

การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏของตะกอนจากแหล่งสะสมด้วยคอเทอร์เซียร์ตอนบน  
ของอ่างฝาง จังหวัดเชียงใหม่



นาย เกรียงศักดิ์ แก้วแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-586-155-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013075

SEDIMENTARY FACIES ANALYSIS OF SOME UPPER TERTIARY DEPOSITS  
OF FANG BASIN, CHANGWAT CHIANG MAI

MR. KRIANGSAK KAEWSANG

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

Department of Geology

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-586-155-5

Copyright of Graduate School, Chulalongkorn University

Thesis Title Sedimentary Facies Analysis of Some Upper  
Tertiary Deposits of Fang Basin,  
Changwat Chiang Mai

By Mr. Kriangsak Kaewsang

Department Geology

Thesis Advisor Assistant Professor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.

---



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

*Thavorn Vajrabhaya* Dean of Graduate School  
(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

..... *Wasant Pongsapich* ..... Chairman

(Assistant Professor Wasant Pongsapich, Ph.D)

..... *Prakong Polahan* ..... Member

(Prakong Polahan, M.Sc.)

..... *Pakdi* ..... Member

(Pakdi Thanvarachorn, Ph.D.)

..... *Ch. Khantaprab* ..... Member

(Assistant Professor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏของตะกอนจากแหล่งสะสมตัวยุค เทอร์เชียรีตอนบนของแอ่งฝาง จังหวัดเชียงใหม่
ชื่อนิสิต	นาย เกรียงศักดิ์ แก้วแสง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ชันทปราบ
ภาควิชา	ธรณีวิทยา
ปีการศึกษา	2530



บทคัดย่อ

แอ่งฝางซึ่งเป็นแอ่งระหว่างภูเขาที่เกิดจากการยุบตัวของหินในมหายุค  
ซีโนโซอิก ตั้งอยู่ตอนเหนือของจังหวัดเชียงใหม่ในภาคเหนือของประเทศไทย  
แอ่งนี้มีรูปร่างคล้ายพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว โดยมีแกนของแอ่งตามแนวยาววางตัว  
ในทิศเหนือตะวันออกเฉียงเหนือ-ใต้ตะวันตกเฉียงใต้ และรูปร่างโค้งของแอ่งชี้  
ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ความกว้างของแอ่งมีค่ามากที่สุด 16 กิโลเมตร  
และความยาวแอ่งประมาณ 50 กิโลเมตร ตัวแอ่งคลุมพื้นที่ประมาณ 575  
ตารางกิโลเมตร

โดยหลักการพื้นฐานแล้ว การศึกษาครั้งนี้กำหนดเป็นเป้าหมายที่จะใช้  
ข้อมูลธรณีสัณฐานพื้นผิวและธรณีสัณฐานใต้พื้นผิว และข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ใน  
การวิเคราะห์ลักษณะปรากฏของตะกอน วิวัฒนาการของแอ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่ง  
ในส่วนของเกี่ยวข้องกับศักยภาพของปิโตรเลียมในแอ่ง การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูล  
จากหลุมเจาะสำรวจ/ผลิตปิโตรเลียมรวม 201 หลุม ซึ่งมีความลึกรวมทั้งสิ้น  
105 กิโลเมตรมาเป็นพื้นฐาน ในบรรดาหลุมเจาะเหล่านี้มี 101 หลุมที่มีข้อมูล  
ธรณีสัณฐานของหลุมเจาะปรากฏอยู่ นอกจากนี้ข้อมูลจากการสำรวจธรณีสัณฐาน  
พื้นผิว อาทิ การตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็กโลก การตรวจวัดค่า

แรงโน้มถ่วง และการตรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบย้อนกลับ ในพื้นที่บางส่วนของแอ่งได้รับการพิจารณาผนวกเข้ากับข้อมูลหลุมเจาะเพื่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ภายในบริเวณแอ่งฝางนั้นพื้นที่ซึ่งได้รับการสนใจเป็นพิเศษคือ บริเวณที่มีการสำรวจ/ผลิตปิโตรเลียมซึ่งมีข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการอยู่คือ ไชยปราการ แม่สูน โป่งนก ห้วยบอน ป่าจ้าว ป่าแดง และ นອງขวาง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 10, 4, 4, 5, 1, 5 และ 1 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

หลักฐานจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์พื้นผิวหลายครั้ง แสดงให้เห็นว่า แอ่งฝางประกอบด้วยแอ่งย่อยภายในแอ่งใหญ่อย่างน้อย 3 แอ่งย่อย เรียงตัวตามแนวยาวของแอ่งใหญ่ คือ แอ่งย่อยห้วยป่าซาง แอ่งย่อยห้วยงู และแอ่งย่อยป่าจ้าว เรียงตัวจากเหนือถึงใต้ ตามลำดับ ความหนาของชั้นตะกอนมหายุคซีโนโซอิก ในแอ่งย่อยทั้งสามมีค่าประมาณ 2,500 เมตร แนวรอยเลื่อนของหินที่ปรากฏอยู่ขอบแอ่งนั้น ปรากฏตัวทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และตะวันตก โดยอย่างน้อยที่สุดมีรอยเลื่อนของหินที่มีขนาดใหญ่ 2 แนว คือ แนวรอยเลื่อนเชียงแสนและแนวรอยเลื่อนแม่ใจ/แม่เมาะซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแนวรอยเลื่อนแม่ทา

โดยทั่วไปลำดับชั้นตะกอนมหายุคซีโนโซอิกของแอ่งฝาง ประกอบขึ้นด้วยตะกอนที่มีกำเนิดบนพื้นทวีปทั้งหมด โดยตะกอนดังกล่าวมีความหนาเพิ่มมากขึ้นทางทิศตะวันตก เข้าหาแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ของหิน ภาพรวมของลักษณะปรากฏของตะกอนในแอ่งประกอบขึ้นด้วย ชั้นหนาของดินตอบนบนสุดและตะกอนลานตะพักน้ำ ตะกอนของแม่น้ำแบบประสาธสายแม่น้ำ-ทะเลสาบ ตะกอนทะเลสาบ/แม่น้ำ-ทะเลสาบ ตะกอนทะเลสาบ ถ่านหิน ตะกอนแอ่งฝางแสดงลักษณะแปรเปลี่ยนทั้งในแนวตั้งและแนวนอนสูงมาก การกระทำของแรงจากภายในโลกต่อพื้นผิวทั้งระดับภูมิภาค และ ระดับท้องถิ่นนั้น เชื่อว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะแปรเปลี่ยนของสภาพแวดล้อมของการสะสมตัว และ ลักษณะปรากฏของตะกอน

ผลผลิตรวมของปิโตรเลียมจากแหล่งน้ำมัน 3 แหล่งในแอ่งฝาง คือ ไชยปราการ แม่สูน โป่งนก ระหว่างปี ค.ศ. 1959 ถึง 1984 คิดเป็น 1.7

ล้านบาร์เรล ลักษณะของน้ำมันดิบที่ผลิตจากแหล่งแม่สูนและโป่งนกเป็นประเภท พาราฟินิก ในขณะที่น้ำมันดิบจากแหล่งไชยปราการเป็นแบบ แอสฟัลติก ความแตกต่างดังกล่าวเชื่อว่ามีส่วนสาเหตุมาจากการสลายตัวทางชีวเคมี และทาง กายภาพ/เคมีภาพ ระหว่างการเคลื่อนย้ายตัวตุติภูมิ

แหล่งหินต้นกำเนิดปิโตรเลียมในแอ่งฝาง คือ ตะกอนที่สะสมตัวใน ทะเลสาบ และ/หรือ แม่น้ำทะเลสาบ สมัยโอลิโกซีน ถึง สมัยไมโอซีน จาก การใช้วิธีของโลปาทินในการประเมินศักยภาพของการเกิดปิโตรเลียม พบว่า ปิโตรเลียมสามารถจะเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ สมัยไมโอซีนตอนหลังขึ้นมา ภายใต้อ ความลึกประมาณ 1,100-1,400 เมตรจากระดับผิวดิน ลักษณะของน้ำมันดิบที่มี ปริมาณซีดีังพาราฟินสูง ชี้บ่งว่า น้ำมันดิบมีต้นกำเนิดจากหินที่สะสมตัวบนพื้นทวีป ภาพรวมของศักยภาพด้านปิโตรเลียมของแอ่งฝางนั้นจัดได้ว่าสูงและมีความเชื่อมั่น สูงว่าจะเป็นแหล่งปิโตรเลียมที่มีคุณค่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับความลึกมากใน บริเวณแอ่งย่อยห้วยงูและแอ่งย่อยป่าจ้าว



Thesis Title        Sedimentary Facies Analysis of Some Upper  
                         Tertiary Deposits of Fang Basin,  
                         Changwat Chiang Mai

Name                 Mr. Kriangsak Kaewsang

Thesis Advisor     Assistant Professor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.

Department         Geology

Academic Year     1987

#### ABSTRACT

The Fang basin, a Cenozoic fault-bounded intermontane basin, is located in the northern part of Changwat Chiang Mai, Northern Thailand. The basin has a crescent shape with longitudinal axis oriented in the NNE-SSW direction, convexing towards the NW. The maximum width is about 16 kms, and the length of basin is about 50 kms, covering approximately 575 square kms area.

Basically, the present investigation aims at utilizing the surface and subsurface geophysical as well as geological data to analyse the sedimentary facies, basinal evolution with respect to the petroleum potential within the basin. Altogether 201 exploration/production drill-holes of totally 105 kms in length, among these, 101 drill-holes with geophysical logs available are employed in the investigation. Besides, surface geophysical survey data, namely, magnetic, gravity, and seismic of certain parts of the basin are being used to supplement the drill-

hole data.

Within the Fang basin, attention has been focussing upon seven petroleum exploration/production areas where data are available, namely, Chaiprakarn, Mae Soon, Pong Nok, Huai Bon, Pa Ngew, Pa Daeng, and Nong Khwang, covering approximately 10, 4, 4, 5, 1, 5, and 1 square kms area, respectively.

Evidences from the ground geophysical surveys, reveal that there are at least three separate sub-basins or depression elongated in the basinal axis of the Fang basin, notably, Huai Pa Sang, Huai Ngu, and Pa Ngew from north to south, respectively. The thicknesses of Cenozoic sedimentary sequences in three sub-basins are approximately 2,500 metres. The major basin-bounded faults are in the northwestern and western margin of the basin. At least 2 major faults, namely, Doi Kia Fault which is a part of Chiang Saen Fault Zone, and Mae Chai/Mae Mao Faults which is a part of the Mae Tha Fault Zone are recognized.

Generally, the Cenozoic sedimentary sequence of the Fang basin are exclusively non-marine origins thickening west-wardly toward the major basin-bounded faults. The overall sedimentary facies of the Fang basin are generally characterized as surficial top soil and terrace deposits, fluvial of braided system/fluvio-lacustrine, lacustrine/fluvio-lacustrine, lacustrine, coal



swamp, lacustrine, and fluviatile of meandering system, in descending order. The sedimentary facies within the Fang basin show high degree of variation of both vertical and lateral facies changes. The regional and local tectonism are believed to be the major controlling factor of the variation in the depositional environment and hence sedimentary facies.

The total petroleum production from three main oil pools, namely, Chaiprakarn, Mae Soon, and Pong Nok, during 1959 to 1984 are 1.7 million barrels. The characteristics of the crude oil produced from Mae Soon and Pong Nok oil pools is paraffinic base, whereas from Chaiprakarn is asphaltic base. The difference in the crude oil characteristics is probably due to the bio-chemically and physico-chemically degradation during the secondary migration.

The petroleum source rocks of the Fang basin are exclusively of lacustrine and/or fluvio-lacustrine facies of Oligocene to Miocene Epoch. Upon the application of Lopatin's method, the petroleum can be generated from late Miocene onwards under the depth of approximately 1,100 to 1,400 metres. The crude oil characteristics particularly regarding the low sulphur content and high paraffin wax strongly indicate that the petroleum is of non-marine origin. The overall petroleum potential of the Fang basin is considered to be high and promising particularly at greater depths in the vicinity of Huai Ngu

and Pa Ngew sub-basins.



## ACKNOWLEDGEMENTS

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

The author is highly indebted to the Department of Geology as well as Graduate School of Chulalongkorn University, particularly to Assistant Professor Dr. Wasant Pongsapich, for the financial support during the course of study and providing all necessary research facilities.

The author is grateful to the Department of Defence Energy for the permission to study in the Fang basin. Special recognition and thanks are due to the staff of the Geology Section, Division of Raw Material Exploration and Production, namely, Group Captain Vichai Sivaborvorn, Lieutenant Colonel Tawan Chuenchum, Lieutenant Colonel Noparat Sethakul, Major Prasit Somboon, Captain Narit Kheokao, Lieutenant Narong Kruepang, Sub-Lieutnant Vidhya Pimsarn and Miss Pannee Uttasree for their kind assistance during data acquisition and field reconnaissance programme.

In addition, the author wishes to thank Mr. Saenggathit Chuaviroj, Mr. Saman Chaturongkawanich of

Geological Survey Division, Mr. Amuaychai Thienprasert of Economic Geology Division, and Mr. Somkiet Janmaha of Mineral Fuel Division of the Department of Mineral Resources for thier fruitful discussions and providing valuable information and 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. Prasert Chimcharean, Mr. Mongkon Ponchunchoovong, and Mr. Nopadon Chinabutr for their assistance in the preparation of the illustrations and mechanical production of the thesis. No thesis can be completed without the help and encouragement of the parents, friends and others who put up so much efforts to the author as well.



CONTENTS

	page
ABSTRACT IN THAI.....	i
ABSTRACT IN ENGLISH.....	vii
ACKNOWLEDGEMENTS.....	xi
CHAPTER	
I. INTRODUCTION.....	1
1.1 The Study Area.....	3
1.2 Objective of the Study.....	5
1.3 Scope and Study Methodology.....	5
1.4 Previous Investigations.....	19
II. GEOLOGY.....	40
2.1 Physiography.....	40
2.2 Geological Setting of Northern Thailand.....	43
2.3 Structural Framework.....	51
2.4 Geology of the Fang Basin.....	57
2.4.1 Basin Configuration.....	63
2.4.2 Tertiary Stratigraphy.....	73
2.4.3 Paleontology and Age Indication	88
2.5 Geological Evolution.....	91
III. SUBSURFACE GEOLOGY OF THE FANG BASIN.....	97
3.1 Lithological Sequence.....	98
3.1.1 Chaiprakarn Area.....	98
3.1.2 Mae Soon Area.....	101

3.1.3	Pong Nok Area.....	106
3.1.4	Huai Bon Area.....	113
3.1.5	Pa Ngew Area.....	120
3.1.6	Pa Daeng Area.....	127
3.1.7	Nong Khwang Area.....	134
3.2	Sedimentary Facies.....	142
3.2.1	Chaiprakarn area.....	146
3.2.2	Mae Soon Area.....	149
3.2.3	Pong Nok Area.....	158
3.2.4	Huai Bon Area.....	169
3.2.5	Pa Ngew Area.....	172
3.2.6	Pa Daeng Area.....	175
3.2.7	Nong Khwang area.....	179
3.3	Intrabasinal Structures.....	185
IV.	LITHOSTRATIGRAPHY AND TECTONIC SEDIMENTATION	201
4.1	Proposed Lithostratigraphy of the Fang Basin.....	202
4.1.1	A-Formation.....	203
4.1.2	B-Formation.....	205
4.1.3	C-Formation.....	207
4.2	Major Tectonic Framework of the pre-Tertiary Period.....	212
4.3	Formation and Classification of the Fang Basin.....	214
4.4	Fang Basin Evolution.....	216
V.	PETROLEUM GEOLOGY OF THE FANG BASIN.....	221
5.1	Petroleum Exploration and Production Records.....	222

5.2	Fang Crude Oil Characteristics.....	226
5.3	Source-Rock and Reservoir-Rock Facies.	230
5.4	Petroleum Generation Potential of the Fang Basin.....	240
5.5	Petroleum Potential of the Fang Basin.	257
VI.	CONCLUSION. ....	260
	REFERENCES.....	265
	APPENDICES.....	283
	BIOGRAPHY.....	291

## LIST OF TABLES

Table		Page
2.4.a	Data from deep drill-holes penetrating the basement illustrating the depth to the basement and lithological characteristics of the pre-Cenozoic basement rocks.....	66
2.4.2.a	Stratigraphy of the Fang basin (Sherman, 1959).....	74
2.4.2.b	Stratigraphy of the Fang basin (RALB, 1959)..	75
2.4.2.c	Stratigraphy of the Fang basin summarized from Buravas (1970). ....	78
2.4.2.d	The Cenozoic sequence of the Fang and Chiang Mai areas (Buravas, 1973b.).....	79
2.4.2.e	Stratigraphic classification of the Fang basin summarized from Piyasin (Piyasin, 1979)	81
2.4.2.f	Stratigraphy of the Fang basin (Snansieng et. al., 1983).....	85
2.4.2.g	The lithostratigraphy of the Pong Nok oil pool of the Fang basin (Sethakul et. al., 1984 and Sethakul, 1985).....	85
2.4.2.h	The lithostratigraphy of the Mae Soon oil pool of the Fang basin (Sethakul, 1985).....	86
4.1.1	Lithostratigraphy and sedimentary facies of the lower most, "A-Formation", of the Cenozoic sequence of the Fang basin.....	206



4.1.2	Lithostratigraphy and sedimentary facies of the middle part, "B-Formation", of the Cenozoic sequence of the Fang basin.....	208
4.1.3.a	Lithostratigraphy and sedimentary facies of the uppermost part, "C-Formation", of the Cenozoic sequence of the Fang basin.....	209
4.1.3.b	Comparative stratigraphic classifications and nomenclatures of Cenozoic deposits of the Fang basin.....	211
4.1.3.c	Tentative lithostratigraphic correlation of the Fang, Mae Sot, Phitsanulok, and Pattani basins.....	213
5.1.a	Properties of the crude oil from the Chaiprakarn, Mae Soon, and lower pay zone of Pong Nok areas of the Fang basin.....	228
5.3.a	Definitions pertinent to source rock (Barker, 1980).....	235
5.3.b	Physical properties and fluid content of H-Sand by Core Lab Inc., Singapore (1984).....	239
5.4.a	Heat flow and geothermal gradient of the Fang basin (Thienprasert et al., 1983, 1984).....	242
5.4.b	TTI values of the drill-hole B-33 of the Chaiprakarn area.....	248
5.4.c	TTI values of the drill-hole IF-22-35 of the Mae Soon area.....	252

5.4.d TTI values of the drill-hole IF-1-16 of  
the Pong Nok area..... 253

5.4.e Coal rank of some coal seams of the Fang  
basin according to ASTM Coal Rank  
Classification (1981)..... 256

## LIST OF FIGURES

Figure		Page
1.1.a	Index map of the study area.....	4
1.1.b	Location map of the Fang basin.....	6
1.3.a	Map showing the petroleum exploration/ production areas of the Fang basin.....	13
1.3.b	Drill-hole location map of Chaiprakarn area..	14
1.3.c	Drill-hole location map of Mae Soon area....	15
1.3.d	Drill-hole location map of Pong Nok area.....	16
1.3.e	Drill-hole location map of Pa Ngew area.....	17
1.3.f	Drill-hole location map of Pa Daeng area.....	17
1.3.g	Drill-hole location map of Huai Bon area.....	18
1.3.h	Drill-hole location map of Nong Khwang area..	18
1.3.i	Flow-chart illustrating the methodology and steps of work in the analysis of the Fang basin.....	20
1.4.a	The geological map of the Fang basin.....	23
1.4.b	The geological cross-section of the Fang.....	24
1.4.c	The geological map of the Fang basin.....	28
2.1	Topographic map of Fang catchment basin.....	42
2.2.a	The geological map of Northern Thailand.....	44
2.2.b	The generalized stratigraphic columns of Northern Thailand.....	46
2.2.c	The contour map of terrestrial heat flow in Northern Thailand.....	52

2.3.a	Major tectonic features of mainland Southeast Asia.....	53
2.3.b	Structural map of Northern Thailand.....	54
2.3.c	Photolineament map of the Fang basin and adjacent areas.....	56
2.4.a	The geological map of the Fang basin and adjacent areas.....	58
2.4.1	Bouguer gravity map showing three sub-basins within the Fang basin.....	64
3.1.1	The representative subsurface lithological sequence of the Chaiprakarn area.....	102
3.1.2	The representative subsurface lithological sequence of the Mae Soon area.....	107
3.1.3	The representative subsurface lithological sequence of the Pong Nok area.....	114
3.1.4	The representative subsurface lithological sequence of the Huai Bon area.....	121
3.1.5	The representative subsurface lithological sequence of the Pa Ngew area.....	128
3.1.6	The representative subsurface lithological sequence of the Pa Daeng area.....	135
3.1.7	The representative subsurface lithological sequence of the Nong Khwang area.....	143
3.2.1.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Chaiprakarn area.....	150
3.2.1.b	Representative sedimentary facies profile of the Chaiprakarn area line 1.....	151

3.2.1.c	Representative sedimentary facies profile of the Chaiprakarn area line 2.....	152
3.2.1.d	Representative sedimentary facies profile of the Chaiprakarn area line 3.....	153
3.2.1.e	Representative sedimentary facies profile of the Chaiprakarn area line 4.....	154
3.2.2.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Mae Soon Area.....	159
3.2.2.b	Representative sedimentary facies profile of the Mae Soon area line 1.....	160
3.2.2.c	Representative sedimentary facies profile of the Mae Soon area line 2.....	161
3.2.2.d	Fence diagramme of Cenozoic sequence of Mae Soon area.....	162
3.2.3.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Pong Nok area.....	167
3.2.3.b	Representative sedimentary facies profile of the Pong Nok area.....	168
3.2.4.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Huai Bon area.....	171
3.2.5.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Pa Ngew area.....	176
3.2.5.b	Representative sedimentary facies profile of the Pa Ngew area.....	177
3.2.6.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Pa Daeng area.....	180
3.2.7.a	Subsurface sedimentary facies and depositional environment of the Nong Khwang area.....	186

3.3.a	Structural map of upper surface of meandering fluvial facies of lower part of the Cenozoic sequence of Chaiprakarn area.....	189
3.3.b	Structural map of upper surface of lower fluvio-lacustrine facies of Mae Soon area....	190
3.3.c	Structural map of upper surface of G-Sand of fluvio-lacustrine facies of Mae Soon area....	191
3.3.d	Structural map of upper surface of H-Sand of fluvio-lacustrine facies of Mae Soon area....	192
3.3.e	Structural map of upper surface of uppermost lacustrine facies of Pong Nok area.....	193
3.3.f	Magnetic anomaly map of Fang basin.....	194
3.3.g	Vertical gradient map of Fang basin.....	195
3.3.h	Tentative structural map of pre-Tertiary basement of Fang basin of Fang basin.....	196
3.3.i	Structural map of pre-Tertiary basement of the southern part of Huai Ngu sub-basin.....	197
3.3.j	Structural map of the middle Tertiary horizon of the southern part of Huai Ngu sub-basin.....	198
3.3.k	Structural map of the upper Tertiary horizon of the southern part of Huai Ngu sub-basin...	199
3.3.l	Isopach map of the Tertiary deposits of the southern part of Huai Ngu sub-basin.....	200
4.4.a	The geological evolution of the Fang Basin in terms of tectonic sedimentation.....	220
5.1.a	Drilling exploration/production of the Fang basin up to 1986.....	224

5.1.b	Petroleum production records of the Fang basin up to 1984.....	225
5.2.a	Ternary diagram showing the classification of oils.....	231
5.2.b	Ternary diagram of the Fang crude oil composition, comparing with the principle field of occurrence of crude oil from marine and non-marine origin.....	231
5.3.c	Ternary diagram showing the trends of alteration and thermal maturation of the Fang crude oils.....	232
5.4.a	Relationships between the subsurface temperature and depth of the drill-hole B-33 of the Chaiprakarn area.....	246
5.4.b	Relationships between the subsurface temperature and depth of the drill-hole IF-20-35 of the Mae Soon area.....	247
5.4.c	Relationships between the subsurface temperature and depth of the drill-hole IF-1-16 of the Pong Nok area.....	248
5.4.d	Geological model of drill-hole B-33 of the Chaiprakarn area.....	249
5.4.e	Geological model of drill-hole IF-20-35 of the Mae Soon area.....	250
5.4.f	Geological model of drill-hole IF-1-16 of the Pong Nok area.....	251
5.4.g	Main stage of evolution of the organic matter.....	258

5.4.h	Comparing isoprenoids with n-C17 and n-C18 alkanes of the Mae Soon crude oil. Pristane is taken as unit for comparison pristane/n-C17, phytane/n-C18, and pristane/phytane ratios.....	258
-------	--	-----