の解析とその温度・圧力条件の推定、X線回折計によるイライトの結晶度と白雲母の b_0 値の測定などによる低変成度域における温度構造および圧力の推定、さらにK-Ar法による千枚岩類の全岩年代測定などによって、同地域の変成・変形史および構造発達史を明らかにした。さらに、本研究から得られたデータから本地域の逆転変成作用のモデルを提案した。

申請者は先カンブリア系～下部古生界および Gondwana 堆積物からなる同地域の低ヒマラヤ帯を南から北へ、現地性のパラオートクトン、二つのスラストシート（スラストシートⅠおよびⅡ）および主中央衝上断層帯（MCTゾーン）に区分し、全体が上部主中央衝上断層をルーフスラスト、主境界衝上断層をフロアスラストとする foreland-propagating duplex 構造をなすことを明らかにした。また、アウトオブシーケンススラストやバックスラストの存在も明らかにした。従来、MCTゾーンの存在についてはそれを否定する意見もあったが、申請者はその岩層、変形および変成作用の特徴を明らかにし、本地域での存在を明確にした。申請者は本地域では少なくとも5回（ $D_1 \sim D_5$ ）の変形時相が区分されることを示し、そのうち D_1 と D_2 は第三紀のヒマラヤ期変動より前の運動とした。ヒマラヤ変動期の D_3 運動時に上部主中央衝上断層の活動により主要剪断片理面が形成された。広く見られるS-C構造や伸長線構造はこの時期に形成した。その後、 D_4 運動により既存のすべての構造は南フェツゲンツの褶曲を被った。最後の D_5 変形はヒマラヤの上昇・削剥期の脆性的な断層運動によるものである。本地域はまた多重変成作用を被っている。すなわち、低ヒマラヤ帯は先ヒマラヤ期（先第三紀）のアンチゾーン変成作用（ M_0 ）を被り、さらにネオヒマラヤ期（中新世）の上部主中央衝上断層活動期からその活動後にかけてはダイアジェニクからガーネットグレードの変成作用（ M_2 ）を被った。いっぽう、高ヒマラヤ帯は上部主中央衝上断層活動期（前期第三紀）にカイアナイトグレードの変成作用（ M_1 ）を、さらに、上部主中央衝上断層活動期にその衝上運動にともなって降温変成作用（ M_2 ）を被った。したがって、低ヒマラヤ帯のガーネットグレードから高ヒマラヤ帯のカイアナイト

グレードに至るアイソグラッドの逆転現象は主変成作用(M_1)の後の上部主中央衝上断層にそう衝上運動による見かけのものである。いっぽう、本地域を南北に横断する二つのルートにそう詳細なイライト結晶度および白雲母の白雲母の b_0 値などの検討によると、低ヒマラヤ帯は層序的に上位である北方へ変成度が上昇しており、明らかに温度構造の逆転がみられる。これは上部主中央衝上断層にそって高温の高ヒマラヤ帯が低ヒマラヤ帯に衝上したためである。その後、高ヒマラヤ帯と低ヒマラヤ帯はともにヒマラヤの上昇・剝離期の後退変成作用(M_3)を被っている。さらに、申請者は、低ヒマラヤ帯南部のクリッペにおけるゴンドワナ堆積物とその下盤岩石のイライト結晶度の検討から、ゴンドワナ堆積以前(中期古生代以前)における変成作用の存在を指摘した。申請者はこのような変形・変成過程を総括して、インド-ユーラシア衝突後に、インド大陸の北縁で起こった前縁褶曲-衝上帯としてのヒマラヤのスラストテクトニクスの形成モデルを示した。

これを要するに、著者は、低ヒマラヤのスラストテクトニクスを明らかにするとともに、中期古生代以前をふくめたヒマラヤの多重変成-変形作用を明らかにし、低ヒマラヤ帯の逆転変成作用について新知見を得たものであり、ヒマラヤの地質研究に対して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あるものと認める。