

การศึกษาด้านตะกอนของแหล่งสะสมตัวยูคเทอร์เชียรี

ในบริเวณแอ่งแม่เมาะ จังหวัดลำปาง



นายพล เชาว์คำรงค์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

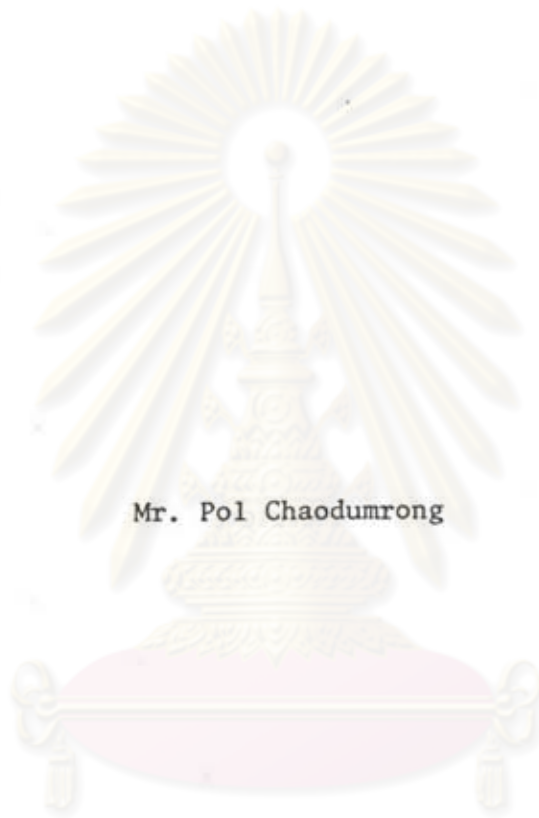
พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-233-9

008832

I16630548

SEDIMENTOLOGICAL STUDIES OF SOME
TERTIARY DEPOSITS OF MAE MOH BASIN,
CHANGWAT LAMPANG



Mr. Pol Chaodumrong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Geology

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

ISBN 974-564-233-9

Thesis Title Sedimentological Studies of Some Tertiary Deposits
of Mae Moh Basin, Changwat Lampang.

By Mr. Pol Chaodumrong

Department Geology

Thesis Advisor Assistant Professor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.

Assistant Professor Pongsak Phongprayoon, M.A.



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

Wasant Pongsapich
.....Chairman
(Assistant Professor Wasant Pongsapich, Ph.D.)

Prakong Polahan
.....Member
(Prakong Polahan, M.Sc.)

Sangad Bunopas
.....Member
(Sangad Bunopas, Ph.D.)

Ch. Khantaprab
.....Member
(Assistant Professor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.)

Pongsak Phongprayoon
.....Member
(Assistant Professor Pongsak Phongprayoon, M.A.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาด้านตะกอนของแหล่งสะสมตัวยุคเทอร์เชียรี ในบริเวณแอ่งแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
ชื่อนิสิต	นายพล เชาวค์ำรงค์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ชันทปราบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปองศักดิ์ พงษ์ประยูร
ภาควิชา	ธรณีวิทยา
ปีการศึกษา	2527



บทคัดย่อ

บริเวณที่ทำการศึกษาคือพื้นที่ส่วนหนึ่งของแอ่งแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 32 ตารางกิโลเมตร ซึ่งกลุ่มพื้นที่ทั้งหมดของแหล่งถ่านหิน ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีโครงการจะพัฒนานำถ่านหินขึ้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์

การศึกษาและวิจัยใช้ข้อมูลจากหลุมเจาะจำนวน 178 หลุม ซึ่งมีความลึกโดยเฉลี่ยของหลุมเจาะ ประมาณ 150 ถึง 300 เมตร ในจำนวนนี้ 165 หลุม มีข้อมูลทางด้านธรณีฟิสิกส์ของหลุมเจาะ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่ได้จากการวัดคลื่นความไหวสะเทือน และข้อมูลจากการเรียงลำดับของชั้นหินในบริเวณบ่อเหมือง

การศึกษาและวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะจำแนกการลำดับชั้นหินตามลักษณะของหิน การจัดกลุ่มของชั้นหินตามลักษณะปรากฏของเนื้อหิน เพื่อที่จะเป็นแนวทางนำไปสู่การแปลความหมายทางด้านสภาวะแวดล้อมของการตกตะกอนของเนื้อหินแต่ละชนิด นอกจากนี้ยังได้ทำการวิจัยทางด้านกระบวนการแปรสัณฐานของการตกตะกอนของเนื้อหิน ธรณีวิทยาของแหล่งถ่านหิน และธรณีวิทยาของแร่ดินเหนียวของแอ่งแม่เมาะ

หินยุคเทอร์เชียรีของแอ่งแม่เมาะจัดอยู่ในกลุ่มหินแม่เมาะ ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 3 หมวดหิน 11 หมู่หิน และ 9 ชั้นหิน เรียงลำดับจากล่างสุดไปบนสุดดังนี้ หมวดหิน A แบ่งออกเป็น หมู่หิน A-1 และ A-2 หมวดหิน B แบ่งออกเป็น 6 หมู่หิน คือ หมู่หิน B-1, B-2, B-3

B-4, B-5 และ B-6 สำหรับหมวดหิน C แบ่งออกเป็น หมูหิน C-1, C-2 และ C-3 นอก
จากนี้ชั้นด้านหินหนาซุกกลาง หรือ หมูหิน B-2 แบ่งย่อยออกเป็น 4 ชั้นหิน คือ ชั้นหิน
B2.1, B2.2, B2.3, และ B2.4 ชั้นด้านหินหนาชั้นบน หรือ หมูหิน B-4 แบ่งย่อยออกเป็น
5 ชั้นหิน คือ ชั้นหิน B4.1, B4.2, B4.3, B4.4 และ B4.5 สำหรับชั้นหินที่ใช้ในการเทียบเคียง
ของลำดับชั้นหินของการศึกษาและวิจัย มีหลายชนิด คือ ชั้นของด้านหิน แดบทินแข็งซิลิเซียส, ชั้นของ
หอย และลักษณะทางธรณีฟิสิกส์ของชั้นหิน

การตั้งชื่อลักษณะปรากฏที่เกิดขึ้นร่วมกัน และลักษณะปรากฏของเนื้อหินได้ใช้ชื่อเดียวกันกับ
ชื่อของหมวดหิน และชื่อของหมูหิน

ผลของการศึกษาและวิจัยสรุปได้ดังนี้ คือ ลำดับชั้นหินตอนล่างของแอ่งแม่เมาะ เป็น
การสะสมตัวแบบตะกอน แม่น้ำพาของแม่น้ำประสาธน์สายปิดทับด้วยตะกอนแม่น้ำพาของแม่น้ำ
คคโคง ซึ่งมีการสะสมตัวของตะกอนที่ราบน้ำท่วมด้วย ลำดับชั้นหินช่วงกลางของกลุ่มหินแม่เมาะ
เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนแบบทะเลสาบน้ำจืดที่มีปริมาณของสารแคลเซียมสูง สลับด้วยการ
สะสมตัวแบบที่ลุ่มชื้นแฉะหรือมาบ ลำดับชั้นหินช่วงบนสุดของกลุ่มหินแม่เมาะ เกิดจากการสะสมตัว
ของตะกอนน้ำพาแบบตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงภายใต้ภาวะของการทรุดตัวของแหล่งสะสมตัว แทรก
สลับในช่วงกลางด้วยการสะสมตัวของตะกอนแบบแม่น้ำคคโคง

การสะสมตัวของตะกอนที่เกิดเนื่องจากรอยเลื่อนจำแนกออกได้เป็น 2 พวก คือรอย
เลื่อนขนาดใหญ่ และรอยเลื่อนขนาดเล็ก ที่เกิดภายในแอ่งสะสมตัวของตะกอน การเกิดของรอย
เลื่อนและ/หรือการอัดตัวแน่นของตะกอน เชื่อว่าส่วนใหญ่เกิดมาจากการแปรสัณฐานและน้ำหนัก
ของตะกอนที่ทับถม ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการทรุดตัวของแอ่งสะสมตะกอน, ชนิดของตะกอนที่เกิด,
สภาวะแวดล้อมของการสะสมตัว ความหนาของชั้นหิน และความต่อเนื่องทางด้านข้างของชั้นหิน

ด้านหินของแอ่งแม่เมาะเมื่อเทียบกับการแบ่งชนิดของด้านหินตามมาตรฐานของอเมริกา
แล้ว ส่วนใหญ่จะอยู่ในลิกไนต์เอ ด้านหินของแอ่งแม่เมาะสะสมตัวในแอ่งน้ำจืด ที่เกิดจากพีชจำพวก
ลำต้นอ่อนและพีชน้ำ ที่เจริญเติบโตภายในแอ่งสะสมตัวแบบที่ลุ่มชื้นแฉะ หรือมาบ ที่มีอัตราการทรุด
ตัวของแอ่งสะสมตะกอนที่เหมาะสมต่อการเกิดพีช ชั้นของด้านหินที่หนาและมีคุณภาพดี ซึ่งในปัจจุบัน
กำลังได้รับการพัฒนานำขึ้นมาใช้ผู้นั้นจะพบในบริเวณพื้นที่ตอนกลางของพื้นที่ทำการวิจัย ส่วนพื้นที่

ในคอนเหนือ และคอนใต้ นั้น ชั้นของด้านหินจะมีคุณภาพที่ต่ำลง และมีความหนาแน่นน้อยลง ในขณะที่ชั้นของตะกอนหินที่แทรกสลับอยู่กับชั้นของด้านหินมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตราของการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจากพีตเป็นด้านหินในขบวนการกลายเป็นด้านหินของแอ่งแม่เมาะเท่ากับ 4:1 ถึง 3:1

จากการหาปริมาณของแร่ดินเหนียวในหมวดหิน B โดยวิธีเอ็กซ์-เรย์ คิฟแฟกโตแกรม พบว่าประกอบไปด้วยกลุ่มของแร่ดินเหนียวจำพวก อิลไลต์ เป็นส่วนใหญ่ และมีพวก เกโอลิไนต์ และมอนต์โมริลโลไนต์ด้วย ปริมาณของเกโอลิไนต์จะเป็นอัตราส่วนที่ผกผันกับปริมาณของแร่ดินมอนต์โมริลโลไนต์ และจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่ออยู่ใกล้ชั้นด้านหิน สำหรับแร่ดินมอนต์โมริลโลไนต์นั้น ส่วนใหญ่จะพบในหมู่หิน B-5

รูปแบบจำลองที่ได้จากการศึกษาและวิจัยนี้ สามารถที่จะนำไปช่วยในการพัฒนา การสำรวจและการผลิตของแหล่งพลังงานเชื้อเพลิง อาทิ ด้านหิน หินน้ำมัน ปิโตรเลียม และแร่ดินเบา แร่ดินเหนียว และอื่น ๆ ที่เกิดสะสมตัวอยู่ภายในแอ่งระหว่างภูเขาของยูคเทอร์เชียรีของภาคเหนือของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Sedimentological Studies of Some Tertiary Deposits
 of Mae Moh basin, Changwat Lampang.

Name Mr. Pol Chaodumrong

Thesis Advisor Assistant Professor Chaiyudh Khantaparb, Ph.D.
 Assistant Professor Pongsak Phongprayoon, M.A.

Department Geology

Academic year 1984

ABSTRACT

Mae Moh basin, a fault-bounded sedimentary basin, is located in Changwat Lampang of northern Thailand. The study area is part of the Mae Moh basin covering the large coal deposit which has been currently exploited for power generation by the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT). Altogether 178 boreholes with average depth range of 150 to 300 metres in the 32 square-kilometre area have been chosen for this study. Among these, there are existing 165 boreholes with geological and geophysical logs as well as 33 line-kilometres of seismic reflection survey data are available. Besides, several fieldworks for direct observation on the geological condition of the active mine pit have been conducted. Consequently, the subsurface geology of Mae Moh basin has been analyzed in terms of lithostratigraphic units, lithofacies, depositional environment and tectonic sedimentation as well as coal geology and clay mineral association.

The proposed lithostratigraphy of the Tertiary sequence of Mae Moh basin is characterized as Mae Moh Group which is further subdivided on an informal basis into 3 formations, 11 members, and 9 beds in

ascending order as : A-Formation (A-1, and A-2 Members), B-Formation (B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, and B-6 Members), and C-Formation (C-1, C-2 and C-3 Members). Furthermore, the lower major coal seam or B-2 Member is subdivided into 4 beds in ascending order as : B2.1, B2.2, B2.3, and B2.4 Beds. The upper major coal seam or B-4 Member is subdivided into 5 beds in ascending order as : B4.1, B4.2, B4.3, B4.4, and B4.5 Beds. The marker beds for lithostratigraphic correlation in this study are all coal seams or bands, siliceous hard band within B4.1 Bed, typical two partings of B4.4 Bed, and gastropod beds within B-1 Member. Besides, the lithology of each unit is rather unique in characteristics which produces specific signature of geophysical logs.

The facies association and lithofacies have been proposed using the names similar to the proposed informal lithostratigraphic names of formation and member, respectively. The lithofacies obtained are then compared with the standard facies models for the reconstruction of depositional environments.

As a result, the lower sequence, facies association A, of the Mae Moh basin indicates that the sediments were deposited in fluvial environment of braided river in the lower part and meandering river with overbank deposit in the upper part of the sequence. The middle sequence, facies association B, of the Mae Moh basin indicates sedimentation under the alternation of fresh-water lake and swamp/marsh of the calcium-rich lacustrine environment. The upper sequence, facies association C, of the Mae Moh basin indicates sedimentation in the low energy condition of overbank deposit of the subsiding flood-plain in the lower and upper part of the sequence while the middle part indicates fluvial sedimentation of meandering river of relatively higher energy

level.

The factors controlling deposition have been classified into 2 scales, the basinal scale and the intrabasinal scale. The nature and characteristics of Tertiary sediments in the basin, namely, depositional environment, lithology, thickness, and lateral continuity of sedimentary unit are controlled by subsidence which may be caused by faulting or compaction or the combination of both. The tectonic regime and load of sediments infilled are believed to be the major factors that control faulting and compaction.

The coal rank of Mae Moh basin is largely lignite-A according to ASTM Classification. It is considered to be limnic coal with autochthonous origin derived largely from semi-aquatic and herbaceous plant materials accumulated in intermittent subsiding swamp or marsh environment. The major coal seam splittings southwardly and northwardly were caused by differential rate of subsidence. The compaction ratio of peat to lignite is between one-third and one-fourth.

Semi-quantitative determination of the relative degree of abundance of clay minerals from B-Formation leads to the following finding: clay mineral groups are illite, kaolinite, and montmorillonite; illite is major constituent; kaolinite content shows antipathetic relationships with montmorillonite content; kaolinite content has a tendency to increase toward coal bands; and montmorillonite is mainly confined within B-5 Member.

This depositional model may be applicable to the exploration and production of other fossil fuels as well as geological resources associated with intermontane Tertiary basins of northern Thailand.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express his deep sincere gratitude and appreciation to his thesis advisors, Assistant Professor Dr. Chaityudh Khantaparb and Assistant Professor Pongsak Phongprayoon for their valuable supervision, encouragement, critical reading of the manuscript.

The author is highly indebted to the Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Mr. Thawat Japakasetr, the Director Geological Survey Division; Dr. Sangad Bunopas, Chief of Geological Research and Technology ; Mr. Sathien Snansieng, Chief of Tertiary Research Project for their encouragement and providing all the necessary research facilities.

Special recognition and thanks are due to the staff of the Solid Fuel Geology Division, Electricity Generating Authority of Thailand, especially Mr. Pramote Pornrattanapitak, Mr. Pichaya Permthong, Mr. Santichai Jithapunkul, and Mr. Ophas Jariyabhumi for their generousities and providing all geological data and information used in this research work including valuable discussion during the field investigation.

Grateful acknowledgement is made to the Physics Section of the Geological Survey Division, DMR., Ms. Somboonsuk Wattanasunthorn, Ms. Soontari Padmasuta, Mr. Jate Jirajesda and their colleagues for the preparation of thin-sections, polished core-slabs, and X-ray diffractograms ; Ms. Rucha Ingavat for fossils identification ; Associate Professor Dr. Benjavan Ratanasthien for her valuable advice ; as well as Ms. Wilawan Atichart, Ms. Wimonrat Montri for their participation

in the proofreading of the first draft manuscript.

The financial support is partly contributed by the Chulalongkorn-Amoco Geological Fund, and the research grant of the Graduate School.

Thanks to the Department of Geology, Chulalongkorn University for providing all research facilities.

In addition, the autor would like to thank Mr. Varavudh Suteethorn, Ms. Nophakhun Thanareungsakulthai, and Ms. Varaporn Sopa for their assistance in the preparation the illustrations and mechanical production of this thesis ; Ms. Chaunpis Poomtabtim and Ms. Wimolmarl Soonthorwipart who patiently typed the final manuscript of the thesis.

This thesis could not have been accomplished without the help and encouragement of my parents, my family, and others who put up so much efforts to the author.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	vii
ACKNOWLEDGEMENTS	x
CHAPTER I INTRODUCTION	1
1.1 General	1
1.2 The study area	5
1.2.1 Location	5
1.2.2 Physiographic setting	6
1.2.3 Distribution of boreholes and seismic traverse	9
1.3 Objectives	9
1.4 General approach and study methodology	10
1.5 Semi - quantitative analysis of relative abundance of clay minerals by X-ray diffractometer	18
1.5.1 Sample preparation	20
1.5.2 Chemical pretreatment	20
1.5.3 Mineral identification	22
1.5.4 Clay mineral percentage calculation	23
1.6 Methods in geophysical log interpretation	25
1.7 Previous investigation	30

CHAPTER II	GEOLOGY	
2.1	Geological setting of the study area and neighboring area	38
2.2	Present status of Tertiary stratigraphy	47
2.2.1	Previous classification	48
2.2.2	Geometry of the basin	51
2.3	Structural features in the neighborhood of the study area	52
2.3.1	Faulting	54
2.3.2	Folding	58
2.3.3	Unconformities	58
2.4	Geological evolution during Cenozoic time in northern Thailand	60
CHAPTER III	LITHOSTRATIGRAPHY	64
3.1	General	64
3.2	A - Formation	68
3.2.1	A-1 Member	68
3.2.2	A-2 Member	72
3.3	B - Formation	74
3.3.1	B-1 Member	76
3.3.2	B-2 Member	82
3.3.3	B-3 Member	98
3.3.4	B-4 Member	104
3.3.5	B-5 Member	121
3.3.6	B-6 Member	127

	Page
3.4 C - Formation	152
3.4.1 C-1 Member	133
3.4.2 C-2 Member	136
3.4.3 C-3 Member	143
3.5 Proposed lithostratigraphy of the Mae Moh basin	147
3.5.1 Mae Moh Group	147
3.5.2 The unconsolidated upper succession	150
CHAPTER IV COAL GEOLOGY AND CLAY MINERALOGY	154
4.1 Coal geology	154
4.1.1 Stratigraphic position and characteristics of coal seams.....	155
4.1.2 Coal type	158
4.1.3 Coal rank	161
4.1.4 Proposed coal depositional model	166
4.2 Clay mineralogy	170
4.2.1 Clay mineral associations	171
4.2.2 Relationship of clay minerals	172
CHAPTER V DEPOSITIONAL ENVIRONMENT	177
5.1 Configuration and formation of Mae Moh basin,	177
5.2 Lithofacies analysis	178
5.2.1 Facies association A	179
5.2.2 Facies association B	179

	Page
5.2.3 Facies association C	185
5.3 Proposed Depositional Environment	187
5.3.1 Depositional environment of facies association A	187
5.3.2 Depositional environment o facies association B	189
5.3.3 Depositional environment of facies association C	195
5.4 Tectonic sedimentation	197
CHAPTER VI CONCLUSION	204
REFERENCES	216
APPENDICES	236
BIOGRAPHY	285



 ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES, PHOTOS AND PLATES

	Page
Figure 1.1a	Onshore Cenozoic basins and offshore Tertiary basins of Thailand..... 2
Figure 1.2.1a	Index map of the study area..... 7
Figure 1.2.2a	Topography and mine-grid of the study area.... 8
Figure 1.4a	Borehole location map..... 12
Figure 1.4b	Seismic traverse lines and geological section lines..... 13
Figure 1.4c	Stages of data acquisition and data preparation in reconstruction of basinal analyses 15
Figure 1.4d	Stages in the reconstruction of basinal deposits 19
Figure 1.5a	Flow chart illustrating the semi-quantitative determination of relative abundance of clay minerals..... 21
Figure 1.6a	Typical geophysical borehole logs..... 26
Figure 1.6b	Theoretical model of geophysical borehole logging..... 31
Figure 2.1a	Geological map of the Mae Moh basin..... 39
Figure 2.1b	Stratigraphic section of the Lampang Group in Mae Moh belt..... 45
Figure 2.2.2a	Basement profiles of the study area..... 53
Figure 2.3.1a	Geological map of Mae Moh basin and adjacent area..... 55

	Page	
Figure 2.3.1b	Photolineament and folding map of the study area.....	57
Figure 2.3.1c	Structural contour on top of Member B-4.....	59
Figure 2.4a	Ancient cratonic areas.....	62
Figure 3.1a	Textural classification of fine-grained clastic rocks, unconsolidated sediments, and soil.....	67
Figure 3.2.1a	Photograph of core-samples showing succession at the base of the A-1 Member (arrow), and the underlying intensively folded Hong Hoi Formation.....	71
Figure 3.2.1b	Photograph of core-samples showing gray clayey siltstone, red clayey siltstone, weathered red sandstone, calcrete (white) and colors mottling.....	71
Figure 3.2.1c	Generalized succession of A-1 Member and A-2 Member.....	73
Figure 3.2.2a	Photograph of core-slab from the uppermost part of A-2 Member showing deformed lineation, lignite flake (black), highly calcareous layer (white) and intraclasts.....	75
Figure 3.3a	Geophysical wireline logs correlation of lines W26 and W5.....	77
Figure 3.3.1a	Photograph of core-samples of B-1 Member showing thin to medium bedded claystone. Note bioturbation and intraclasts (arrow).....	80

	Page
Figure 3.3.1b	Photograph of core-samples of B-1 Member showing minor coal seam, laminated to thin bedded silty claystone with bioturbation..... 80
Figure 3.3.1c	Photograph of core-sample of B-1 Member showing the organic boring filled with gastropod shell fragments..... 81
Figure 3.3.1d	Photograph of core-slab of B-1 Member showing the light color of highly calcareous claystone lenticular parallel with the bedding plane..... 81
Figure 3.3.1e	Photograph of core-samples showing succession at the top of B-1 Member and the overlying lignite band of B-2 Member; note gastropod beds (white), laminated to thin bedded, lignite flake (black)..... 83
Figure 3.3.1f	Photomicrograph of highly calcareous claystone lenticular (Figure 3.3.1d) showing oriented micaceous mineral and microcrystalline calcite..... 83
Figure 3.3.1g	Generalized lithostratigraphic succession of B-1 Member in the study area..... 84
Figure 3.3.2a	Isopach contour of Member B-2..... 86
Figure 3.3.2b	Floor of Member B-2 Structural contour..... 87
Figure 3.3.2c	Proposed correlation of the generalized lithostratigraphic succession of the B-2 Member of Mae Moh basin..... 89

	Page
Figure 3.3.2.1a	Isopach contour of Bed B2.1 (coal)..... 91
Figure 3.3.2.1b	Photograph of the mine-face showing the lithostratigraphic sequences of B.2.1 and B.2.2 Beds..... 92
Figure 3.3.2.3a	Photograph of the mine-face showing lithostratigraphic sequences of B2.2, B2.3 and B2.4 Beds..... 95
Figure 3.3.2.4a	Isopach contour of Bed B2.4 (coal)..... 97
Figure 3.3.2.4b	Photograph of the mine-face showing lithostratigraphic sequences of B2.4 Bed and B-3 Member. Note the number of parting of each cycle increage upwardly..... 99
Figure 3.3.3a	Photograph of core-samples from LM 2813S illustrating the lithostratigraphic succession of the B-3 Member. Note the abrupt contact at the lower limit and gradational contact at the upper limit..... 101
Figure 3.3.3b	Isopach contour of Member B-3..... 102
Figure 3.3.3c	Floor of Member B-3 Structural contour..... 103
Figure 3.3.3d	Proposed correlation of the generalized lithostratigraphic succession of the B-3 and B-4 Members of the Mae Moh Group, Mae Moh basin..... 105
Figure 3.3.4a	Isopach contour of Member B-4..... 107
Figure 3.3.4b	Floor of Member B-4 Structural contour..... 108

	Page
Figure 3.3.4.1a	Photograph illustrating the siliceous hard band or carbonaceous siltstone of the B4.1 Bed 110
Figure 3.3.4.1b	Typical geophysical logs of the B-4 Member illustrating the signature of each bed and of siliceous hard band..... 110
Figure 3.3.4.1c	Isopach contour of Bed B4.1 (coal)..... 111
Figure 3.3.4.1d	Photomicrograph of siliceous hard band showing silt-sized quartz (white) enclosed by carbonaceous matter (black)..... 113
Figure 3.3.4.1e	Photomicrograph of siliceous hard band showing quartz veinlet..... 113
Figure 3.3.4.2a	Photograph of mine-face showing the litho-stratigraphic sequence of the beds of B-4 Member. Note normal faults forming horst and graben structure..... 114
Figure 3.3.4.4a	Isopach contour of Bed B4.4 (parting)..... 117
Figure 3.3.4.4b	Photograph of core-slabs of B4.4 Bed showing white calcareous spot, lignite flake..... 118
Figure 3.3.4.4c	Photomicrograph of Figure 3.3.4.4b. Note the microcrystalline calcite of lump shaped..... 118
Figure 3.3.4.5a	Isopach contour of Bed B4.5 (coal)..... 120
Figure 3.3.5a	Photograph of core-slabs showing lenticular structure of highly calcareous claystone oriented subparallel to bedding plane, pull-apart structure (beneath the upper crack), and some white calcareous spots..... 122

	Page
Figure 3.3.5b	Photograph of core-slabs showing bioturbation (boring), local erosional surface 122
Figure 3.3.5c	Photograph of core-samples showing the sedimentary cycle. Note each cycle starts with sharp contact at the base of light color claystone and the lithology grades upward to dark gray claystone at the top 124
Figure 3.3.5d	Isopach contour of Member B-5 125
Figure 3.3.5e	Floor of Member B-5 structural contour 126
Figure 3.3.5f	Generalized lithostratigraphic succession of the B-5 and B-6 Members of Mae Moh Group, Mae Moh basin 128
Figure 3.3.6a	Isopach contour of Member B-6 130
Figure 3.3.6b	Floor of Member B-6 structural contour 131
Figure 3.4a	Isopach contour of Formation C 134
Figure 3.4b	Proposed correlation of the generalized lithostratigraphic succession of the C-1, C-2 and C-3 Members of the Mae Moh Group 135
Figure 3.4.1a	Photograph of core-slab showing the gypsum crystal scattered in weakly consolidated red silty claystone 137
Figure 3.4.1b	Photograph of core-samples showing gray claystone fragment and gray color veinlet ... 137
Figure 3.4.1c	Isopach contour of Member C-1 138
Figure 3.4.1d	Floor of Member C-1 structural contour 139
Figure 3.4.2a	Isopach contour of Member C-2 141

	Page
Figure 3.4.2b	Floor of Member C-2 structural contour 142
Figure 3.4.3a	Isopach contour of Member C-3 145
Figure 3.4.3b	Floor Member C-3 structural contour 146
Figure 3.5.1a	Subcrop Geological Map of the Mae Moh Basin.. 151
Figure 4.1.3a	Histogram showing calorific values of coal samples after Parr Formulas treatment 164
Figure 4.1.3b	Crossplot between calorific value (dry basis) and ash (dry basis) 165
Figure 4.2.2a	Relationships between kaolinite and montmorillonite contents in fine-grained clastic rocks 173
Figure 4.2.2b	Semi-quantitative analysis of clay minerals from boreholes LMP 65, LM 2813S and LM 2567C illustrating the variation of kaolinite, illite and montmorillonite contents with respect to depth 175
Figure 4.2.2c	Pie diagrammes illustrating the relative degree of abundance of clay minerals in both lateral and vertical variations 176
Figure 5.3.3a	Schematic model of the Mae Moh basin development and development history 198
Figure 5.4a	Informal name of faults on floor of B-2 Member..... 201
Figure A-1.1	Geological drill chart of borehole LMP 65.... 236
Figure A-1.2	Geological drill chart of broehole LMP 67.... 238
Figure A-1.3	Geological drill chart of brorehole LM 2472.... 240

	Page
Figure A-1.4	Geological drill chart of borehole
	LM 2813S 245
Figure A-1.5	Geological drill chart of borehole
	LM 2491C 251
Figure A-1.6	Geological drill chart of borehole
	LM 2492C 253
Figure A-1.7	Geological drill chart of borehole
	LM 2556C 255
Figure A-1.8	Geological drill chart of borehole
	LM 2567C 256
Figure A-1.9	Geological drill chart of borehole
	LM 2582C 258
Figure A-1.10	Geological drill chart of borehole
	LM 2592C 261
Photo A-4.1	Gastropods of <u>Paludina</u> sp. of B-1 Member, Mae Moh Group 271
Photo A-4.2	Gastropods of <u>Viviparus</u> sp. of B-1 Member, Mae Moh Group 271
Photo A-4.3	Gastropods of <u>Planorbis</u> sp. collected from B4.4 Bed of Mae Moh basin 272
Photo A-4.4.	Gastropods of <u>Physa</u> sp. collected from B4.4 Bed of Mae Moh basin 272
Photo A-4.5	Gastropod of <u>Melanoides</u> sp. collected from B4.4 Bed of Mae Moh basin..... 273

		Page
Photo A-4.6	Gastropod beds mainly <u>Viviparus</u> sp. from the upper part of B-3 Member collected from LM 2988G at depth 71.0 metres from ground level	273
Photo A-4.7	Ostracods collected from borehole No. LMP. 65 at depth 97.50 metres from ground level	274
Photo A-4.8	Turtle rib collected from B4.4 Bed of Mae Moh basin	274
Photo A-4.9	Fish fragments of cheek and spine, collected from the upper part of B-1 Member, Mae Moh basin	275
Photo A-4.10	Leaf fossil of B-1 Member collected from LM 2813S, at depth 288,60 metres	275
Photo A-4.11	Leaves fossils of B-3 Member collected from Mae Moh lignite mine pit	276
Photo A-4.12	Leaves fossils of B-1 Member collected from LM 2463 (N ¹ 48 W17), at depth 217.30 metres...	276
Figure A-5.1	X-ray diffractogram of oriented clay minerals of untreated (N), ethylene glycol (EG) and heating treatment (550 ^o C) of borehole LM 2567C, at depth 132.50-132.55 metres below ground level	280
Figure A-5.2	X-ray diffractogram of oriented clay minerals of untreated (N), ethylene glycol (EG) and heating treatment (550 ^o C) from the upper part of B-3 Member, LM 2567C, 116.80-116.87 metres depth	281

Figure A-5.3	X-ray diffractogram of oriented clay minerals of untreated (N), ethylene glycol (EG) and heating treatment (550 ^o C) of B4.3 Bed from LM 2567C, at depth 100.80-100.85 metres below ground level.....	282
Figure A-5.4	X-ray diffractogram of oriented clay minerals of untreated (N), ethylene glycol (EG) and heating treatment (550 ^o C) of B-5 Member from LM 2472, 335.20 metres depth.....	283
Figure A-5.5	X-ray diffractogram of oriented clay minerals after ethylene glycol treatment of LMP 65 with respect to depth.....	284
PLATE 1	Geological cross section line N'46.....	
PLATE 2	Geological cross section line N 30.....	
PLATE 3	Geological cross section line N 13.....	
PLATE 4	Geological cross section line S 7.....	
PLATE 5	Geological long section line W 26.....	

LIST OF TABLES

		Page
Table 1.1a	Summary of the ages of Tertiary basins.....	3
Table 1.5.3a	Values in $d(A^0)$ of the characteristic reflections of the series (001) of current clay minerals, after various diagnostic treatments..	24
Table 1.5.3b	Values of the basal reflection, in $d(A^0)$, for the current clay minerals, after the classical identification essays.....	24
Table 1.7a	A comparative classification of Tertiary rocks of Thailand.....	37
Table 2.1a	Development of the stratigraphic Classification and Nomenclature of Lampang Group in Vicinity of Mae Moh basin by Various Authors.....	42
Table 2.2.1a	Comparative stratigraphic classification of the Mae Moh basin by previous works.....	49
Table 3.1a	Criteria used to define fine-grained sedimentary rocks.....	67
Table 3.5.1a	Proposed lithostratigraphic classification of the Mae Moh Group.....	148
Table 5.2.1a	The salient characteristics of facies association A.....	180
Table 5.2.2a	The salient characteristics of facies association B.....	182

	Page	
Table 5.2.3a	The salient characteristic of facies association C.....	186
Table 5.3.1a	The salient characteristics and interpretation with respect to the tectonic influence of the Mae Moh basin.....	190
Table 5.4a	Classification of the faults in the study area. Fault names are referred to Figure 5.4a. Note solid line, post depositional fault; dashed, syndepositional fault; dotted, undifferentiated fault; blank, no information.....	202
Table A-2.1	Elevation on floor of each lithostratigraphic unit.....	263
Table A-3.1	Thickness in metres of each lithostratigraphic unit.....	266
Table A-5.1	Semi-quantitative analysis of relative abundance in percentage of clay mineral analysis by XRD.....	277

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF ABBREVIATIONS

abundant	A.	gypsum	gyp.
and	&	interbedded	intb.
angular	ang.	intra formational conglomerate	intra. fm. cgl.
argillaceous	argill.	lamination	lam.
black	blk	lamination to thin bed	lam. to thin
blue	bl.	light	l.
bottom	bot.	lignite	LGT
brown	br.	limestone	LST
calcareous	calc.	medium	m.
carbonaceous	carb.	middle	mid
centimetre	cm	Per cent	%
clay	Cl, cl	penecontemporaneous fault	penecont. fault
clayey	cly	pyrite	py.
claystone	CLST	quartz	qtz
coarse	c.	rare	R.
colour	col.	red	rd
common	C.	sand	Sd/sd
conglomerate	Cgl., cgl.	sandstone	SS
crystal	xal	sandy	sdv
dark	dk	semi-consolidated	semi-cons.
degree (angle)	°	sequence	seq.
Figure (s)	Fig. (s.)	shale	SH
formation	fm.	siltstone	SLST
fossil (iferous)	foss.	silty	slty
fragment (al)	frag.	very	v
framboidal pyrite	framb. py.	weathered	wd
grain	g.	white	wh.
gray	gy	yellow	y.
green	gn	with	w
greenish gray	gn-gy		