

論文内容要旨

氏名	DESTA Minyahl Teferi	提出年	平成 27 年
学位論文の 題目	Petrogenesis of Triassic gabbros and associated basalts from Chukotka (NE Russia): implications for eastern margin of Siberian LIP (極東ロシア Chukotka、三畳紀はんれい岩および玄武岩の起源～シベリア・トラップ東縁としての意義)		

論文目次

TABLE OF CONTENTS

SUMMARY.....	I
TABLE OF CONTENTS.....	III
LIST OF FIGURES.....	VIII
LIST OF TABLES.....	XVIII
ACKNOWLEDGMENTS.....	XXI
1. PETROGENESIS OF TRIASSIC GABBROS AND ASSOCIATED BASALTS FROM CHUKOTKA (NE RUSSIA): IMPLICATIONS FOR EASTERN MARGIN OF SIBERIAN LIP.....	1
1.1 ABSTRACT.....	1
1.2 GENERAL INTRODUCTION.....	2
1.2.1 Objective.....	4
1.2.2 Analytical Techniques.....	4
1.3 GEOLOGICAL SETTING.....	5
1.4 PETROGRAPHY.....	11
1.4.1 Gabbroic rocks.....	11
1.4.1.1 Clinopyroxene.....	11
1.4.1.2 Amphibole.....	13
1.4.1.3 Plagioclase.....	13
1.4.1.4 Biotite.....	13
1.4.1.5	
Opaque.....	13
1.4.2 Basaltic rocks.....	14
1.4.2.1 Clinopyroxene.....	14
1.4.2.2 Plagioclase.....	15
1.4.2.3 Amphibole.....	15
1.4.2.4 Opaque.....	17

1.5 RESULTS.....	17
1.5.1 Whole-rock major and trace element composition.....	17
1.5.2 Mineral Chemistry.....	26
1.5.2.1 Major element chemistry of minerals in gabbroic rocks.....	26
1.5.2.1.1	
Clinopyroxene.....	26
1.5.2.1.2 Amphibole.....	32
1.5.2.1.3 Plagioclase.....	36
1.5.2.1.4	
Biotite.....	38
1.5.2.1.5 Opaque minerals.....	39
1.5.2.2 Major element chemistry of minerals in basaltic rocks.....	39
1.5.2.2.1	
Clinopyroxene.....	39
1.5.2.2.2 Amphibole.....	47
1.5.2.2.3 Plagioclase.....	52
1.5.2.2.4	
Biotite.....	53
1.5.2.2.5 Opaque minerals	53
1.5.2.3 Trace elements in clinopyroxene and amphibole.....	53
1.5.2.3.1 Clinopyroxene in gabbroic rocks.....	53
1.5.2.3.2 Clinopyroxene in basaltic rocks.....	54
1.5.2.3.3 Amphiboles in gabbroic	
rocks.....	58
1.5.2.3.4 Amphiboles in basaltic	
rocks.....	58
1.6 DISCUSSION.....	61
1.6.1 Parental	
magma.....	61
1.6.2 Fractional crystallization.....	63
1.6.3 Crustal	
contamination.....	65
1.6.4 Nature of mantle	
source.....	67
1.6.5 Mantle melting	
conditions.....	71
1.6.6 Pressure and temperature constraints.....	74
1.6.7 Evaluation of tectonic setting.....	76
1.6.8 Comparison with the Noril'sk basalts of the Siberian	
LIP.....	78

1.6.8.1. Hydrous nature.....	78
1.6.8.2. HFSE depletion.....	81
1.7. CONCLUSIONS.....	85
1.8. REFERENCES.....	87
2. FERROPICRITE FROM THE LALIBELA AREA IN THE ETHIOPIAN LARGE IGNEOUS PROVINCE.....	109
2.1 ABSTRACT.....	109
2.2 INTRODUCTION.....	111
2.3 GEOLOGICAL SETTING.....	113
2.4 ANALYTICAL METHODS.....	115
2.5 WHOLE ROCK CHEMISTRY.....	117
2.5.1 Major and trace elements.....	117
2.6 PETROGRAPHY AND MINERAL CHEMISTRY.....	120
2.6.1 Petrography.....	120
2.6.2 Mineral chemistry.....	124
2.6.2.1 Olivine.....	124
2.6.2.2 Cr-spinel.....	125
2.6.2.3 Clinopyroxene.....	129
2.6.2.4 Plagioclase.....	132
2.7 DISCUSSION.....	134
2.7.1 Olivine Fo and NiO showing mantle-derived melt.....	134
2.7.2 Primary bulk-rock nature of the melt.....	135
2.7.3 Temperature estimates.....	136
2.7.4 High degree melting of the source mantle.....	137
2.7.5 Cr/Al relationship between spinel and bulkrock: indicator of source lithology.....	138
2.7.6 High-pressure melting of the source mantle.....	139
2.7.7 Bulk-rock high Fe/Mn and Ni/Cr ratios: a core-mantle issue?.....	140
2.7.8 Eclogite vs. peridotite as the source for Ethiopian ferropicrite.....	141
2.7.9 Reversely zoned clinopyroxene; reaction with peridotitic mantle.....	142
2.7.10 Experimental constraints for the source lithology.....	143
2.7.11 Hydrous mantle melting?.....	144
2.8 CONCLUSIONS.....	145
2.9 REFERENCES.....	146

ABSTRACT

The Triassic gabbroic intrusions and associated basaltic lavas from Chukotka contain abundant hornblende, and are mainly tholeiitic with both OIB-type and island-arc basalt (IAB)-type geochemical signatures. Mg-number ($Mg\# = 100 \times Mg / (Mg + Fe^{2+})$) ranges from 48 to 66 for IAB-type gabbros, around 40 for OIB-type gabbros, 63-65 for ankaramites (IAB-type), 57 for pyroxene phyric basalt (IAB-type), 51-54 for lamprophyres (IAB-type) and 43-50 for basaltic andesite (IAB-type). TiO_2 contents of the studied samples are low (<2 wt. %) except for OIB-type gabbros (4.3-5.3 wt. %). Gabbroic rocks generally have lower K_2O and Na_2O than the volcanic rocks. OIB-type gabbros are typically enriched in FeO^* (16-18 wt. %) as compared to IAB-type gabbros (10-14 wt. %), and IAB-type basaltic rocks (ankaramites ~10 wt. %, lamprophyres ~14, pyroxene-phyric basalt 11 wt. %, and basaltic andesite 9-10 wt. %). In the primitive mantle normalized trace element patterns, IAB-type gabbroic and basaltic rocks are characterized by depletion in HFSE (Nb, Ta, Zr and Hf) and enrichment in LILE, and resemble arc-type igneous rocks. OIB-type gabbroic rocks can be distinguished from the rest of the studied samples by the absence of HFSE depletion, but show strong negative Sr anomalies. The positive Ti anomaly in the OIB-type gabbros can be attributed to high content of ilmenite in these rocks. The composition of the mantle source and degree of partial melting that produced the parental magmas of these rocks, determined by using REE abundance and ratios, indicate that IAB-type gabbroic and basaltic melts were generated at about 10-30% partial melting of hydrous garnet lherzolite. Trace element characteristics of IAB-type gabbroic rocks and basalts are compatible with their magmas derived from subduction influenced melts, whereas OIB-type gabbros show within-plate geochemical characteristics. IAB-type gabbroic and basaltic rocks display similar geochemical features with the low-Ti Nadezhdinsky suit (Noril'sk region) and Bel'kov dolerite (New Siberian Islands) of Siberian LIP in view of HFSE depletion and high H_2O content of the magma to crystallize abundant hornblende not only in gabbros but also as phenocrysts in basalts.

Keywords: Island-arc geochemistry, intra-plate geochemistry, ankaramite, hornblende basalt, HFSE

論文審査の結果の要旨

エチオピア出身のミンヤハル・テフェリ・デスタ提出の本論文は、指導教員等による2009年の日露共同地質調査で採集されたロシア連邦チュコトカ自治区北東部に分布する中生代三畳紀の台地玄武岩・斑れい岩類について、岩石学的、鉱物学的、地球化学的研究を行い、その結果をまとめたものである。これらの玄武岩・斑れい岩類については、従来ハワイ等のプルーム型火山体に類似した地球化学的性質を示すことや噴出年代の類似等からシベリア巨大火成岩区（LIP）との関連が示唆され、その東方延長とする説が提案されていた。地球上のLIPにプルーム型の玄武岩からなるものが多いことは事実であるが、シベリアなどいくつかのLIPには、プルーム型に加えて、Nbの負異常のような島弧型の地球化学的特徴を示す玄武岩が多量に存在することが知られている。もしチュコトカの玄武岩・斑れい岩類がシベリアLIPの東方延長であるなら、プルーム型の岩石に加えて、島弧型の岩石も多量に存在することが予想される。著者はチュコトカの多数の岩石試料について薄片の顕微鏡観察及びXRFとLA-ICP-MS（金沢大学）による主要・微量元素の全岩化学組成分析、EPMAによる鉱物化学組成分析を行い、斑れい岩類にはプルーム型の岩石だけでなく島弧型の特徴をもつ岩石があり後者が優勢であること、玄武岩類はすべて島弧型の特徴を示すことを初めて明らかにした。また、著者の出身地であり典型的なプルーム型とされるエチオピアLIPから共同研究者によって発見された鉄ピクライトやそれに伴う玄武岩についても、チュコトカとの比較のために岩石学的、鉱物学的、地球化学的研究を行い、マンツルの起源物質が輝石に富み、マグマが上昇途中にかんらん石に富むマンツルと反応した証拠を見出した。そして、チュコトカの玄武岩・斑れい岩にプルーム型・島弧型の両方が存在すること及び島弧型が優勢であることは、チュコトカがシベリアLIPの東方延長であるとする説を支持すると結論した。

本論文の内容は、背景となる地質学的・岩石学的・鉱物学的・地球化学的知識や調査・分析技術、論理構成や表現力などが地球物質科学の研究者として必要な水準に達していることを示し、著者が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。以上の理由により、ミンヤハル・テフェリ・デスタ提出の学位論文は、博士（理学）の学位論文として合格と認める。