การศึกษาเปโตรเคมิคัลของหินบะซอลท์ที่มีพลอยคอรันดัม

ที่อำเภอบ่อพลอย กาญจนบุรี

นาง งามพิศ แย้มนิยม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๕

ISBN 974-561-071-2

007152

THE PETROCHEMICAL STUDY OF CORUNDUM-BEARING BASALTS AT BO PHLOI DISTRICT, KANCHANABURI

Mrs. Ngarmpis Yaemniyom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Geology

Graduate School

Chulalongkorn University

1982

ISBN 974-561-071-2

Thesis Title The Petrochemical Study of Corundum-Bearing Basalts at Bo Phloi District, Kanchanaburi.

By Mrs. Ngarmpis Yaemniyom

Department Geology

Thesis Advisor Assistant Professor Wasant Pongsapich, Ph.D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

S. Bunnag ..... Dean of Graduate School

(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

N. Muangnoicharoen ..... Chairman

(Nopadon Muangnoicharoen, Ph.D.)

Wasant Pongsapich ..... Member

(Wasant Pongsapich, Ph.D.)

Payome Aranyakanon ..... Member

(Payome Aranyakanon, Ph.D.)

Pongsak Vichit ..... Member

(Pongsak Vichit, M.S.)

Veerote Daorerk ..... Member

(Veerote Daorerk, M.Sc.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเปโตรเคมีคัลของหินบะซอลท์ที่มีพลอยคอรันดัม ที่อำเภอบ่อพลอย กาญจนบุรี

ชื่อนิสิต นาง งามพิศ แย้มนิยม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสันต์ พงศาพิชญ์

ภาควิชา ธรณีวิทยา

ปีการศึกษา ๒๕๒๔

บทคัดย่อ

หินบะซอลท์ที่พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณครึ่งตารางกิโลเมตรในบริเวณอำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี เป็นหินบะซอลท์ที่มีอายุยุคเทอร์เชียรี วางตัวอยู่บนหินควอร์ตไซต์ของหินชุดบ่อพลอย ซึ่งมีอายุยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน โดยทั่วไปหินบะซอลท์ที่พบนี้มีสีดำ เนื้อแน่น ละเอียด และมีลักษณะเนื้อหินเป็นแบบพอร์ไฟริติก มักพบว่ามีผลึกขนาดใหญ่ของแร่ไคลโนไพรอกซีน สปีเนล สีดำ และซานิดีน ตลอดจนอินคลูชันของหินอุลตรามีฟิค โดยเฉพาะชนิดสปีเนลเพอริโดไตต์ หรือเลอร์โซไลต์ รวมทั้งซีโนลิทของหินไนส์กระจายทั่วไปในเนื้อของหินบะซอลท์

จากการศึกษาทางด้านเปโตรกราฟฟีพบว่าหินบะซอลท์ประกอบด้วยผลึกของแร่ชนิดต่างๆ เป็นส่วนใหญ่ และบางครั้งก็พบว่ามีแก้วเกิดร่วมอยู่ด้วยเป็นบางส่วน หินบะซอลท์นี้มีเนื้อละเอียด และมีลักษณะของพอร์ไฟริติกประกอบด้วยผลึกแร่ไคลโนไพรอกซีน โอลิวีน ซานิดีน และแพลจิโอเคลส ซึ่งมีความแตกต่างของขนาดอย่างชัดเจน สามารถที่จะแยกออกได้เป็น ๒ ขนาดคือ ขนาดที่เรียกว่าไมโครฟีโนคริสต์และฟีโนคริสต์ และขนาดเมกาคริสต์ ผลึกแร่เหล่านี้กระจายทั่วไปในเนื้อละเอียดของหินบะซอลท์ซึ่งประกอบด้วยแร่แคลสิคออไจต์ แพลจิโอเคลสซึ่งเป็นชนิดแอนดีซีน โอลิวีน ซานิดีน อะนอร์โธเคลส อะนาลไซม์ และแร่ทึบแสงซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่แมกนีไตต์ และแก้ว

หินบะซอลท์ในบริเวณอำเภอบ่อพลอยนี้มีส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งสามารถที่จะจำแนกเป็นชนิดสตรองลี่ถึงไมลค์ลี่แอลคาไลน์มีปริมาณของโปแตสเซียมไดออกไซด์ค่อนข้างสูง มีปริมาณออกไซด์ของเหล็กรวมค่อนข้างต่ำ อัตราส่วนของโปแตสเซียมไดออกไซด์ต่อโซเดียมไดออกไซด์

มีค่าอยู่ในระหว่าง ๑/๓-๑ และประกอบด้วยนอร์มาทีฟโอลิวีนและ เนฟฟิลีน โดยไม่ปรากฏว่ามีนอร์มาทีฟไฮเปอร์สทีนร่วมอยู่ด้วย จากการศึกษาทางด้าน เคมีแล้วพบว่าหินบะซอลท์ในบริเวณอำเภอบ่อพลอยนี้เป็นหินชนิด เนฟฟิลีนฮาไวไอท์ ซึ่งมีโปแตสเซียมค่อนข้างสูง ได้ทำการศึกษาการ เปลี่ยนแปรของออกไซด์ต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ทาง เคมี เปรียบ เทียบกับค่าต่างๆ เช่น โซลิดดิฟิเคชั่น อินเดกซ์ ซิลิกาออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ ตลอดจนการ เปรียบ เทียบระหว่างแมกนีเซียมออกไซด์กับออกไซด์ของเหล็ก รวมทั้งเอ เอฟ เอ็ม-ไดอะแกรมของหินบะซอลท์ เพื่อที่จะทราบถึงลักษณะทาง เคมีโดยทั่วไปของหินบะซอลท์นี้โดยการ เทียบกับแนวของหินฮาไวไอท์ และซีบไบรเดน อัลคาลิกซีรี และแนวของหินพวกโปแตสสิกซีรีของบริเวณทริสทานดาคันยา และกัฟไอส์แลนด์ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาทาง เคมีของผลึกแร่ก้อนโตที่เรียกว่า เมกาคริสต์ของแร่ไพรอกซีน โอลิวีน ซานิดีน และสปิเนล แร่ไพรอกซีนผลึกโตนี้เป็นชนิดที่มีแคล เซียมค่อนข้างสูง เรียกว่าออไจท์หรือซาไลต์

จากปรากฏการณ์ต่างๆ ของหินบะซอลท์ ตลอดจน เมกาคริสต์และอินคลูชันของหินอุลตรา เมฟิค ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ เป็นแนวทางที่จะชี้ให้เห็นถึงการกำ เนิดของหินบะซอลท์ว่าน่าที่จะเกิดจากแมกมาโดยตรง ณ ความดันระหว่าง ๑๘-๒๕ กิโลบาร์ และอุณหภูมิประมาณ ๑๓๔๐°-๑๔๗๔°ซ โดยที่แมกมานั้นจะ เคลื่อนตัวขึ้นมาอย่างรวด เร็วจนไม่สามารถที่จะ เกิดคริสตัลแฟรคชั่น เนชั่นได้ จากที่ความลึกมากกว่า ๓๐-๓๔ กิโล เมตร ส่วนการกำ เนิดของพลอยคอรันดัมที่พบในบริเวณบ่อพลอยนี้ ก็น่าที่จะมีการกำ เนิด เช่น เดียวกับการกำ เนิดของพวก เมกาคริสต์ต่างๆ โดย เฉพาะกับพวกไคลโนไพรอกซีนและสปิเนล

Thesis Title The Petrochemical Study of Corundum-Bearing Basalts at Bo Phloi District, Kanchanaburi

Name Mrs. Ngarmpis Yaemiyom

Thesis Advisor Assistant Professor Wasant Pongsapich Ph.D.

Department Geology

Academic Year 1981

ABSTRACT

The Tertiary Bo Phloi Basalt crops out in the area of approximately half square kilometer, in the vicinity of Amphoe Bo Phloi, Kanchanaburi province. It overlies quartzite of the Bo Phloi Formation of Silurian-Devonian age. Generally, it is dark, dense, fine-grained and porphyritic. Megacrysts of clinopyroxene, black spinel and sanidine are commonly present. Ultramafic (spinel peridotite/lherzolite) nodules or inclusions with varying sizes from 1 to 6 cm in dimension or sometimes larger, as well as xenoliths of gneissic rock, are frequently observed.

Petrographically, the Bo Phloi Basalt is generally holocrystalline and partly hypocrystalline. The rock is fine-grained, porphyritic and contains two distinctive generations of phenocrysts; microphenocrysts and phenocrysts; and megacrysts of dark greenish to black clinopyroxene, olive-green olivine, sanidine and occasoonally plagioclase. They are set in the fine-grained groundmass of principally acicular and short prismatic calcic augite, lath-like or patches of subhedral

plagioclase of andesine composition, olivine, sanidine, anorthoclase, analcime, opaque mineral presumably magnetite and chilled glass.

Chemically, the Bo-Phloi Basalt is strongly to mildly alkaline, high contents of K_2O but relatively low in total iron. The K_2O/Na_2O ratios are bounded in between 1/3-1, and predominantly greater than 1/2. It contains normative olivine and nepheline with the absence of hypersthene norm. Normative plagioclase composition is andesine (An ≈ 35). Chemically, the Bo-Phloi Basalt is nepheline hawaiite with slightly K-rich. Variation diagrams of oxides against SiO_2, Solidification Index, and MgO and also the plots of MgO against $FeO + Fe_2O_3$ and AFM diagram are constructed in order to study the general characteristics of the Bo-Phloi Basalt related to the generalized trends of the Hawaiian and Hebridean alkalic series and the potassic Tristan da Cunha and Gough Island series. Chemical compositions of pyroxene megacrysts in the Bo-Phloi Basalt indicate to be Ca-rich augite to salite, and comprise high value of end-member formulae of Ca-Tschermak molecule (≈ 30%). The average Mg-value of clinopyroxene megacrysts is 84. One chemical analyses of olivine megacrysts indicates the end member formula of olivine is Fo 87.5 : Fa 12.5 and the Mg-Mg-value is 87.5. Plots of oxides against the ratios of $MgO/(FeO+Fe_2O_3 x 0.9)$ of the ultramafic inclusions confirm their lherzolite compositions

The presence of high-pressure origin inclusions i.e., lherzolite in the basalt as well as megacrysts of clinogyroxene, spinel, and sanidine

may establish that the magma has ascended directly and rapidly from depths greater than 30-35 km with minor effect of crystal fractionation. The Mg-value of the Bo Phloi Basalt (average 68.12) indicates the rock is formed from a primary magma. Spinel lherzolite is presumed to be the parental source for magmatic genesis. Physical condition of generation of the Bo Phloi Basalt might be limited to the pressure range of 18-25 kbar and the temperature range of 1340-1475°c.

The origin of corundum, of gem quality, found in the Bo Phloi area is considered to be originated with other megacrysts in the basalt, e.g. clinopyroxene and spinel. The experimental work on the system diopside-forsterite-anorthite at high pressure (Presnall et. al., 1978) shows that the corundum can possibly crystallize from the melt together with diopside and spinel at the pressure somewhere between 15-20 kbar or higher and the temperature around 1450° c.

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is very grateful to Dr. Wasant Pongsapich for his patience and willingness in supervision through the course of this study. Thanks are also due to Dr. Nopadon Muangnoicharoen, Archan Veerote Daorerk, Dr. Payome Aranyakanon and Mr. Pongsak Vichit for their reviews of the manuscript. The author wishes to express her appreciation to the Department of Mineral Resources especially to Mr. Sa-ngob Kaewbaidhoon, the Deputy Director-General for his encouragement and many facilities available from that department. Mr. Surawich Juengphaisal provided valuable aids on the use of atomic absorption spectrophotometer. Mrs.Pranee Choosri provided invaluable assistance in the pyroxene chemical analyses and also some check on the bulk rock chemical analyses. Dr. D.R. Shawe, Mr. R.J. Hite, and Mrs.Supaporn Pisuttha-arnond provided assistances in most of the references used for this study. Mr.Pipop Wasuvanich and Mr.Thanawut Sirinawin provided valuable discussions and references. Mr.Vorawut Tantivanich and Mr.Sukit Tantipisit provided assistance in computerizing the normative compositions of the bulk rock.

The writer wishes to thank Ms.Prakongsri Tiamnopamas for typing the first draft manuscript and to Ms.Wanida Phadungiam for the final draft manuscript.

The author wishes to express her deep gratitude to Mr.Sudham Yaemniyom for long hours of assistance in drafting all of the diagrams illustrate in this thesis, in the field work and especially for his heartily encouragement.

Financial assistance was partly provided by Chulalongkorn-Amoco Fund from the Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	vi
ACKNOWLEDGEMENTS	ix
CHAPTER I INTRODUCTION	1
Location and Accessibility	1
Physiographic Description	3
Geologic Setting	4
Previous Works	6
Purpose and Method of Investigation	7
CHAPTER II PETROGRAPHY	10
CHAPTER III GEOCHEMISTRY	30
Treatment of Analytical Data	30
Bo Phloi Basalt	31
Megacrysts	52
Ultramafic Nodules	63
CHAPTER IV PETROGENESIS	67
CHAPTER V ORIGIN OF CORUNDUM	77
REFERENCES	82
APPENDICES	96
VITA	100

LIST OF FIGURES

		Page
Figure 1	Location map of the Bo-Phloi Basalt, Kanchanaburi province	2
Figure 2	Geologic map of Bo-Phloi area, Kanchanaburi province	5
Figure 3	Sample location map of the Bo-Phloi Basalt, Kanchanaburi province	9
Figure 4	General appearance of the Bo-Phloi Basalt	11
Figure 5	General appearances of peridotite nodule (a) and xenolith of gneissic rock (b) embedded in the Bo-Phloi Basalt	12
Figure 6	Photomicrographs of the Bo-Phloi Basalt showing general apeearances of porphyritic texture (a) and coarser phenocrysts and inclusions (b)	13
Figure 7	Photomicrographs of clinopyroxene phenocrysts showing sieve-texture and resorbed rims with zeolite filling cavities in the groundmass (a) and diabase inclusions (b)	16
Figure 8	Photomicrograph of glomeroporphyritic texture of clinopyroxene and olivine.	17
Figure 9	Clinopyroxene megacrysts showing conchoidal fracture and corroded surface.	19

		Page
Figure 10	Photomicrograph of olivine phenocryst showing skeletal texture and accompanied by diabasic inclusion	20
Figure 11	Photomicrograph of olivine microphenocrysts with reddish brown iddingsite pseudomorphed along resorbed rims.	21
Figure 12	Photomicrograph of glomeroporphyritic anhedral olivine microphenocrysts	22
Figure 13	Photomicrographs of clear and well-shaped sanidine microphenocrysts (a) and clouded sanidine phenocryst (b)	24
Figure 14	A glassy, water-clear sanidine megacryst	25
Figure 15	Spinel megacrysts from decomposed Bo Phloi Basalt	26
Figure 16	Photomicrograph of spinel-lherzolite inclusion	28
Figure 17	Photomicrographs of diabasic inclusions	29
Figure 18	Silica variation diagram for the Bo Phloi Basalt	41
Figure 19	Solidification index (SI) diagram for the Bo Phloi Basalt.	42
Figure 20	MgO variation diagram demonstrating the extent of olivine control in the differentiation of the Bo Phloi Basalt .	43
Figure 21	AFM diagram for the Bo Phloi Basalt	44
Figure 22	MgO and FeO + Fe_2O_3 (wt%) plot of the Bo Phloi Basalt correlated to the generalized trends of the Hebridean alkalic, Hawaiian alkalic, Gough Island and Tristan da Cunha series	45

		Page
Figure 23	Correlation of K_2O and Na_2O diagram for the Bo-Phloi Basalt	46
Figure 24	Alkalies-silica diagram for the Bo-Phloi Basalt.	48
Figure 25	An-Ab-Or projections for the Bo-Phloi Basalt.	49
Figure 26	Plot of normative color index versus normative plagioclase composition for the Bo-Phloi Basalt	50
Figure 27	Correlation of differentiation index and normative plagioclase composition for the Bo-Phloi Basalt	51
Figure 28	Compositions of pyroxene megacryst from the Bo-Phloi Basalt	59
Figure 29	Plot of atomic proportions of Ti and Al^{iv} against Si for clinopyroxene megacrysts from the Bo-Phloi Basalt	60
Figure 30	Variation in 100 Mg/(Mg+ΣFe) with TiO_2 weight percent of clinopyroxene megacrysts from the Bo-Phloi Basalt	61
Figure 31	Plot of Ab-Or-An (mole %) for a sanidine megacryst from the Bo-Phloi Basalt	62
Figure 32	Weight percent of oxide components of ultramafic nodules in the Bo-Phloi Basalt plotted against MgO/ΣFeO (weight)	65
Figure 33	$K_2O/(Na_2O+K_2O)$ - SiO_2 diagram of peridotite inclusion-bearing basalts from continental, mediterranean and intraoceanic (after Forbes and Kuno, 1967) and the Bo-Phloi Basalt	69

Page

Figure 34 Plot of discriminant functions F_1 and F_2 for samples from the Bo Phloi Basalt 70

Figure 35 Liquidus phase relations on the join $CaMgSi_2O_6$-Mg_2SiO_4-$CaAl_2Si_2O_8$ at 15 and 20 kbar (wt%) 81

LIST OF TABLES

Table 1 Major-element chemical data and CIPW-weight percent norms for the Bo Phloi Basalt 32

Table 2 Average, range and standard deviation of major oxides for the Bo Phloi Basalt 36

Table 3 Chemical parameters 37

Table 4 Chemical analyses of megacrysts from the Bo Phloi Basalt 54

Table 5 Chemical compositions of lherzolite nodules from the Bo Phloi Basalt. 64