

氏名	Xue Fei		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	博甲第10097号		
学位授与年月日	令和3年9月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Geochronology, Petrogenesis, and Tectonic Significance of the Laiyuan Magmatic Complex in the Central North China Craton (北中国クラトン中央部・Laiyuan火成岩体の年代学、岩石成因論およびテクトニクス)		
主査	筑波大学教授	博士（理学）	角替 敏昭
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	池端 慶
副査	筑波大学准教授 (連携大学院)	博士（理学）	堤 之恭
副査	筑波大学名誉教授	理学博士	荒川 洋二

## 論文の要旨

本論文で著者は、北中国クラトンのLaiyuan火成岩体にみられる様々な火成岩類の岩石学的・年代学的解析を行うことによって、約1億4000万年～1億1000万年前の白亜紀前期に起こったマグマ活動の成因について論じている。研究対象地域である北中国クラトンは、現在の地球上にみられる代表的な十数個の安定地塊の一つであり、約35～25億年前に形成された基盤岩類が複数回の造山運動を被ったのち、約20億年前に安定化したものである。その後、白亜紀前期に北中国クラトンでは広範囲にわたり大規模なマグマ活動が起こり、様々な火成岩類が形成された。このマグマ活動をもたらしたテクトニクスについては現在も多くの議論がなされている。著者は、北中国クラトン内の主要な火成岩体のひとつであるLaiyuan火成岩体を研究対象として選び、岩体の主要な岩相である安山岩類、花崗岩類、そして珪長質～苦鉄質岩脈類の3タイプの岩石に着目して研究を行なった。

まず安山岩類について、年代分析の結果からこの岩石は今から1億3000万年前にできたことが分かった。また岩石の全岩化学組成分析を行なった結果、高いSr/Y比とLa/Yb比および高いK、Ba、Sr濃度や、不適合元素（マグマに濃集しやすい元素）および軽希土類元素の濃集などの特徴を確認した。その原因として、北中国クラトンの下に沈み込んだ海洋プレートの脱水によってもたらされた流体の影響によって、大陸プレートの下にある高温で流動的なマントル（アセノスフェリックマントル）が交代作用によって富化されたとするモデルを提示した。著者はLaiyuan火成岩体の安山岩類は、この富化マントルが一部溶融することによってできたマグマが、上昇過程で結晶分化することによって形成されたと考察した。

著者は次に花崗岩類の解析を行ない、年代分析から安山岩類とほぼ同時代の1億3700万年～1億2800万年前の結晶化年代を得た。また全岩化学組成分析の結果から、この岩石を低Si/高Mgタイプ（モンゾニ岩～閃緑岩質）と高Si-K/低Mgタイプ（モンゾ花崗岩～閃長花崗岩質）の2種類に分類した。前者は富化マントルの溶融により形成され、後者は下部地殻の溶融によりもたらされたと考えられる。野外における岩石の産状の観察結果から、前者は後者の中に包有されることから、著者はこれら2種類の異なる化学組成をもつマグマが様々な割合で混ざりあうことにより、多様な花崗岩類が形成されたと結論づけた。

最後に著者は珪長質～苦鉄質岩脈類の検討を行なった。岩脈類は花崗岩類を切って産出することから、その形成時期は花崗岩類と同時あるいはやや若いと考えられる。年代分析結果から決定された結晶化年代は、珪長

質岩脈が花崗岩類とほぼ同時代の1億3100万年～1億2700万年であるのに対し、苦鉄質岩脈はそれよりも若い1億2500万年～1億1000万年前であった。岩石の化学組成から、珪長質岩脈の成因は花崗岩類と同様に地殻の溶融によって形成されたのに対して、苦鉄質岩脈は大陸プレート直下の深部で富化マントルが一部溶融することによって形成された苦鉄質マグマが、上昇時に地殻物質とほとんど反応することなく結晶化したことを明らかにした。

以上の結果をもとにして、著者は北中国クラトンにおける白亜紀前期の大規模火成作用の成因を考察した。そして、Laiyuan火成岩体を形成したような多様なマグマができる理由として、当時の海洋プレート（古太平洋プレート）の沈み込み様式の変化が原因であるとした。この海洋プレートがロールバック（後退）することによって周辺地域の広域的なテクトニクスが圧縮場から伸長場へと変化したことが考えられ、その過程で北中国クラトン直下の最上部マントル（リソスフェリックマントル）が底部から削剥され、一部がデラミネーション（大陸プレートから大規模に剥がれ落ちること）することにより、マントルおよび地殻内部において多様な化学組成をもつマグマが形成されたと結論づけた。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、北中国クラトン・Laiyuan火成岩体にみられる安山岩類、花崗岩類、そして珪長質～苦鉄質岩脈類の野外調査と岩石の産状の観察、岩石組織の同定と分類、主要および微量元素の全岩化学組成分析、年代分析などの様々な手法を駆使して、当該地域にみられる多様な火成岩類を形成したマグマの形成過程と、その原因となった広域的なテクトニクスを解析したものである。その結果、北中国クラトンの下に沈み込んでいた古太平洋プレートが白亜紀にロールバックを起こし、クラトン直下の最上部マントルが底部から削剥され、一部が大規模に剥がれ落ちることによって、マントルおよび地殻内部で多様な化学組成をもつマグマが形成されたことを明らかにした。当該岩体の様々な岩石を総合的に研究して当時の火成作用のテクトニクスを解析した例は、著者によるものが初めてである。

令和3年7月26日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。