

การลำดับชั้นหินตามลักษณะหินและการตกตะกอนของชั้นหินของหมวดหินเขาขาด
ในพื้นที่เขาจัน บ้านสะพานหิน อำเภอมหากเหล็ก จังหวัดสระบุรี

นาย สราวุธ ธรรมบุญญา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-472-6

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LITHOSTRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY OF THE KHAO KHAD
FORMATION IN THE VICINITY OF KHAO CHAN, BAN SAPHANHIN,
AMPHOE MUAKEK, CHANGWAT SARABURI

Mr. Sarawuth Thambunya

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 1999

ISBN 974-333-472-6

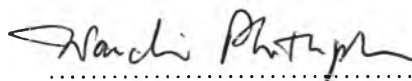
Thesis Title Lithostratigraphy and sedimentology of the Khao Khad
Formation in the vicinity of Khao Chan, Ban Saphanhin,
Amphoe Muak Lek, Changwat Saraburi

By Mr. Sarawuth Thambunya


Department Geology


Thesis Adviser Associate Professor Chaiyudh Khantaparb, Ph.D.


Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

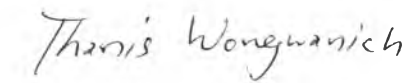

..... Dean of Faculty of Science
(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)

Thesis Committee


..... Chairman
(Assistant Professor Somchai Nakapadungrat, Ph.D.)


..... Thesis Adviser
(Associate Professor Chaiyudh Khantaparb, Ph.D.)


..... Member
(Phisit Dheeradilok, M.S.)


..... Member
(Thanis Wongwanich, Ph.D.)

สรารุช ธรรมบุญญา : การลำดับชั้นหินตามลักษณะหินและการตกตะกอนของชั้นหิน
ของหมวดหินเขาขาด ในพื้นที่เขาจัน บ้านสะพานหิน อำเภอววกเหล็ก จังหวัดสระบุรี
อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ชัยยุทธ ชันทรปราบ ; 153 หน้า. ISBN 974-333-472-6.

หมวดหินเขาขาดของกลุ่มหินสระบุรี ในพื้นที่เขาจัน ประกอบด้วยลำดับชั้นของหินปูน หิน
โคลไมต์ หินปูนเนื้อโคลไมติก และหินดินดานปนหินทรายแป้ง มีชั้นและกระเปาะของหินเชิร์ตแทรก
ปน ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการตรวจวัดชั้นหิน และศึกษาลักษณะเฉพาะของลำดับชั้นตะกอน ทั้งหมด
11 แนว รวมระยะทาง 8,603 เมตร พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างหิน จำนวน 269 ตัวอย่าง โดยเลือกเก็บตัวอย่าง
หินเมื่อพบความเปลี่ยนแปลงของชนิดหิน แล้วนำไปตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อจำแนกลักษณะ
เฉพาะของเนื้อหิน และตั้งชื่อหิน การจำแนกลักษณะปรากฏทางกายภาพของลำดับชั้นตะกอนทำโดยใช้
ลักษณะเฉพาะทางกายภาพ และโครงสร้างของชั้นตะกอน ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะปรากฏทางกายภาพ
ของลำดับชั้นตะกอนออกได้เป็น 9 แบบ บ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมในการสะสมตัวของตะกอนบริเวณ
ทะเลตื้นหลังสันดอน บริเวณสันดอน และบริเวณทะเลเปิดด้านหน้าสันดอน ในช่วงเวลาที่ทะเลสงบ
สลับช่วงเวลาที่ทะเลมีพายุ จากการศึกษาสามารถแบ่งลำดับชั้นตะกอนของหมวดหินเขาขาดของกลุ่มหิน
สระบุรี ในพื้นที่เขาจัน ออกเป็นหน่วยหินย่อยตามลักษณะเฉพาะทางกายภาพ และสภาพแวดล้อมในการ
สะสมตัวของตะกอนได้จำนวน 7 หน่วยหิน โดยเรียงลำดับจากล่างขึ้นบนดังนี้ 1) หน่วยหินKC1 หินปูน
สีเทาเข้ม ชั้นบางถึงชั้นหนา ประกอบด้วยสแปรสไบโอไมโครต์ และแอลกอลสไบโอไมโครต์ มีกระเปาะ
ของหินเชิร์ตแทรกปน ความหนาแน่น 251 ถึง 294 เมตร 2) หน่วยหินKC2 หินปูน สีเทาอ่อนถึงเทาเข้ม
ชั้นหนาปานกลาง ประกอบด้วยซอร์เทคไบโอสแปรไรท์ ไครนอยคอลลไบโอสแปรไรท์ และอัน
ซอร์เทคไบโอสแปรไรท์ มีกระเปาะของหินเชิร์ต และชั้นหินปูนเนื้อโคลไมติกแทรกปน ความหนา
แน่น 181 ถึง 446 เมตร 3) หน่วยหินKC3 หินปูน สีเทาถึงเทาเข้ม ชั้นบาง ในชั้นหินมีการัดขนาดของ
ตะกอน ตะกอนขนาดใหญ่อยู่ด้านล่างและตะกอนขนาดเล็กอยู่ด้านบน ประกอบด้วยพัวร์ลิวอร์ชอินทรา
สแปรไรต์ พัวร์ลิวอร์ชไบโอสแปรไรท์ แพคไบโอไมโครต์ และฟอร์สซิธิเฟอร์ธมิโครต์ มีชั้นบางๆ
ของหินดินดานปนหินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดงแทรกสลับระหว่างชั้นหินปูน ความหนาแน่น 20 ถึง 181
เมตร 4) หน่วยหินKC4 หินปูน สีเทาอ่อนถึงเทาแกมชมพู และเทาเข้ม ชั้นหนาปานกลางถึงหนามาก ประ
กอบด้วยพัวร์ลิวอร์ชไบโอสแปรไรท์ และอันซอร์เทคไบโอสแปรไรท์ ความหนาแน่น 25 ถึง 122 เมตร
5) หน่วยหินKC5 หินปูน สีเทาเข้ม ชั้นบางและชั้นหนา ประกอบด้วยแพคอินทราไมโครต์ และไบโอไม
โครต์ มีกระเปาะของหินเชิร์ต และหินปูนเนื้อโคลไมติกแทรกปน มีชั้นบางๆของหินดินดานปนหินทราย
แป้ง สีน้ำตาลแดงแทรกสลับระหว่างชั้นหินปูน ความหนาแน่น 267 ถึง 273 เมตร 6) หน่วยหินKC6 หิน
ปูน สีเทาถึงเทาเข้ม ชั้นบาง ประกอบด้วยพัวร์ลิวอร์ชไบโอสแปรไรท์ อินทราไมโครต์ อินทราไมโครต์
แพคไบโอไมโครต์ และมิโครต์ ปนกับชั้นบางๆของหินดินดานปนหินทรายแป้ง และหินทรายปนหิน
ทรายแป้ง สีน้ำตาลเหลืองและน้ำตาลแดง ความหนาแน่น 300 ถึง 448 เมตร 7) หน่วยหินKC7 หินปูน สี
เทาถึงเทาเข้ม ชั้นบางถึงชั้นหนา ประกอบด้วยพัวร์ลิวอร์ชไบโอสแปรไรท์ และแพคไบโอไมโครต์ ชั้นหิน
หนา 300 ถึง 365 เมตร ความหนาของทุกหน่วยหินทางด้านทิศตะวันออกจะน้อยกว่าทางด้านทิศตะวันตก
การลำดับชั้นหินตามลักษณะหินของหมวดหินเขาขาดในพื้นที่เขาจันสามารถเทียบเคียงได้กับการลำดับชั้น
หินตามลักษณะหินของหมวดหินเขาขาดที่บริเวณชั้นหินต้นแบบ โดยใช้ลักษณะเฉพาะทางกายภาพของ
แต่ละหน่วยหินที่คล้ายกันแต่มีความหนาแตกต่างกัน การลำดับชั้นตะกอนของทั้งสองบริเวณค่อนข้าง
คล้ายกันมากในตอนล่างและตอนกลาง ส่วนตอนบนหน่วยหินKC7 ไม่ปรากฏที่บริเวณชั้นหินต้นแบบ

ภาควิชา.....ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่อนิสิต.....สรารุช ธรรมบุญญา.....
สาขาวิชา...ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา...2542.....

SARAWUTH THAMBUNYA : LITHOSTRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY OF THE KHAO KHAD FORMATION IN THE VICINITY OF KHAO CHAN, BAN SAPHANHIN, AMPHOE MUAK LEK, CHANGWAT SARABURI. THESIS ADVISER : ASSOC. PROF. CHAIYUDH KHANTAPRAB, Ph.D. 153 pp. ISBN 974-333-472-6.

The Khao Khad Formation of Saraburi Group in the vicinity of Khao Chan area is repetitive sequence of limestone, dolomitic limestone, and silt-shale with nodular and banded cherts. Eleven measured rock sections, totally 8,603 metres long, are conducted to determine the lithological characteristics of sedimentary sequences. Altogether 269 rock samples, stratified sampling type, are obtained from all measure sections to examine the petrographical characteristics in order to supplement the rock identification. The lithofacies analysis of the sedimentary sequence is undertaken on the basis of lithological characteristics and sedimentary structures. Nine lithofacies can be distinguished from the sedimentary sequence indicating the depositional environments of shallow restricted marine, barrier bar, and foreslope with some alternating of calm and storm conditions. There are seven members subdivided on the basis of lithological characteristics and depositional environments in ascending order as follows: 1) KC1 member is characterised by dark grey, thin- to medium-bedded, sparse biomicrite, algal biomicrite, and packed biomicrudite with some dark grey chert nodule, 251 to 294 metres thick; 2) KC2 member is characterised by light grey to dark grey, medium-bedded sorted biosparite, crinoidal biosparite, and unsorted biosparudite with some dark grey chert nodule and slightly dolomitic, 181 to 446 metres thick; 3) KC3 member is characterised by grey to dark grey, thin-bedded, graded bedding poorly-washed intrasparudite, poorly-washed biosparite, packed biomicrite, and fossiliferous micrite with abundant reddish brown, thinly-laminated to thin-bedded silt-shale between limestone beds, 20 to 81 metres thick; 4) KC4 member is characterised by light grey to pinkish grey, and dark grey, medium- to thick-bedded, poorly-washed biosparite and unsorted biosparite, 25 to 122 metres thick; 5) KC5 member is characterised by dark grey, thin- and thick-bedded, packed intramicrite and biomicrite with some elongated chert nodules, dolomite patches, and laminated silt-shale, 267 to 273 metres thick; 6) KC6 member is characterised by grey to dark grey, thin-bedded, poorly-washed biosparite, intramicrudite, intramicrite, packed biomicrite, and micrite, associated with yellowish brown to reddish brown, thin-bedded, silt-shale, and silty sand, 300 to 448 metres thick; 7) KC7 member is characterised by grey to dark grey, thin to thick-bedded, cross-lamination in the lower part, poorly-washed biosparite, and packed biomicrite, 300 to 365 metres. All members have the tendency to be thinning eastwardly. The lithostratigraphy of Khao Khad Formation at Khao Chan area can be correlated with the Khao Khad Formation at the type location using several similarities of lithological characteristics of each member with difference in thickness. The sedimentary sequences of both locations are quite similar in the lower and middle parts. However, the KC7 member is absent in the upper part of the type location.

ภาควิชา.....ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่อนิสิต.....*ศิวราช ชรรณบุญญา*.....
สาขาวิชา.....ธรณีวิทยา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*ศิวราช*.....
ปีการศึกษา...2542.....

ACKNOWLEDGEMENTS



The author would like to express his deep appreciation his thesis adviser, Associate Professor Dr. Chaiyudh Khantaprab for his invaluable advice, suggestion, and critical reading of the manuscript. Grateful acknowledgements is extended TPI Polene Public Company Limited, especially Mr.Montri Kriengwatana, Senior Executive Vice President, Mr.Kamol Thavornsate, Quarry Department Manager, and Mr.Sermsak Tiyaphan, Geology Section Manager, for the generous permission granted to him to undertake this study.

The author is highly indebted to his colleagues in Geology Section, TPI Polene Public Company Limited, for their assistance and supports during the field investigation. Special recognition and thanks are also due to Mr.Phisit Dheeradilok, the Inspectors-General of the Ministry of Industry, and Mr.Lertsin Raksaskulwong, Senior Geologist, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, for their suggestion and encouragement.

Assistant Professor Dr. Malai Liengjareern, Ms.Tatiya Chaibun, and Ms.Titima Charoentitirat are gratefully acknowledged for some fossils identification. Thanks are also extended to his friends in the Department of Geology, Chulalongkorn University, especially, Mr.San Assavapatchara for their help and encouragement.

This thesis could not have been accomplished without the help and encouragement of the author's parents. Last but not least, the author wishes to dedicate this thesis to Ms.Supaporn Chaiwan, whose life and work are an abiding inspiration to the author and has not an opportunity to witness this success.

CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	v
ACKNOWLEDGEMENTS	vi
CONTENTS	vii
LIST OF TABLES	ix
LIST OF FIGURES	x
CHAPTER I INTRODUCTION	1
1.1 The study area	3
1.2 Objective of study	5
1.3 Methodology and scope of works	5
1.4 Previous works	9
CHAPTER II REGIONAL GEOLOGY	11
2.1 Geomorphology	11
2.2 Stratigraphy and distribution of rock types	13
2.2.1 Saraburi Group	17
2.2.2 Khorat Group	20
2.2.3 The Cenozoic deposits	23
2.2.4 Igneous rocks	24
2.3 Geological structures	29
2.4 The geological evolution	30
CHAPTER III LITHOSTRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY	35
3.1 Geology of the Khao Chan area	35
3.1.1 Stratigraphy	35
3.1.2 Geological structures	38
3.1.3 Igneous rocks	40
3.2 Lithofacies of Khao Chan area	40

CONTENTS (continue)		Page
	3.3 Facies analysis	78
	3.4 Reconstruction of depositional environment	86
	3.5 Proposed lithostratigraphy of Khao Chan area	89
	3.6 Comparison of the Khao Khad Formation at the type locality with that of the Khao Chan area.....	95
CHAPTER IV	CHERT AND CHERTIFICATION	100
	4.1 Chert in sedimentary sequences at Khao Chan area	101
	4.2 Detailed characteristics of cherts	115
	4.3 Chertification	118
	4.3.1 Origin of nodular chert	124
	4.3.2 Origin of banded chert	125
	4.3.3 Conclusion	125
CHAPTER V	DOLOMITE AND DOLOMITISATION	129
	5.1 Dolomite in sedimentary sequences at Khao Chan area ...	129
	5.2 Dolomitisation	132
	5.3 Dolomitisation and chertification	136
CHAPTER VI	CONCLUSION	140
REFERENCES	145
BIOGRAPHY	157

LIST OF TABLES

Table	Page
1.1 The record of production and values of limestone, shale, and marble for four main industries	2
2.1 Stratigraphic classification and nomenclature of Changwat Saraburi and neighbouring area	16
3.1 The lithofacies characteristics and depositional environment	87
3.2 The proposed stratigraphy of Khao Khad Formation at Khao Chan area	96
4.1 Average silica concentration in some natural water	122

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1.1 Topographic map of the study area and its vicinity	4
1.2 Topographic map of the study area	6
1.3 Location of the study area and its vicinity illustrating the net work of the national and provincial highways	7
2.1 Hypsographic map of Changwat Saraburi and neighbouring area	12
2.2 The drainage pattern map of Changwat Saraburi and neighbouring area.	14
2.3 Geological map of Changwat Saraburi and neighbouring area	15
2.4 Map of fold axes in Changwat Saraburi and neighbouring area	32
2.5 Lineament map of Changwat Saraburi and neighbouring area	33
2.6 Schematic diagram of plate tectonic model of Thailand during Middle Carboniferous to Cretaceous	34
3.1 Topographic map of Khao Chan area	36
3.2 Geologic map of Khao Chan area	37
3.3 Geological structure map of Khao Chan area	39
3.4 Major broad anticline in the central part of the study area, looking westwardly	41
3.5 The parasitic fold, chevron shape, associates with the major broad anticline	41
3.6 The parasitic closed fold, plunging hinge line with incline axial plane, associates with major broad anticline	42
3.7 The limestone quarry illustrating the strongly disturbed zone of the lithofacies VII	42
3.8 The distribution pattern and contour diagram of attitude of bedding	43

Figure	Page
3.9 The limestone quarry illustrating the minor reverse fault with small displacement of approximately 20 metres	44
3.10 Stratigraphic column of sedimentary sequence of Muak Lek /Tab Kwang area, conducted by Borax and Steward (1966)	46
3.11 Stratigraphic column of the type section of Khao Khad Formation, proposed by Hinthong (1985)	47
3.12 The location of eleven measured sections in the Khao Chan area	49
3.13 Sedimentary sequence of eleven measured sections in the Khao Chan area	50
3.14 The representative sedimentary sequence of composit section of Khao Khad Formation in the Khao Chan area	51
3.15 The thin- to medium-bedded, dark grey calcilitite with dark grey chert nodules of the lower part of lithofacies I	52
3.16 The rock slab of greenish grey to dark grey calcilitite of lithofacies I showing the shell fragments with sparse foraminiferal tests	52
3.17 The photomicrograph of sparse biomicrite of the lithofacies I showing sparse organic skeletons embedded in micrite	54
3.18 The photomicrograph of the algal biomicrite of the lower part of the lithofacies I with sharp boundary of fine-grained quartz chert	54
3.19 The exposure of the encrinite, lithofacies II, showing medium- to thick-bedded	56
3.20 The rock slab of the encrinite, lithofacies II, showing poorly sorted crinoidal fragments	56
3.21 The photomicrograph of crinoidal biosparite of the lithofacies II showing sparry calcite cement of the crinoid ossicles, fragments of bryozoa and other skeletal remains with sparse dolomite rhombs	57

Figure	Page
3.22 The photomicrograph of crinoidal biosparite of the lithofacies II showing fragments of bryozoa and other skeletal remains cemented by sparry calcite	57
3.23 The exposure of fine calcirudite with chert nodules of lithofacies III showing the elongated shape of nodular chert	58
3.24 The photomicrograph of sorted biosparite of the lithofacies III showing closely packed of carbonate allochems which cemented by sparry calcite with some micrite infilled between carbonate grains	60
3.25 The outcrop of medium-bedded calcarenite interbedded with medium-bedded calcirudite with thin-bedded dolomitic calcarenite of the lithofacies IV	60
3.26 The photomicrograph of poorly-washed biosparite of the lithofacies IV.	62
3.27 The rock slab of calcarenite of the lithofacies IV showing the light grey, thin-bedded dolomitic calcarenite, in the middle, between fine calcirudite and calcarenite	62
3.28 The photomicrograph of dolomitic calcarenite of the lithofacies IV showing the dolomite rhombs cut across the foraminiferal test.	63
3.29 The exposure of thin-bedded, grey to dark grey of a series of graded bedding calcarenite to calcilutite with banded chert and thinly-laminated to thin-bedded, reddish brown, fissile silt-shale between limestone beds of the lithofacies V.	63
3.30 The exposure of very thick-bedded calcirudite, 13 metres thick, between a series of graded bedding of thin-bedded calcarenite to calcilutite, in the middle part of the lithofacies V	64

Figure	Page
3.31 The exposure of calcirudite in the middle part of the lithofacies V showing the abundance of intraclasts with the size varies from millimetres to decimetres	66
3.32 The photomicrograph of poorly-washed biosparite of the lithofacies V showing moderately sorted of calcareous skeletons	66
3.33 The photomicrograph of packed biomicrite of the lithofacies V	67
3.34 The photomicrograph of fossiliferous micrite in the lower part of picture, and microcrystalline chert in the middle and upper parts of picture, of the lithofacies V	69
3.35 The exposure of medium- to thick-bedded, pinkish grey calcarenite of the lithofacies VI contact with thin-bedded, graded-bedding calcarenite of the lithofacies V	69
3.36 The rock slab of light grey, moderately sorted, slightly metamorphosed calcarenite of the lithofacies VI	70
3.37 The photomicrograph of unsorted biosparite of the lithofacies VI showing the skeletal fragments cemented by sparry calcite	70
3.38 The exposure of thin- to medium-bedded, dark grey, calcarenite of the lithofacies VII showing strongly folding	72
3.39 The exposure of medium-bedded, dark grey calcarenite of the lithofacies VII showing elongate chert nodules and dolomitic limestone patches embedded in limestone beds	72
3.40 The photomicrograph of packed intramicarenite of the lithofacies VII showing more than 50 per cent of sand size intraclasts with fine-grained carbonate matrix	73
3.41 The photomicrograph of biomicrite and microcrystalline chert of the lithofacies VII showing some detrital quartz scatter between contact zone	73

Figure	Page
3.42 The outcrop of thin-bedded, dark grey mixed calcarenite and sandy calcarenite of the lithofacies VIII	75
3.43 The rock slab of calcirudite of the uppermost part of the lithofacies VIII showing abundant intraclasts packed with foraminiferal tests and crinoidal fragments	75
3.44 The photomicrograph of intramicrite of the lithofacies VIII showing abundant detrital quartzs and intraclasts	76
3.45 The photomicrograph of intramicrite of the lithofacies VIII showing abundant intraclasts with some spot of microcrystalline chert embedded in fine-grained matrix	76
3.46 The photomicrograph of micrite of the lithofacies VIII showing the lack of allochems	77
3.47 The photomicrograph of porcelanite of the lithofacies VIII showing abundant sponge spicules with impurity of fine-grained brownish colour	77
3.48 The exposure of grey calcarenite of the lithofacies IX showing inclusion of dark grey calcilutite indicating reverse movement of microfault	79
3.49 The photomicrograph of packed biomicrite of the lithofacies IX showing unidentified skeletal fragments packed with fine-grained matrix	79
3.50 The characteristics of depositional environment and the facies analysis of the present study	88
3.51 The Photomicrograph of index fossil of <i>Robustoschwagerina sp.</i> , indicating the Asselian age of Lower Permian	90

Figure	Page
3.52 The schematic block diagram representing the depositional model of the Khad Formation at Khao Chan Area	91
3.53 The conceptual diagramme illustrating the basis of proposed lithostratigraphy.....	93
3.54 The geological map of Khao Chan area illustrating the areal distribution of different lithostratigraphic units	97
3.55 The correlation chart of the Khao Khad Formation at the type locality and at the Khao Chan area.....	99
4.1 The flattened elongate nodular cherts in the lower part of lithofacies I scatter in thin- to medium-bedded, dark grey calcilutite	103
4.2 The irregular shape nodular cherts in the middle part of lithofacies I scatter in medium-bedded, dark grey calcilutite	103
4.3 The big nodular cherts with the size larger than a metre associate with medium-bedded dark grey calcilutite of the lithofacies I	104
4.4 The photomicrograph of nodular chert of the lithofacied I showing the microcrystalline chert with spherulitic texture of chalcedonic chert enclose the fine-grained calcareous patches	106
4.5 The photomicrograph of nodular chert of the lithofacies I showing the microcrystalline chert with small individual dolomite rhombs scatter in the chert and the fine-grained carbonate (lower half part)	106
4.6 The outcrop of dark grey elongate nodular chert in grey calcarenite of the lithofacies III	107
4.7 The rock slab of nodular chert of the lithofacies III showing the abundant calcareous skeletons embedded in chert with pores of dissolved carbonate parts in weathered chert, outer rim	107

Figure	Page
4.8 The photomicrograph of nodular chert of the lithofacies III showing carbonate patches remain in microcrystalline chert with some chalcedonic cherts and dolomite rhombs	109
4.9 The photomicrograph of nodular chert of the lithofacies III showing partially silicified carbonate parts remain in microcrystalline chert matrix	109
4.10 The exposure of grey to dark grey banded cherts in thin- to medium-bedded graded bedding calcarenite to calcilutite of the lithofacies V	110
4.11 The exposure of black elongate nodular cherts in medium-bedded calcarenite of the lithofacies V	110
4.12 The photomicrograph of nodular chert of the lithofacies V showing microcrystalline quartz, chalcedonic quartz, and megaquartz with calcareous remnants	112
4.13 The photomicrograph of banded chert of the lithofacies V showing some sponge spicules in microcrystalline quartz (in the centre of picture)	112
4.14 The outcrop of dark grey calcarenite of the lithofacies VII showing the elongate chert nodules and elongate dolomitic limestone patches in close contact oriented conformably to the bedding plane	113
4.15 The photomicrograph of nodular chert of the lithofacies VII showing the ghost structure of pre-existing fossil replaced by microcrystalline chert with small patches the fine-grained carbonate and calcareous allochems	113
4.16 The photomicrograph of nodular chert of the lithofacies VII showing the alignment of detrital quartz with size varies from 10 to 50 microns along the rim of the elongate nodular chert	114

Figure	Page
4.17 The photomicrograph of porcelaneous rocks of the lithofacies VIII showing abundant sponge spicules sparsely distributed in the fine-grained matrix	116
4.18 The photomicrograph of banded chert of the lithofacies V showing microcrystalline, chalcedonic, and mega quartz of cavity-filling type ...	116
4.19 The photomicrograph of the fossil replacement chert, original carbonate fossil of foraminifera have been completely replaced by microcrystalline chalcedony showing the ghost structure	117
4.20 The photomicrograph of nodular chert showing the isolate dolomite rhombs and calcareous allochems of difference size are commonly embedded in the micro mosaic texture of chalcedonic chert	119
4.21 The scanning electron micrographs of etched chert samples showing the cherts are chiefly composed of granular texture, generally 1 to 5 microns size	119
4.22 The scanning electron micrographs of etched chert samples showing the acicular texture with 1 micron width and 4 to 5 microns long in the granular texture	120
4.23 The scanning electron micrographs of etched chert samples showing the mold of former rhombohedron of dolomite dissolved from acid etching with the equigranular of 1 to 2 microns fine-grained chert packing around the mold and throughout the matrix in the granular texture	120
4.24 Relationship between pH and the solubilities of calcite, quartz, and amorphous silica	126
4.25 Schematic diagram illustrating the formation of nodular and banded (or partly bedded?) cherts in carbonate sediment under the present study ...	128

Figure	Page
5.1 The exposure of banded dolomitic limestone interbedded with calcarenite of the lithofacies IV showing the elephant skin texture on weathered surface	131
5.2 The cross-plots between magnesium oxide (MgO) versus silica contents (SiO ₂)	138
5.3 The distribution pattern of calcite, dolomite, magnesium oxide, and silica contents of carbonate sequence of Khao Khad Formation at Khao Chan area	139