

วิทยาแร่และศิลาวรรณของหินสการ์นบริเวณเขาพระงาม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

นาย สุรินทร์ อินทะยศ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-312-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 19.515364

MINERALOGY AND PETROGRAPHY OF SKARN
AT KHAO PHRA NGAM AREA, AMPHOE MUANG, CHANGWAT LOPBURI

Mr. Surin Intayot

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Geology

Department of Geology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-346-312-7

สุรินทร์ อินทะยศ : วิทยาแร่และศิลาวรรณาของหินสการ์นบริเวณเขาพระงามอำเภอเมือง
จังหวัดลพบุรี (MINERALOGY AND PETROGRAPHY OF SKARN AT KHAO PHRA
NGAM AREA, AMPHOE MUANG, CHANGWAT LOPBURI) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. วิสุทธิ์
พิสุทธอนันท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. วสันต์ พงศาพิชญ์, 96 หน้า ISBN 974-346-312-7

พื้นที่เขาพระงาม อยู่บริเวณแนวสัมผัสระหว่างหินไดออไรต์อายุเพอร์เมียน-ไทรแอสสิก กับหินคาร์บอนีต
อายุเพอร์เมียนหมวดหินเขาขาด การแทรกตัวของหินไดออไรต์ทำให้หินท้องที่เกิดการแปรสภาพเปลี่ยนไปเป็นหินมาร์
เป็ด หินไดอออปซิติกมาร์เป็ด หินรีแอคชั่นสการ์นบริเวณรอบๆหินเชิร์ต และลำดับชุดของหินเมตาโซมาติกสการ์น การ
เรียงตัวอย่างเป็นระบบจากหินต้นกำเนิดไปยังหินอัคนีประกอบไปด้วย หินมาร์เป็ด หินไดอออปซิติกมาร์เป็ด หินโวล
ลาสโทไนต์สการ์น หินการ์เนต-โคลโนไพรอกซีนสการ์น หินการ์เนตสการ์น และหินไดออไรต์ปนเปื้อน

การเรียงตัวอย่างเป็นระบบของชุดหินบ่งบอกถึงวิวัฒนาการของการเกิดหินสการ์นซึ่งสามารถแบ่งออกได้
เป็น 3 ช่วง 1. ช่วงเมตามอฟิก หรือช่วงไอโซเคมีคอล เกิดขึ้นในช่วงแรกของการแทรกดันขึ้นมาของหินไดออไรต์มีผล
ทำให้หินปูนเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นหินมาร์เป็ด หินไดอออปซิติกมาร์เป็ด และหินรีแอคชั่นสการ์นรอบๆหินเชิร์ต
ซึ่งเกิดจากขบวนการไปเมตาโซมาติซึ่ม 2. ช่วงเมตาโซมาติกประกอบไปด้วยการเกิดของหินโวลลาสโทไนต์สการ์น
หินการ์เนตโคลโนไพรอกซีนสการ์น หินการ์เนตสการ์นและหินไดออไรต์ปนเปื้อน 3. ช่วงแปรสภาพย้อนกลับ พบได้
ในระหว่างที่อุณหภูมิเริ่มลดลงและส่วนประกอบของของเหลวเปลี่ยนไปจากอิทธิพลของน้ำจากผิวดิน

หินสการ์นที่พบมักพบในลักษณะที่เป็นแนวแคบๆ มีการเปลี่ยนแปลงแบบย้อนกลับน้อยมากและแนวการวาง
ตัวของชั้นหินมักจะขนานกับแนวสัมผัสของหินอัคนี จากลักษณะที่ปรากฏนี้บ่งบอกถึงการเกิดหินสการ์นว่าเกิดใน
ระดับลึกจากผิวโลก หินสการ์นบริเวณเขาพระงามจัดอยู่ในแหล่งแร่แบบแคลสิก ไอออน-คอปเปอร์สการ์นและคาดว่ามิ
การเกิดสัมพันธ์อยู่กับการมุดตัวของเปลือกโลกและแนวภูเขาไฟโค้งงอ

ภาควิชาธรณีวิทยา.....
สาขาวิชาธรณีวิทยา.....
ปีการศึกษา2543.....

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C511423 : MAJOR GEOLOGY

KEY WORDS: MINERALOGY / PETROGRAPHY / SKARN / LOPBURI

SURIN INTAYOT : MINERALOGY AND PETROGRAPHY OF SKARN AT
KHAO PHRA NGAM AREA, AMPHOE MUANG, CAHANGWAT LOPBURI. THESIS
ADVISOR : ASSOC. PROF. VISUT PISUTHA-ARNOND Ph.D., THESIS CO-
ADVISOR : ASSOC. PROF. WASANT PONGSAPICH Ph.D., 96 PP. ISBN 974-346-
312-7

The Khao Phra Ngam area is located at a contact zone between the Permo-Triassic diorite intrusion and Permian carbonate rocks of Khao Khad Formation. The intrusion had thermally metamorphosed the host rock into marble, minor diopsidic marble and reaction skarn rimming chert nodules and subsequent formation of metasomatic skarns. A systematic zonal arrange from the host rock side to igneous rock side are; marble with associated diopsidic marble, wollastonite skarn, garnet-clinopyroxene skarn, garnet skarn and contaminated diorite.

The formation of skarn can be devided into 3 stages; 1) Metamorphic (isochemical) stage was taken place during the early period of diorite intrusion which transformed limestone into marble, diopsidic marble and reaction skarn rimming (bimetasomatism) chert nodules or beds. 2) Metasomatic stage was characterized by the formation of wollastonite skarn, garnet-clinopyroxene skarn, garnet skarn and contaminated diorite. 3) Retrograde alteration stage was probably formed during the declining temperature and composition of fluid was change into a meteoric dominated component. The fact that the prograde skarn were developed as a relative narrow shell and there is only minor development of retrograde alteration, and the bedding in the marble is nearly parallel to intrusive contact. It is likely that these skarn were formed at a relative deep level. The skarn at Khao Phra Ngam can be classified as calcic copper \pm iron skarn deposit and probably related to oceanic subduction and island-arc environment.

DepartmentGeology.....
Field of studyGeology.....
Academic year2000.....

Student's signature *Surin Intayot*
Advisor's signature *Visut Pisutha-arnond*
Co-advisor's signature *As. Pongsapich*

ACKNOWLEDGMENTS



The author wishes to express his sincere gratitude to Associate Professor Dr. Visut Pisutha-arnond and Associate Professor Dr. Wasant Pongsapich for their willingness in supervision thought out this thesis study. The author deeply thanks Mr. Chakkaphan Sutthirat who kindly performed the electron microprobe analysis for this study at the University of Manchester. Thanks are also due to Mr. Virat Karavapithayakul Head of Materials Science Department for his generous helps which make this thesis possible.

The author would like to thank Mr. Thanong Leelawattanasuk, Gems and Jewelry Institute of Thailand (GIT) for the Laser Raman Spectroscopy analysis. The author is greatly indebted to Mr. Sarawuth Thambunya and Mr. Parinya Pholbud for their assistance during the field works. Thanks are also extended to his friends in the Department of Geology, Chulalongkorn University, especially, Mr. San Assavapatchara for their help and encouragement.

Financial support, partly provided by the Graduate School Fund and the Burapha University Fund, was gratefully acknowledged.

CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	v
ACKNOWLEDGEMENT	vi
CONTENTS	vii.
LIST OF FIGURES	ix
LIST OF TABLES	xv
CHAPTER I INTRODUCTION	1
1.1 Previous works	2
1.2 Purpose of study	3
1.3 The location and accessibility of the study area	4
1.4 Climate and Vegetation	4
1.5 Physiography	7
1.6 Method of Investigation	7
CHAPTER II REGIONAL GEOLOGY	10
2.1 Nong Pong Formation	10
2.2 Pang Asok Formation	12
2.3 Khao Khad Formation	12
2.4 Quaternary Deposits	13
2.4.1 Terrace Deposits	13
2.4.2 Alluvial Deposits	13
2.5 Igneous rocks	13
2.5.1 Phra Ngam diorite	14
2.5.2 Soi Woi intrusives	14
2.5.3 Khao Yai Volcanics	16
2.5.4 Huai Som Volcanics	17

CONTENTS (continue)

		Page
CHAPTER III	GEOLOGY OF THE STUDY AREA	18
	3.1 Diorite unit	18
	3.2 Granodiorite unit	28
	3.3 Andesite unit	38
	3.4 Marble unit	43
	3.4.1 Marble	46
	3.4.2 Diopsidic Marble	46
	3.4.3 Chert with Reaction Skarn	49
	3.5 Skarn unit	52
	3.5.1 Wollastonite skarn	52
	3.5.2 Garnet-clinopyroxene skarn	55
	3.5.3 Garnet skarn	61
	3.5.4 Contaminated Diorite	74
	3.5.5 Retrograde alteration	78
	3.6 Copper mineralization	82
CHAPTER IV	DISCUSSION AND INTERPRETATION	87
CHAPTER V	CONCLUSION	91
REFERENCES	93
BIOGRAPHY	96

LIST OF FIGURES

Figure	Page	
1.1	Index map of Thailand showing locality of the study area in Changwat Lopburi, Central Thailand.	5
1.2	Topographic map showing the location and accessibility of study area.	6
1.3	Flow chart summarized the method of study.	8
2.1	Regional geological map covering the Khao Phra Ngam area (After Hintong et al., 1981)	11
3.1	Geological map of the Khao Phra Ngam area, Amphoe Muang, Changwat Lopburi (Modified after Yavichai, 1992)	20
3.2	An exposure of diorite contact with skarn at Wat Khao Phra Ngam (looking North).	21
3.3	An exposure of diorite showing network of quartz veins and granodiorite dikes crosscutting.	21
3.4	A specimen of diorite containing dark hornblende and white feldspar.	22
3.5	Photomicrograph of medium-grained diorite showing yellowish green to olive green pleochroic hornblende (B6). Large hornblende crystal shows poikilitic texture contain feldspar and opaque minerals. (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	23
3.6	Photomicrograph of medium-grained diorite showing pyroxene (F4) altered to hornblende (G5) (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	27
3.7	Photomicrograph of fine to medium-grained diorite showing anhedral K-feldspar (D8), subhedral plagioclase (I11), Subhedral hornblende (D10) and euhedral sphene (G10) (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	29

Figure	Page
3.8 Diorite (solid circle) and granodiorite (triangle) plotted on QPK diagram. The classification is base on modal mineral composition (After Streckeisen, 1979).	30
3.9 Outcrop of granodiorite stock crosscutting marble and skarn at Wat Khao Chong Rom.	31
3.10 Outcrop of granodiorite (Gd) dike crosscutting diorite at Wat Khao Phra Ngam.	31
3.11 An exposure of granodiorite showing diorite xenolith at Wat Khao Chong Rom.	32
3.12 An exposure of granodiorite showing diorite xenolith at Wat Khao Phra Ngam.	32
3.13 A specimen of granodiorite containing dark hornblende, quartz and feldspar.	34
3.14 Photomicrograph of medium-grain granodiorite showing brown and green pleochroic hornblende (C6), K-feldspar (F3), plagioclase (A10), quartz (F4) and sphene (E4) (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	37
3.15 An exposure of andesite in contact with diorite at Wat Thung Singto.	40
3.16 A close-up view of contact zone.	40
3.17 A specimen of andesite containing dark green clinopyroxene and feldspar.	41
3.18 Photomicrograph of andesite showing plagioclase phenocryst (F7) in the groundmass of microcrystalline plagioclase and clinopyroxene (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	42
3.19 An exposure of marble interbedded with chert lense or nodules. The chert lense are rimed by a white zone composed mainly of wollastonite.	44

Figure	Page
3.20 An exposure of thin-bedded marble with elongated shape of nodular chert.	44
3.21 An exposure of white and dark gray marbles.	45
3.22 A close up view of marble showing coarse grained calcite.	45
3.23 A specimen of marble containing coarse-grained calcite and graphite.	47
3.24 Photomicrograph of marble showing interlocking grains of subhedral calcite (G9), dolomite (E3) and graphite (E10) along grain boundaries (cross nicols).	47
3.25 A specimen of diopsidic marble containing coarse-grained calcite, dolomite and diopside.	48
3.26 Photomicrograph of marble showing interlocking grains of subhedral calcite (E3), dolomite (C7) with minute grains of diopside (C1) and tremolite (D4) (cross nicols).	48
3.27 An exposure of chert nodule showing a partial replaced by wollastonite.	50
3.28 Photomicrograph of chert showing circular to elliptical area of crypto-microcrystalline quartz (cross nicols).	50
3.29 Illustration of metamorphic equilibria for selected reactions in the system Ca-Mg-Al-Si-H ₂ O-CO ₂ (Based on Winkler, 1965; Metz and Winkler, 1963, 1964; Metz and Trommsdorff, 1968, Greenwood, 1967 and Kerrick, 1974).	51
3.30 A zonal arrangement of diorite, garnet skarn and wollastonite skarn at Wat Khao Chong Rom.	53
3.31 A zonal arrangement of diorite, contaminated diorite, garnet skarn, garnet-clinopyroxene skarn, wollastonite skarn and marble at Wat Thung Singto.	53

Figure	Page
3.32 A specimen of wollastonite skarn containing coarse fibrous wollastonite (white) and coarse-grained garnet (brown).	54
3.33 Photomicrograph of wollastonite skarn showing wollastonite (D9) intimately intergrown with clinopyroxene (D11). (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	56
3.34 Photomicrograph of wollastonite skarn showing garnet (C5) replaced wollastonite (D4) and calcite (F6) filling interstitially. (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	57
3.35 Electron microprobe composition of pyroxene from the Khao Phra Ngam area (in mole percent).	59
3.36 An exposure of garnet-clinopyroxene skarn showing a gradation contact with wollastonite skarn.	60
3.37 A specimen of garnet-clinopyroxene skarn containing medium-grained garnet (brown) and clinopyroxene (green).	60
3.38 Photomicrograph of garnet-clinopyroxene skarn showing garnet (G6) intimately intergrown with diopside (E11) and replacing wollastonite (E8) (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	62
3.39 Electron microprobe compositions of clinopyroxene from the Khao Phra Ngam area (in mole percent).	64
3.40 A specimen of garnet skarn containing reddish brown, fine to medium-grained type I garnet in contact with contaminated diorite.	66
3.41 A specimen of garnet skarn containing yellowish green, medium to coarse-grained type II garnet with quartz filling in cavities.	66
3.42 Photomicrograph of garnet skarn showing anisotropic type II garnet (D3) overgrown on the isotropic type I garnet (C10) (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	67

Figure	Page	
3.43	Electron microprobe composition of type I garnet (triangle) and type II garnet (circle) from the Khao Phra Ngam area (in mole percent)	70
3.44	Photomicrograph of garnet skarn showing zonal structure which display a slight composition variation (the numbers, indicate the position of electron microprobe analysis in Table 3.10, upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	72
3.45	A single crystal of large euhedral garnet showing the characteristically color zones.	73
3.46	An exposure of contaminated diorite in contact with garnet skarn.	77
3.47	A specimen of contaminated diorite containing medium-grained hornblende, clinopyroxene, plagioclase feldspar and fine-grained quartz veinlets.	77
3.48	Photomicrograph of contaminated diorite showing subhedral plagioclase (E7), subhedral clinopyroxene (E4), anhedral garnet (D6) and anhedral quartz (F1) (upper photo: plane polarized light, lower photo: crossed nicoles)	79
3.49	Photomicrograph of garnet skarn showing zonal structure of garnet partially replaced by epidote (E7)(upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	80
3.50	An exposure of retrograde wollastonite skarn containing wollastonite, epidote and quartz.	81
3.51	Photomicrograph of garnet-clinopyroxene skarn showing partially replacement of clinopyroxene (G8) by tremolite/actinolite (F5) around grain boundaries (upper photo: plane-polarized light, lower photo: crossed nicols).	84

Figure		Page
3.52	An exposure of retrograde wollastonite skarn showing quartz replaced wollastonite (upper) and close-up view (lower).	85
3.53	An exposure of garnet skarn showing malachite and azurite filling along fracture and coating on the surface.	86
3.54	Photomicrograph of wollastonite skarn showing an intergrown of chalcopyrite (yellow), bornite (pinkish) and covellite along fracture.	86

LIST OF TABLES

Figure		Page
3.1	Point count analysis the mineral constituents of diorite from Khao Phra Ngam area.	24
3.2	Electron Microprobe Analyses of plagioclase in diorite from Khao Phra Ngam area.	25
3.3	Electron Microprobe Analyses of clinopyroxene in diorite from Khao Phra Ngam area.	26
3.4	Point count analysis the mineral constituents of granodiorite from Khao Phra Ngam area.	35
3.5	Electron Microprobe Analyses of plagioclase in granodiorite from Khao Phra Ngam area.	36
3.6	Electron Microprobe Analyses of clinopyroxene in granodiorite from Khao Phra Ngam area.	39
3.7	Electron Microprobe Analyses of pyroxenoid in skarn from Khao Phra Ngam area.	58
3.8	Electron Microprobe Analyses of clinopyroxene in skarn from Khao Phra Ngam area.	63
3.9	Electron Microprobe Analyses of type I garnet in skarn from Khao Phra Ngam area.	68
3.10	Electron Microprobe Analyses of type II garnet in skarn from Khao Phra Ngam area.	69
3.11	Electron Microprobe Analyses of Zoning Garnet.	71
3.12	Chemical Composition of Garnet (as determined by electron microprobe).	75
3.13	Chemical Composition of Clinopyroxene (as determined by electron microprobe).	76