

博士（理学） ユーリイ・ドミィトリェビッチ・リタソフ

学 位 論 文 題 名

Petrology of the mantle-derived xenoliths in alkaline basalts from the Vitim plateau, Trans-Baikal : an approach to models for primitive mantle and metasomatic modification.

（バイカル地域ビティム高原アルカリ玄武岩中のマントル由来ゼノリスの
岩石学：初源的マントルおよびメタゾマティズムによる改変モデルの探究）

学位論文内容の要旨

Alkaline basalts in the Vitim plateau contain numbers of mantle-derived peridotite xenoliths, which were highlighted in this study to understand the primitive compositions and the modification processes of lithospheric mantle in relation to the continental rifting generated in the Trans-Baikal region.

The mantle-derived xenoliths were sampled from the alkaline basalts erupted during the rifting-related volcanic activities, which are divided into Stages I (Middle Miocene), II (Middle to Late Miocene), and III (Pliocene-Pleistocene). The xenoliths from the Stages I and III have similarities in modal compositions and textural features. The major rock type is lherzolitic. The whole rock compositions, ranging from fertile to moderately depleted, display neither differences between xenoliths from both the stages nor difference between the spinel and garnet lherzolite suites. The abundance of the fertile rocks is considerably high. The most fertile compositions of lherzolites fit the model compositions proposed for primitive mantle. Uniform chemical compositions of minerals in lherzolites suggest that the whole rock depletion in basaltic components is due to the modal heterogeneity without any relations to the host magmas of the modern volcanic activity. There is a difference in chemical composition of minerals between the spinel and garnet lherzolites. The effect of garnet formation is expressed in terms of decrease in Al and increase in Cr detected in spinels and pyroxenes.

Three types of metasomatic modification were described: vein type, interstitial type and inclusion type. The first two types represent a gradational variety formed by melt/fluid channeling. Six modes of occurrence were encountered. The vein type includes (1) phlogopite-clinopyroxene veins, (2) phlogopite-pargasite/kaersutite veins, and (3) pargasite veins. The interstitial type involves (4) interstitial phlogopite and (5) interstitial pargasite. The inclusion type is (6) phlogopite inclusions in minerals of cumulates. The constituent minerals in the modified xenoliths

show compositional variations resulted from an interaction with metasomatic agents. Three agents can be estimated as those derived from the host magmas for the Vitim mantle. Hence, the metasomatic modifications are considered to have been related to the modern volcanic activity.

Two geotherms obtained from the geothermobarometry of the Vitim xenoliths for the Middle Miocene and the Pliocene–Pleistocene, of which temperature difference is approximately 50°C, suggesting a heating event of the upper mantle from the Stage I to the Stage III. Inflections were detected on both the Miocene and the Pliocene–Pleistocene geotherms. The pressure difference between the inflections is 4 kbars. It is concluded that thickness of the lithosphere beneath the Vitim plateau reduced from 96–110 km to 83–93 km during 10–15 Ma. The inflections, providing the best estimations for solidus of the Vitim mantle, are located at $T=1200^{\circ}\text{C}$ and $P=32$ kbar, and at $T=1175^{\circ}\text{C}$ and $P=27$ kbar, respectively. It is conformed that the $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ ratios of the water-undersaturated conditions were about 0.8.

Concludingly, the following models for the upper mantle development beneath the Vitim plateau are proposed on the basis of the above results. (1) Prior to the rifting the upper mantle was composed of modally heterogeneous spinel and garnet lherzolite with a very fertile composition close to the primitive mantle. The transition between these two facies was located at $P=23\text{--}19$ kbar. (2) During Middle Miocene, the upper mantle was modified metasomatically around magma channels. A pressure-controlled zoning of the following metasomatic types was formed; interstitial phlogopite at $P=31\text{--}20$ kbar, phlogopite-clinopyroxene veins at $P=28\text{--}24$ kbar, phlogopite-pargasite/kaersutite veins at $P=26\text{--}22$ kbar, pargasite veins at $P=23\text{--}22$ kbar, and interstitial pargasite at $P<22$ kbar. (3) Successively, the upper mantle was heated by approximately 50°C. The phlogopite-clinopyroxene veins were only formed at $P=23\text{--}21$ kbar.

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 宇 井 忠 英
副 査 教 授 石 原 舜 三
副 査 助 教 授 新 井 田 清 信

学 位 論 文 題 名

Petrology of the mantle-derived xenoliths in alkaline basalts from the Vitim plateau, Trans-Baikal : an approach to models for primitive mantle and metasomatic modification.

(バイカル地域ビティム高原アルカリ玄武岩中のマントル由来ゼノリスの
岩石学：初源的マントルおよびメタゾマティズムによる改変モデルの探究)

大陸の深部リソスフェアの岩石については、北米プレートやオーストラリア大陸の上部マントルかんらん岩について多くの研究が行なわれている。また、南アフリカやカナダではダイヤモンドを含むキンバーライト中のかんらん岩ゼノリスが研究されてきた。しかし、その多くは玄武岩質マグマ成分に涵濁したかんらん岩で、大陸下にあると予想されてきた「初源的マントル組成をもつかんらん岩」の多くが組成改変を受けたものであり、本来の初生的組成を残していない。

シベリア盾状地バイカルリフト帯では新生代中新世にリフト活動が活発化し、大陸分離が進行中である。このリフティングに伴うアルカリ玄武岩マグマは深部の上部マントル由来のかんらん岩ゼノリスを大量に運び上げており、最近、著者らによって多数のゼノリスが採取された。本論文は、このバイカルリフト帯深部の岩石を研究試料として、大陸下の上部マントルかんらん岩の初生的組成の検出を試み、リフティングに伴うかんらん岩の組成改変プロセスの解明を目的としたものである。

バイカルリフト帯のリフティングに伴うアルカリ玄武岩質マグマの活動は、3つのステージ（ステージ I: 中期中新世, II: 中～後期中新世, III: 鮮新世～更新世）に区分され、いずれもレルゾライト質のかんらん岩ゼノリスを含む。この多くは玄武岩質マグマ成分に涵濁していない肥沃なスピネルレルゾライトとガーネットレルゾライトで、もっとも肥沃なものは初源マントルとして提唱されたモデル組成に一致する。このようなレルゾライトの構成鉱物は極めて均質な化学組成をもち、本論文では「初源的マントル組成をもつ大陸かんらん岩」のモデル組成の好例として、かんらん石・輝石・スピネル・ガーネットの鉱物化学組成領域を明示した。

中新世以降のアルカリ玄武岩質マグマの活動に伴って、このような初生的かんらん岩は改変され、脈状ないし粒間充填状のフロゴパイトやパーガス閃石、単斜輝石が付加した。これは、全岩化学組成の改変としてはFeO, TiO₂, Na₂O+K₂O, H₂Oの付加で特徴づけられる。この改変は初生的かんらん岩の組織・組成とは分離・独立して識別され、ア

ルカリ玄武岩質マグマの上昇の際に局所的に生じた上部マントルメタゾマティズム改変であったとみなされる。

かんらん岩の平衡温度圧力の解析にもとづき、中期中新世（ステージI）のかんらん岩と鮮新世～更新世（ステージIII）のかんらん岩とに、2つの異なる温度勾配（地下増温率）が検出された。後者の平衡温度は、前者より約50℃高い。これはバイカルリフト帯深部の温度上昇を意味する。また、2つの温度勾配に、等圧温度上昇を示す明瞭な屈曲点が見いだされた。中期中新世のかんらん岩の屈曲点は $T=1200^{\circ}\text{C}$ 、 $P=32\text{ kb}$ に位置し、鮮新世～更新世のかんらん岩の屈曲点は $T=1175^{\circ}\text{C}$ 、 $P=27\text{ kb}$ に位置している。この屈曲点の温度圧力は、かんらん岩中のフログパイトの分解温度圧力に近く、上部マントルかんらん岩が部分融解を開始するソリダスに合致する。本論文では、これが上部マントル中のリソスフェア＝アセノスフェア境界を示すと考え、屈曲点の5 kbの減圧はアセノスフェアの上昇を示唆することを議論した。

以上のように、著者は、シベリア盾状地直下の上部マントルかんらん岩の初生的組成を特定し、リフト帯の活動に伴う組成改変の検出に成功した。さらに著者は、かんらん岩の平衡温度圧力の解析結果にもとづいて「リフティングとともにアセノスフェアが上昇し、上部マントルリソスフェアの組成改変と加熱が同時に進行した」というモデルを提案し、大陸リフト帯のマグマ系の全体像の理解に大きく貢献した。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。