

การศึกษาตะกอนวิทยาของตะกอนเทอร์เชียรีบางส่วน
ของแอ่งลี้ จังหวัดลำพูน



นางสาวอำนิษฐ ทันทศุภารักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974 - 579 - 055 - 9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017236

117350847

SEDIMENTOLOGICAL STUDIES OF SOME TERTIARY SEDIMENTS
OF LI BASIN, CHANGWAT LAMPHUN

Miss Amnith Tantasuparuk

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

Department of Geology

Graduate School

Chulalongkorn University

1991

ISBN 974 - 579 - 055 - 9

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพื่อเผยแพร่

อำนวยการพิมพ์ : การศึกษาด้านตะกอนวิทยาของตะกอนเทอร์เชียรีบางส่วนของแอ่งลี้,
จังหวัดลำพูน (SEDIMENTOLOGICAL STUDIES OF SOME TERTIARY SEDIMENTS OF
LI BASIN, CHANGWAT LAMPHUN) อ.ที่ปรึกษา รศ.ดร.ชัยยุทธ ชนทปราบ, 262 หน้า.
ISBN 974-579-055-9

แอ่งลี้เป็นแอ่งระหว่างภูเขาอายุซีโนโซอิก ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัดลำพูนในภาคเหนือของ
ประเทศไทย แอ่งลี้มีรูปร่างคล้ายรูปวงรี โดยมีแกนของแอ่งตามแนวยาววางตัวในทิศเหนือ-ตะวันตกเฉียง-
เหนือ-ใต้/ตะวันตกเฉียงใต้ ความกว้างของแอ่งมีค่ามากที่สุด 18 กิโลเมตรและความยาวแอ่งประมาณ 21
กิโลเมตร ตัวแอ่งคลุมพื้นที่ประมาณ 270 ตารางกิโลเมตร แอ่งลี้ถูกล้อมรอบด้วยภูเขาสูงซึ่งเป็นหินอายุแก่
กว่ามหายุคซีโนโซอิก 3 ด้านคือทิศตะวันออก, ทิศใต้และทิศตะวันตก ตัวแอ่งเปิดออกทางทิศเหนือ

การศึกษาดังนี้ใช้ข้อมูลจากหลุมเจาะรวม 616 หลุม มีความลึกรวมทั้งสิ้น 47.56 กิโลเมตร
พร้อมทั้งคำบรรยายลักษณะกายภาพของหิน จากข้อมูลทั้งหมดนี้จะมีหลุมเจาะ 228 หลุมที่มีลักษณะทางธรณี-
ฟิสิกส์ประกอบซึ่งได้แก่ รังสีแกมมา, นิวตรอน, กราฟความหนาแน่นและแคลิเพอร์ นอกจากนี้ยังมีรายงาน
ข้อมูลทางบรรพชีวินวิทยาและการศึกษาด้านเกสรีชโบริวด้วย

ภายในแอ่งลี้ การศึกษามุ่งเน้นไปที่แอ่งย่อยที่มีจำนวน 5 แอ่งซึ่งมีข้อมูลเพียงพอสำหรับการศึกษา
แอ่งย่อยเหล่านี้ได้แก่ บ้านปู้, บ้านโอง, บ้านแม่ลอง, บ้านป่าคาและบ้านนาทราย-บ้านแม่หว่าง ครอบคลุม
พื้นที่ประมาณ 12, 15, 10, 8.5 และ 14 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในบริเวณที่ลึกที่สุดของแอ่งลี้คาดว่า
ความหนาของตะกอนอายุเทอร์เชียรีมีมากกว่า 500 เมตร แนวโครงสร้างสำคัญในบริเวณรอบๆแอ่งลี้มีการ
วางตัวในแนวเหนือ-ใต้, แนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีแนวเหนือ/ตะวันออกเฉียงเหนือ-
ใต้/ตะวันตกเฉียงใต้เกิดร่วมด้วย แนวโครงสร้างเหล่านี้พบได้ชัดเจนบริเวณตอนใต้และทางตะวันตกของ
แอ่ง โครงสร้างสำคัญของแอ่งลี้ประกอบด้วยชุดของกราเบน, ฮาร์ฟกราเบนหรือบล็อกรอยเลื่อนเอียงตัว
และฮอสต์ซึ่งมีการวางตัวขนานกับแนวโครงสร้างบริเวณนี้ รอยเลื่อนเหล่านี้เชื่อว่าเป็นปัจจัยควบคุมพัฒนา-
การของแอ่ง รวมถึงการสะสมตัวของตะกอนในแอ่งด้วย แรงดึงออกที่เกิดขึ้นในภาคเหนือของประเทศไทยมี
ผลทำให้เกิดแอ่งเชื่อว่าเกิดจากการชนกันของทวีปอินเดียนกับเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และยังมีการกระทำ
ของรอยเลื่อนสำคัญในบริเวณนี้ร่วมด้วย

ลักษณะปรากฏของตะกอนทั้งหมดในแอ่งลี้ โดยเฉพาะในแอ่งย่อยจัดอยู่ในลักษณะ เนินตะกอนน้ำ-
พารูปพัด ทะเลสาบที่มีการแทรกของทางน้ำโค้งตัว ที่ลุ่มน้ำซึ่งที่พืชสะสมตัว ทะเลสาบที่มีการแทรกของทางน้ำ
ประสานสาย ที่ลุ่มน้ำซึ่งที่พืชสะสมตัวที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏทางด้านข้างไปเป็นทะเลสาบและทาง-
น้ำโค้งตัวตามลำดับ ชุดหินตะกอนและลักษณะปรากฏของตะกอนมหายุคซีโนโซอิกที่พบในแอ่งลี้แสดงการ
เปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏทางด้านข้างให้เห็น คาดว่าเกิดจากการเกิดธรณีวิทยาแปรสัณฐานทั้งขนาดท้องถิ่น
และขนาดใหญ่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของตะกอน

ระหว่างปลายยุคอีโอซีน(?) ถึงปลายโอลิโกซีน ตะกอนจากหินพื้นฐานซับซ้อนที่อยู่รอบๆแอ่งเริ่ม
สะสมตัวในส่วนล่างสุดของแอ่งลี้ และสะสมตัวต่อมาในแอ่งที่มีการทรุดตัวอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราการทรุดตัวที่
ไม่คงที่ ส่วนบริเวณที่มีการยกตัวก็จะเกิดรอยชั้นไม่ต่อเนื่องกันขึ้น รอยชั้นไม่ต่อเนื่องที่เกิดในช่วงปลาย
ยุคไมโอซีนเป็นรอยชั้นไม่ต่อเนื่องสำคัญซึ่งสัมพันธ์กับแรงดึงในขั้นสุดท้ายที่เกิดในบริเวณนี้และเป็นการจบลงของ
บล็อกรอยเลื่อนเอียงตัวด้วย

ภาควิชา ธรณีวิทยา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา ๒๕๓๓

ลายมือชื่อนิสิต อำนวย ทันทะเทวีกรม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ไข่มุก
.....

AMNITH TANTASUPARUK : SEDIMENTOLOGICAL STUDIES OF SOME TERTIARY
SEDIMENTS OF LI BASIN, CHANGWAT LAMPHUN. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.
CHAIYUDH KHANTAPRAB, Sc.D. 262 PP. ISBN 974-579-055-9

The Cenozoic intermontane Li basin is located in the southern part of Changwat Lamphun, northern Thailand. The basin has a elliptical shape with longitudinal axis oriented in the north/northwest-south/southeast direction. The maximum width is about 18 kms. and the length of basin is about 21 kms., covering approximately 270 square kms. area. The Li basin ia surrounding by high mountain ranges of the pre-Cenozoic rocks in three sides, namely, the east, the south and the west, and open in the north.

The data employed in this study composed of 616 borehole data of totally 47.56 kms. in length with the lithological description. Amongst these data, 228 boreholes geophysical logs are available, namely, gamma-ray, neutron, long spacing density, bed resolution density and caliper. Besides, the paleontological and palynological reports are also available.

Within the Li basin, attention has been focusing upon five coal - bearing sub-basin where data are available, namely, Ban Pu, Ban Hong, Ban Mae Long, Ban Pa Kha and Ban Na Sai-Ban Mae Wang, covering approximately 12, 15, 10, 8.5 and 14 square kms. area, respectively. The thickness of Tertiary sedimentary sequences within the Li basin is greater than 500 metres in the deepest part. The major structural trends in the vicinity of the Li basin lie in north-south direction, northwest-southeast direction with conjugated north/northeast-south/southwest direction, clearly recognized in the southern and the western parts of the basin. The major structures of the Li basin compose of a series of grabens, half-grabens or tilted fault-block and horsts which are comformable to this regional trend. These faults are believed to control the development of basin as well as the sedimentation within the basin. The extension force in northern Thailand is believed to have caused by the collision of India with Southeast Asia, and interactions of major faults zones in this area.

The overall sedimentary facies of the Li basin especially in sub-basinal areas are generally characterized as alluvial fan, lacustrine facies associated with meandering fluviatile facies, peat swamp facies, lacustrine facies associated with braided fluviatile facies, peat swamp facies with lateral facies change to lacustrine and meandering fluviatile facies in ascending order. The sedimentary units and sedimentary facies of the Cenozoic sediments within the Li basin show variation of lateral facies change. The regional and local tectonics are believed to be the major controlling factors of the variation in the depositional environment.

During Late Eocene (?) to Late Oligocene, sediments from surrounding basement rocks began to deposit in the lowermost part of the Li basin. The sediments were deposited in the lacustrine environment, underlain by thin alluvium sediments of basement pebbles, Afterthat, the peat was accumulated in the continuous subsiding basin. In Early Eocene, the area was strongly subsided, and lacustrine sediments were deposited. Later on, the basin was continuously subsided with different subsiding rates. The peat accumulation was frequently interrupted by clay deposition. The Late Miocene unconformity is a major regional unconformity which is related to the late stage of the external force in this region, and the termination of tilted block-faulting.

ภาควิชา ธรณีวิทยา

สาขาวิชา

ปีการศึกษา ๒๕๓๓

ลายมือชื่อนิสิต อานันท์ ทานตัสอุปารุก

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อ.ไชยยุทธ ขันตปราช

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express her profoundly sincere gratitude and appreciation to her thesis supervisor, Associate Professor Dr. Chaiyudh Khantaprab for his guidance, encouragement as well as the reading the constructive criticism of the manuscript.

The author is highly indebted to the Graduate School of Chulalongkorn University, Chulalongkorn-Amoco Geological Fund, for the financial support during the course of study.

The author is grateful to the Ban Pu Coal Co.,Ltd. and Lanna Lignite Co.,Ltd. for the permission to assess some information of the Li basin and to provide other supports. Special recognition and thanks are due to the staff of Geology Section of the both companies, namely, Mr.Thongchai Makert, Mr.Somchai Toprasert, Mr.Nipon Amorntheparaksa, Mr.Sittirat Chaimongkol, Mr.Pratya Prommakhot and Mr.Chirasak Chantanapelin for their kind assistance during data acquisition . Special thanks are due to Mr.Boonkarn Mangkonkarn, Production Section of the Ban Pu Coal Co.,Ltd. for his assistance during the field observations and valuable comments. Acknowledgement is also extended to Ms.Wanbongkot Butrbamrung for her assistance in data acquirement.

In addition, the author wishes to thank Mr.Pisit Dheeradelok of Geological Survey Division, Department of Mineral Resources for providing valuable data. Besides, the author has also benefited greatly from numerous informal discussion with the teaching staff of

the Department of Geology of Chulalongkorn University.

Finally, the author would like to thank Mr.Krisanapol Vichaphan and Ms.Dhitiporn Buaprasert for their fruitful discussions and assistance throughout the preparation of this thesis. No thesis can be completed without the help and encouragement of the parents, friends and other who put up so much efforts to the author as well.



CONTENTS

	page
ABSTRACT.....	iv
ACKNOWLEDGEMENT.....	x
LIST OF TABLES.....	xv
LIST OF FIGURES.....	xvii
STANDARD ABBREVIATIONS FOR LITHOLOGICAL DESCRIPTIONS.....	xxiii
CHAPTER.	
I. INTRODUCTION.....	1
1.1 General.....	1
1.2 The Study Area.....	5
1.2.1 Location.....	5
1.2.2 Physical Setting.....	6
1.2.3 Distribution pattern of drill-holes.....	9
1.3 Objectives.....	10
1.4 Approach and Scope.....	12
1.5 Methodology.....	24
1.5.1 Methods in Geophysical Log Interpretation..	24
1.5.2 Coal Petrographic Method.....	27
1.6 Previous Invertigations.....	33
II. GEOLOGY.....	46
2.1 Physiography of Northern Thailand.....	46
2.2 Geological Setting of Northern Thailand.....	48
2.3 Geology and Geological Evolution of Northern Thailand.....	53
2.4 Geology of Li Basin.....	64

2.4.1	Basement Stratigraphy of Li Basin and Neighbouring Areas.....	64
2.4.2	Tertiary Stratigraphy of Li Basin.....	72
2.4.3	Structural Features in the Neighbourhood of the Study Area.....	85
2.4.3.1	Faults.....	87
2.4.3.2	Folds.....	87
2.4.3.3	Unconformities.....	89
III.	SUBSURFACE GEOLOGY OF THE LI BASIN.....	90
3.1	Sedimentary Sequence.....	91
3.1.1	Ban Pu Sub-Basin.....	91
3.1.2	Ban Hong Sub-Basin.....	94
3.1.3	Ban Mae Long Sub-Basin.....	105
3.1.4	Ban Pa Kha Sub-Basin.....	107
3.1.5	Ban Na Sai-BanMae Wang Sub-Basin.....	115
3.1.6	The External Sub-Basinal Areas.....	121
3.1.6.1	The Western Part of the Li Basin...	121
3.1.6.2	The Middle Part of the Li Basin....	124
3.1.6.3	The Eastern Part of the Li Basin...	126
3.2	Sedimentary Facies.....	126
3.2.1	Ban Pu Sub-Basin.....	129
3.2.2	Ban Hong Sub-Basin.....	132
3.2.3	Ban Mae Long Sub-Basin.....	136
3.2.4	Ban Pa Kha Sub-Basin.....	140
3.2.5	Ban Na Sai-Ban Mae Wang Sub-basin.....	143
3.2.6	The External Sub-Basinal Areas.....	146
3.2.6.1	The Western Part of the Li Basin...	146
3.2.6.2	The Middle Part of the Li Basin....	149

3.2.6.3 The Eastern Part of the Li Basin...	149
3.3 Intrabasinal Structures.....	154
IV. GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE LI BASIN.....	171
4.1 Proposed Lithostratigraphy of the Li Basin.....	172
4.1.1 Li Formation.....	173
4.1.2 Ban Pa Kha Formation.....	174
4.1.3 Ban Hong Formation.....	176
4.1.4 Ban Pu Formation.....	178
4.1.5 Ban Mae Long Formation.....	180
4.1.6 Quaternary Alluvial Deposits.....	183
4.2 Major Tectonic Framework Forming the Tertiary Li Basin.....	189
4.3 Tectonic Sedimentation and Basin Evolution.....	192
V. COAL GEOLOGY.....	206
5.1 Stratigraphic Position, Characteristics and Geometry of Coal Seams.....	208
5.1.1 Ban Pu Sub-Basin.....	208
5.1.2 Ban Hong Sub-Basin.....	209
5.1.3 Ban Mae Long Sub-Basin.....	210
5.1.4 Ban Pa Kha Sub-Basin.....	212
5.1.5 Ban Na Sai-Ban Mae Wang Sub-Basin.....	214
5.2 Coal Petrography.....	215
5.3 Coal Rank.....	216
5.4 Proposed Coal Depositional Model.....	223
VI. CONCLUSION.....	232
REFERENCES.....	238
APPENDICES.....	248
BIOGRAPHY.....	262

LIST OF TABLES

Table	page
1.1.1 Cenozoic intermontane basins of northern Thailand, location and ages.....	3
1.5.2.1 The classification of the microscopic constituents into groups of similar properties in coal.....	32
1.6.1 The composite stratigraphy of the Cenozoic sediments in the Li basin.....	40
1.6.2. A comparative classification of Tertiary rocks of Thailand.....	45
2.4.2.1 Lithological log of Li sediments at Huai Mae Van of Amphoe Li, Changwat Lamphun.....	73
2.4.2.2 The composite stratigraphy of the Cenozoic sediments in the Li basin.....	82
4.1.1 Lithostratigraphy and sedimentary facies of the "Li Formation" of the Tertiary sequence of the Li basin..	175
4.1.2 Lithostratigraphy and sedimentary facies of the "Ban Pa Kha Formation" of the Tertiary sequence of the Li basin.....	177
4.1.3 Lithostratigraphy and sedimentary facies of the "Ban Hong Formation" of the Tertiary sequence of the Li basin.....	179
4.1.4 Lithostratigraphy and sedimentary facies of the "Ban Pu Formation" of the Tertiary sequence of the Li basin.....	181

4.1.5	Lithostratigraphy and sedimentary facies of the "Ban Mae Long Formation" of the Tertiary sequence of the Li basin.....	184
4.1.6.1	Lithostratigraphy and sedimentary facies of the "Quaternary Alluvial Deposits" of the uppermost sequence of the Li basin.....	186
4.1.6.2	The lithostratigraphic succession of the Li basin.....	188
4.1.6.3	Comparative stratigraphic classification and nomenclatures of Tertiary deposits of the Li basin.....	190
4.3.1.a	Tectonic sedimentation of Ban Pu sub-basin.....	196
4.3.1.b	Tectonic sedimentation of Ban Hong sub-basin.....	198
4.3.1.c	Tectonic sedimentation of Ban Mae Long sub-basin.....	199
4.3.1.d	Tectonic sedimentation of Ban Pa Kha sub-basin.....	200
4.3.1.e	Tectonic sedimentation of Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub-basin.....	201
4.3.1.f	Tectonic sedimentation of External sub-basinal areas of the Li basin.....	202
5.2.1	The maceral composition of coal within the Li basin.....	217
5.3.1	Number of drill-holes and samples for coal quality proximate analysis in 5 main sub-basins of the Li basin..	220
5.3.2	Proximate analysis of coals within the Li basin.....	226
5.4.1	The relationships between the subsidence and peat swamp deposition of 5 main sub-basins of the Li basin.....	230

LIST OF FIGURES

Figure	page
1.1.1 Major Cenozoic intermontane basins in northern Thailand..	2
1.2.1.1 Topographic map of the Li basin.....	7
1.2.2.1 The mean monthly rainfall and temperature of Changwat Lamphun (1951 to 1980).....	8
1.2.3.1 The density of drill-holes within the Li basin.....	11
1.4.1.a Drill-holes location map of the Ban Pu sub-basin with lines of facies profile.....	16
1.4.1.b Drill-holes location map of the Ban Hong sub-basin with lines of facies profile.....	17
1.4.1.c Drill-holes location map of the Ban Mae Long sub- basin with lines of facies profile.....	18
1.4.1.d Drill-holes location map of the Ban Pa Kha sub-basin with lines of facies profile.....	19
1.4.1.e Drill-holes location map of the Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub- basin with lines of facies profile.....	20
1.4.2.a Stages of data acquisition and data preparation in reconstruction of basin analysis.....	22
1.4.2.b Flow - chart illustrating the methodology and steps of work in the analysis of the Li basin.....	23
1.5.1.1 Geophysical logs in a typical borehole through coal- bearing strata.....	28
1.6.1 Mid Tertiary stratigraphic ranges of selected pollen from Thailand.....	43

1.6.2	Palynological dating and correlation of Mid Tertiary sequences from Thailand.....	43
2.2.1	Geological map of northern Thailand	49
2.3.1	Map showing tectonic elements of continental Southeast Asia.....	54
2.3.2	Regional distribution of granite belts in Southeast Asia.	56
2.3.3	Major tectonic features of continental Southeast Asia..	58
2.3.4	Tectonic map of Southeast Asia and South China.....	61
2.3.5	Structural map of northern Thailand.....	62
2.4.1.a	The geological map of the Li basin.....	65
2.4.2.b	The geological map of the Li basin.....	66
2.4.2.1	Location of coal-bearing sub-basins within the Li basin.	75
2.4.2.2	The stratigraphic sequence of the Tertiary sediments at the southern part of Ban Pa Kha mine pit	77
2.4.2.3	The stratigraphic sequence of the Tertiary sediments at the World Fuel mine, the central part of Ban Pu sub-basin	78
2.4.2.4	The stratigraphic sequence of the Tertiary sediments at Mae Long reservoir within Ban Mae Long sub - basin.....	80
2.4.2.5	The stratigraphic sequence of the Tertiary sediments at Huai Siri, the Ban Na Sai sub - basin.	80
2.4.2.6	The correlation of the coal-bearing Paleogene formations at Ban Pa Kha sub - basin	83
2.4.2.7	The correlation of drill-holes at Ban Pu sub-basin.....	84
2.4.2.8	The correlation of drill-holes at Ban Na Sai sub-basin...	86
2.4.3.1	Photolineament and folding map of the study area.....	88
3.1.1	The representative subsurface lithological sequence of the Ban Pu sub - basin.....	95

3.1.2	The representative subsurface lithological sequence of the Ban Hong sub - basin.....	100
3.1.3	The representative subsurface lithological sequence of the Ban Mae Long sub - basin.....	108
3.1.4	The representative subsurface lithological sequence of the Ban Pa Kha sub - basin.....	116
3.1.5	The representative subsurface lithological sequence of the Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub - basin.....	122
3.1.6.a	The representative subsurface lithological sequence of the Western Part of the Li basin.....	125
3.1.6.b	The representative subsurface lithological sequence of the Middle Part of the Li basin.....	127
3.1.6.c	The representative subsurface lithological sequence of the Eastern Part of the Li basin.....	128
3.2.1.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Ban Pu sub-basin.....	133
3.2.1.b	Representative sedimentary facies profile of the Ban Pu sub-basin.....	134
3.2.2.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Ban Hong sub-basin.....	137
3.2.2.b	Representative sedimentary facies profile of the Ban Hong sub-basin.....	138
3.2.3.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Ban Mae Long sub-basin.....	141
3.2.3.b	Representative sedimentary facies profile of the Ban Mae Long sub-basin.....	142
3.2.4.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Ban Pa Kha sub-basin.....	144

3.2.4.b Representative sedimentary facies profile of the Ban Pa Kha sub-basin.....	145
3.2.5.a Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub-basin.....	147
3.2.5.b Representative sedimentary facies profile of the Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub-basin.....	148
3.2.6.1.a Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Western Part of the Li basin.....	150
3.2.6.1.b The correlation of drill-holes of Western Part of the Li basin.....	151
3.2.6.2.a Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Middle Part of the Li basin.....	152
3.2.6.2.b The correlation of drill-holes of Middle Part of the Li basin.....	153
3.2.6.3.a Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Eastern Part of the Li basin.....	155
3.2.6.3.b The correlation of drill-holes of Eastern Part of the Li basin.....	156
3.3.1.a Structural map of upper surface of upper peat swamp facies of Ban Hong sub-basin.....	157
3.3.1.b Structural map of upper surface of lower lacustrine facies of Ban Hong sub-basin.....	158
3.3.1.c Structural map of upper surface of lower peat swamp facies of Ban Hong sub-basin.....	159
3.3.1.d Structural map of pre-Tertiary basement of Ban Hong sub-basin.....	160
3.3.2.a Structural map of upper surface of upper peat swamp facies of Ban Mae Long sub-basin.....	162

3.3.2.b	Structural map of upper surface of lower lacustrine facies of Ban Mae Long sub-basin.....	163
3.3.2.c	Structural map of upper surface of lower peat swamp facies of Ban Mae Long sub-basin.....	164
3.3.3.a	Structural map of upper surface of upper peat swamp facies of Ban Pa Kha sub-basin.....	165
3.3.3.b	Structural map of upper surface of lower lacustrine facies of Ban Pa Kha sub-basin.....	166
3.3.3.c	Structural map of upper surface of lower peat swamp facies of Ban Pa Kha sub-basin.....	167
3.3.4.a	Structural map of upper surface of peat swamp facies of Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub-basin.....	169
3.3.4.b	Structural map of upper surface of lower lacustrine facies of Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub-basin.....	170
4.1.1	Lithological succession of the Li basin.....	187
4.3.1	The schematic model of the Li basin development and depositional history.....	204
4.3.2	Detailed information regarding the tectonic activities of 5 main sub-basin of the Li basin.....	205
5.3.1.a	Histogram showing calorific values of coal samples of Ban Pu sub - basin after Parr Formulas treatment.....	221
5.3.1.b	Histogram showing calorific values of coal samples of Ban Hong sub - basin after Parr Formulas treatment.....	221
5.3.1.c	Histogram showing calorific values of coal samples of Ban Mae Long sub - basin after Parr Formulas treatment...	222
5.3.1.d	Histogram showing calorific values of coal samples of Ban Pa Kha sub - basin after Parr Formulas treatment.....	224

5.3.1.e	Histogram showing calorific values of coal samples of Ban Na Sai-Ban Mae Wang sub - basin after Parr Formulas treatment.....	225
5.3.2	Detailed information of the coal ranks of the Li basin...	227

STANDARD ABBREVIATIONS FOR LITHOLOGICAL DESCRIPTIONS

WORD	ABBREVIATION	WORD	ABBREVIATION
about	abt	elevation	Elev
above	ab	elongate	elong
absent	abs	embedded	embd
abundant	abd	equivalent	Equiv
altered	alt	extremely	extr
amount	amt	fault (-ed)	Flt,flt,F
and	&	fauna	Fau
angular	ang	feet	Ft
appears	ap	fine (-ly)	f,fnly
as above	a.a.	fissile	fis
assemblage	Assem	flake,flaky	Flk,flk
associated	assoc	flat	fl
at	@	flora	Flo
average	Av,av	foot	Ft
band	Bnd,bnd	formation	Fm
basement	Bm	fracture (-d)	Frac,frac
bed(-ed)	Bd,bd	fragment (-al)	Frag,frag
bedding	Bdg	gastropod	Gast
black(-ish)	blk,blk	generally	gen
blue (-ish)	bl,blsh	good	gd
bottom	Btm	grain (-s,-ed)	Gr,gr
boulder	Bld	granite	Grt
brachiopod	Brach	granule (-ar)	Gran,gran
bright	brt	gravel	Grv
brittle	brit	gray,grey (-ish)	gry,grysh
brown	brn	graywacke	Gwke
calcareous	calc	hard	hd
caliche	cche	high (-ly)	hi
carbonaceous	carb	increasing	incr
cement (-ed,-ing)	Cmt,cmt	interbedded	intb
chert (-y)	Cht,cht	intercalated	intercal
clastic	clas	irregular (-ly)	irr
clay (-ey)	Cl,cly	joint (-ed,-ing)	Jt,jt
claystone	Clst	lamina (-tions,-ated)	Lam,lam
cleavage	Clvg	laterite (-itic)	Lat,lat
coal	C	layer	lyr
coarse	crs	lens,lenticular	Len,lent
cobble	Cbl	light	lt
colour (-ed)	Col,col	limestone	Ls
common	com	lithology (-ic)	Lith, lith
compact	cpct	loose	lse
conchoidal	conch	lower	l
conglomerate (-ic)	Cgl,cgl	lustre	Lstr
consolidated	consol	marl (-y)	Mrl,mrl
contact	Ctc	massive	mass
content	Cont	material	Mat
dark (-er)	dk,dkr	matrix	Mtrx
decrease (-ing)	Decr,decr	maximum	max
dence	dns	medium	m or med
dominant (-ly)	dom	member	Mbr
east	E	middle	Mid

(Continued)

WORD	ABBREVIATION	WORD	ABBREVIATION
moderate	mod	sand (-y)	Sd,sdy
mud (-dy)	md,mdy	sandstone	Sst
north	N	schist (-ose)	Sch,sch
numerous	num	secondary	sec
olive	olv	sediment (-ary)	Sed,sed
orange (-ish)	or,orsh	shale (-ly)	Sh,sh
organic	org	silt(-y)	Sly,slty
part (-ly)	Pt,pt	siltstone	Sltst
parting	Ptg	similar	sim
pebble (-ly)	Pbl,pbl	slate (-y)	Sl,sl
phyllite,phyllitic	Phyl,phyl	slight (-ly)	sli,slily
plant	Plt	small	sml
plastic	plas	soft	sft
pyrite	Pyr,pyr	sorted (-ing)	srt,srtg
quartz (-ose)	Qtz,qtz	south	S
quartzite (-ic)	Qtzt,qtzt	subangular	sbang
rare	r	subrounded	sbrnrd
recrystallized	rexlzd	texture (-d)	Tex,tex
red (-ish)	rd,rdsh	thick	thk
remains	Rem	thin	thn
replaced (-ment)	rep,Repl	top	Tp
residue (-ual)	Res,res	upper	u
resinous	rsns	veinlet	Vnlet
round (-ed)	rnd, rndd	very	v
		waxy	wxy
		well	Wl,wl
		west	W
		white	wh
		with	w/
		without	w/o
		wood	Wd
		yellow	yel,yelsh