

กรณีศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติและรูปแบบของภูมิลักษณะจากแม่น้ำโขงบริเวณสามพันโบก
อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี

นายปภณ รักษาธรรม

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

GEOMORPHOLOGY AND PATTERNS OF POT-HOLES FROM
THE MEKONG RIVER, SAM PUN BOK, AMPHOE PHO SAI,
CHANGWAT UBONRATCHATHANI

MR. PAPON RAKSATHAM

A REPORT IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF THE BACHERLOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF GEOLOGY, CHULALONGKORN UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2013

วันที่ส่ง/...../.....

วันที่อนุมัติ/...../.....

.....
(รศ.ดร. มนต์รี ชูวงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อหัวข้อ : ธรณีฐานฐานวิทยาและรูปแบบของกุมภลักษณ์จากแม่น้ำโขงบริเวณสาม
พันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี

ผู้ทำการศึกษา : นายปภณ รักษาธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.มนตรี ชูวงศ์

ที่ปรึกษาร่วม : อ.ดร.วิชัย จุฑะโกสิทธิกานนท์

ปีการศึกษา : 2556

บทคัดย่อ

แหล่งสามพันโบก เป็นพื้นที่ที่มีกุมภลักษณ์ หรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า “โบก” กระจายตัวอย่างมากภายในชั้นหินทรายหมวดหินภูพาน อย่างไรก็ตามการศึกษาเชิงลึกทางด้านธรณีฐานฐานวิทยาในพื้นที่รวมถึงการจำแนกลักษณะกุมภลักษณ์ นั้นมีค่อนข้างน้อย อีกทั้งการตั้งอุทยานธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่สามพันโบก จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลการทำงานหรือวิวัฒนาการของแม่น้ำโขงในพื้นที่ซึ่งมีการเกิดของกุมภลักษณ์ การจำแนกรูปแบบของกุมภลักษณ์ วิเคราะห์การเกิด รวมทั้งหาความสัมพันธ์กับสภาพธรณีฐานฐานวิทยา เพื่อการเผยแพร่ข้อมูลธรณีวิทยาในพื้นที่

หินทรายในพื้นที่ศึกษาเป็นหินทรายเนื้อทรายหยาบปนเม็ดกรวด ชั้นหินด้านบนสุดที่พบกุมภลักษณ์มีเนื้อค่อนข้างละเอียดหรือมีขนาดเม็ดตะกอนที่เท่าๆกัน มีความหนาตั้งแต่ 1-3 เมตร พบโครงสร้างชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ พบมีเม็ดกรวดเรียงตัวตามแนวชั้นเฉียงระดับ ตำแหน่งที่พบกุมภลักษณ์อย่างมากมายนั้น พบว่าชั้นหินมีมุมเอียงเทที่ต่ำมากหรือน้อยกว่า 5 องศา และพบว่ากุมภลักษณ์มีการกระจายตัวอยู่ประมาณกลางโครงสร้างแบบประทุนหางของชั้นหินที่มีแม่น้ำโขงตัดผ่านจากแนวทิศเหนือไปสู่ทิศใต้ ซึ่งจากการวิเคราะห์การกัดแกว่งของทางน้ำพบว่ามี การเปลี่ยนแปลงหรือวิวัฒนาการในแนวระดับน้อยมาก

ผลการวิเคราะห์รูปแบบของกุมภลักษณ์โดยคำนึงถึงปัจจัยทางธรณีวิทยาของชั้นหิน ลักษณะปรากฏของเนื้อหิน โครงสร้างตะกอนในชั้นหิน และโครงสร้างทางธรณีวิทยาสามารถจำแนกรูปแบบของกุมภลักษณ์ ได้ 6 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบหม้อกลม 2) รูปแบบแนวโค้งยาว 3) รูปแบบสระน้ำขนาดใหญ่ 4) รูปแบบโพรงถ้ำคล้ายหลุมยุบ 5) รูปแบบเส้นตรงเชื่อมต่อกัน 6) รูปแบบร่องน้ำรูปตัวยู หรือแคนยอน

คำสำคัญ : แม่น้ำโขง, แหล่งสามพันโบก, หมวดหินภูพาน, วิวัฒนาการของแม่น้ำ,
กุมภลักษณ์

Title: Geomorphology and patterns of pot-holes from the Mekong River, SamPun Bok, Amphoe Pho Sai, ChangwatUbonRatchathani

Researcher: Papon Raksatham

Advisor: Assoc. Prf. MontriChoowong

Co Advisor: Dr. VichaiChutakositkanon

Academic year: 2013

Abstract

Sam Pun Bok area is characterized by widespread of pot-holes or “Bok” in Thai. The pot-holes in this area are found relatively in PhuPhan Formation. However, there are little documents for geomorphic study of the pot-hole formation in this area. In addition, studying of pot-hole formation, paleo-evolution and avulsion of the Mekong river, identifying pot-hole pattern and relationship between geomorphology and pot-hole will bring a great information for geo-park establishing.

Pot-hole in this area occurs extensively in place where the bedding of sandstone of PhuPhan Formation lying as sub-horizontal beds (less than 5 degree). These sandstone beds are located just in the middle part of almost east-west syncline axis where the Mekong river cutting across the beds from almost north-south direction and the analysis of the development or avulsion of the Mekong river showed that is changed in a very low level. Pebbly sandstone here contains mega cross-bedding and trough cross-bedding with the thickness of each bed ranging between 1-3 m.

Patterns of pot-hole are classified based on their morphology, texture, sedimentary and geological structure as 1) single pot shape, 2) long curve shape, 3) large pool shape 4) sink-hole like cave, 5) straight and connect shape and 6) U-shape valley or canyon

Keywords : Mekong river, Sam Pun Bok, Phu Phan Formation, Avulsion, Pothole

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.มนตรี ชูวงศ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร. วิชัย จูทะโกสิทธิ์กานนท์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้ความรู้ คำแนะนำ คำติชม รวมทั้งให้โอกาสในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์ที่คอยให้ข้อมูล และคำปรึกษาในการทำงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผศ.ดร.ฐาสินี เจริญสุธีรัตน์ อาจารย์ ดร. สันติ ภัยหลบลี้ และดร.สุเมธ พันธุ์วงศ์ราช

ขอขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัยในการสำรวจภาคสนามจากกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ขอขอบพระคุณคุณอาจารย์ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้สั่งสอนอบรมความรู้ ตลอดจนคำแนะนำ คำปรึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ GEO'54 ทุกคน ที่ให้กำลังใจทำให้มีผลต่อการทำวิจัยครั้งนี้ โดยเฉพาะ นายสหพล พงษ์เพียรสกุล นายภูวน ชัยขจรวัฒน์ และนางสาวสิริประภา คุณาสุธีรัตน์ ที่คอยช่วยเหลือในการทำรายงานการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ทางผู้ศึกษาต้องขอขอบคุณต้นสังกัด คือ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนด้านการเดินทาง รถยนต์ที่ใช้ในการสำรวจ รวมทั้งห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการทำงานวิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูปภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 นิยามปัญหา	2
1.3 สมมติฐาน	2
1.4 วัตถุประสงค์	2
1.5 ขอบเขตการศึกษา	2
1.6 พื้นที่ศึกษา	3
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.8 ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	8
2.1 ระเบียบวิธีวิจัย	8
2.2 การรวบรวมข้อมูล และจัดทำแผนที่ต้นร่าง	11
บทที่ 3 ผลการดำเนินงาน	17
3.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำโขงจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม	17
3.2 ผลการศึกษาวิจัยเชิงลึกทางธรณีฐานวิทยา	18

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 อภิปรายผล	20
4.1 บทวิเคราะห์ลักษณะเด่นหรือรูปแบบของการเกิดแหล่งสามพันโบก	20
4.2 บทวิเคราะห์วิวัฒนาการธรณีฐาน	31
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	34
เอกสารอ้างอิง	35

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูป 1.1 ภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google earth แสดงกรอบพื้นที่ศึกษา อุทยานสามพันโบก	3
รูป 1.2 หินก้อนที่เป็นตัวการในการขัดถู (grinder) ภายในกุมภลักษณ์ที่เป็นได้ ตั้งแต่ขนาดเล็ก pebble ถึงขนาดใหญ่ boulder (Alexander, 1932)	6
รูป 1.3 การวิวัฒนาการธรณีสัณฐาน ของการเกิดโบกหรือกุมภลักษณ์ในลักษณะทั่วไป (Marek W. Lorenc et al, 1994)	6
รูป 1.4 กุมภลักษณ์ที่เกิดหลายระดับแสดงความต่อเนื่องของการปรับระดับที่องน้ำ ที่อาจพบสะพานหินธรรมชาติ (natural bridge) ได้ (Netoff et al., 1980)	7
รูป 2.1 ภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณพื้นที่สามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ปี1999 และ 2009	11
รูป 2.2 แผนที่แสดงภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google Earth ครอบคลุมบริเวณ พื้นที่สามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ปี 2006	12
รูป 2.3 แผนที่ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ปี2551 มาตรฐาน 1:50,000	12
รูป 2.4 แผนที่ธรณีวิทยาดันร่าง มาตรฐาน 1:50,000	13
รูป 2.5 กรอบแผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาดันร่าง มาตรฐาน 1:50,000	14
รูป 2.6 กรอบพื้นที่สามพันโบก มาตรฐาน 1:4,000	15
รูป 3.1 แผนที่การเปลี่ยนแปลงแม่น้ำโขง พื้นที่สามพันโบก มาตรฐาน 1:4,000	17

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูป 3.2 แผนที่ธรณีฐานธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และครอบคลุมสภาพธรณีฐานไปจนถึงฝั่งสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวที่ได้จากการแปลข้อมูลภาพถ่ายเทียม	18
รูป 3.3 แผนที่แสดงการกระจายตัวของกุ่มลักษณะ (pot-holes) ในบริเวณสามพันโบก ที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายเทียมเชิงพื้นที่ สำหรับช่วยในการจำแนกรูปแบบ กุ่มลักษณะในระดับรายละเอียด และช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับ ปัจจัยทางธรณีวิทยา	19
รูป 4.1 โบกหรือกุ่มลักษณะที่เกิดตามปกติบนพื้นผิวของหินทรายหมวดภูพานที่วางตัว เกือบราบ และมีเนื้อหินที่แสดงขนาดตะกอนใกล้เคียงกัน (Homogenous texture)	21
รูป 4.2 โมเดลแสดงวิวัฒนาการการเกิด ของโบกรูปแบบหม้อกกลม	22
รูป 4.3 โบกหรือกุ่มลักษณะที่มีวิวัฒนาการตามแนวรอยแตกที่เป็นระบบ (Joint system) โดยแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อกันของหลายๆตัวตามแนวรอยแตก (รูปซ้าย) และแนวร่องน้ำที่ดูเหมือนเชื่อมต่อกันโบกหลายโบกที่พัฒนาตัวร่องตามแนวรอย ต่อของแนวโครงสร้างเชิงระดับขนาดใหญ่ (รูปขวา)	23
รูป 4.4 โบกหรือกุ่มลักษณะที่เกิดตามแล้วโครงสร้างของชั้นหิน รอยต่อระหว่างชั้นหิน และรอยต่อระหว่างชั้นเชิงระดับขนาดใหญ่ โบกที่มีการพัฒนาอยู่ในกรณีนี้จะไม่ค่อยมีรูปร่างกลมและไม่ลึก	24
รูป 4.5 โมเดลแสดงการเกิดของโบก รูปแบบเส้นตรงเชื่อมต่อกัน และรูปแบบแนวโค้งยาว ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบมีลักษณะการเกิดและวิวัฒนาการที่คล้ายกัน แตกต่างกันที่แนวเส้น หรือรูปแบบของweak zone เช่น รอยแตก รอยแยก หรือรอยต่อของ mega cross-bedding ด้วยเหตุนี้ทำให้ได้รูปแบบของกุ่มลักษณะออกมาแตกต่างกัน	25
รูป 4.6 โบกหรือกุ่มลักษณะที่เกิดซ้ำในโบกเดิม จนเชื่อมต่อกันจนเป็นสระน้ำขนาดใหญ่	26

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูป 4.7 โมเดลแสดงการเกิดและวิวัฒนาการของโบก รูปแบบสระน้ำใหญ่ (Large pool shape)	27
รูป 4.8 โบกหรือกukulักษณะที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันหลายโบกแล้วค่อยมีการพัฒนาการ การกัดเซาะในแนวดิ่ง (รูปซ้าย) หรือเกิดซ้ำๆในโบกเดิมอย่างต่อเนื่องซ้ำซ้อนจน ทะลุเชื่อมต่อกันเป็นโพรง (รูปขวา) แสดงถึงความต่อเนื่องของการกัดเซาะ ในขณะที่ระดับน้ำโขงท่วมเข้ามาและมีการเปลี่ยนระดับน้ำในแม่น้ำ	28
รูป 4.9 โบกที่เกิดในร่องน้ำเดิมเชื่อมต่อกันกว้างใหญ่และลึกมากขึ้น	29
รูป 4.10 โบกที่เชื่อมต่อกันเป็นแนวยาวลึกจนเป็นรูปตัวยูคล้ายร่องน้ำแนวตรงหรือคล้าย แคนยอน	30
รูป 4.11 พื้นที่ศึกษาเป็นส่วนต่อเนื่องจากแนวคดโค้งของเทือกเขาภูพานการสลับกันของ โครงสร้างประทุนคว่ำและประทุนหงายในพื้นที่ศึกษาและบริเวณโดยรอบน่า จะเป็นผลมาจาก Himalayan Orogeny	31
รูป 4.12 ภาพดาวเทียมแสดงให้เห็นแหล่งสามพันโบกเกิดบริเวณตอนกลางแอ่งของ โครงสร้างแบบประทุนหงาย (Syncline) ซึ่งโบกส่วนใหญ่พบในหมวดหินภูพาน ที่มีมุมเอียงเตต่าหรือเกือบแนวระดับ	32
รูป 4.13 แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษา โทนแดง ส้ม เขียว และเหลือง แสดง ความสูงของพื้นที่จากสูงไปต่ำ พบธรณีสัณฐานแบบเคสตา (Cuesta) และ เขายอดราบ (Mesa) ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ พร้อมแบบจำลองแสดง โครงสร้างประทุนคว่ำ (Anticline) ที่พบบริเวณด้านใต้ของพื้นที่เป็นการโค้งตัว ของหมวดหินภูกระดึง พระวิหาร และเสาชรั้ว ส่วนโครงสร้างประทุนหงาย (Syncline) จะพบบริเวณตอนกลางของพื้นที่	33

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ธรณี地貌วิทยา (Geomorphology) เป็นสาขาหนึ่งของธรณีวิทยาที่ว่าด้วยพื้นผิวของโลก ซึ่งประมวลเอาทั้งรูปร่างธรรมชาติ กระบวนการเกิด การปรับสภาพของพื้นผิวโลก ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่พบเห็นได้ในปัจจุบัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาธรณี地貌วิทยาสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานหลายๆ ด้าน เช่น ด้านสำรวจแหล่งโบราณคดี ด้านการสำรวจหาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ การสำรวจพิบัติภัยต่างๆ ตลอดจน อธิบายกลไกการทำงานของน้ำ ลม ธารน้ำแข็งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงเป็นการดีที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับธรณี地貌วิทยา โดยมุ่งเน้นไปที่กระบวนการของธารน้ำแข็ง ซึ่งนับว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชาชนไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

แม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำสายหนึ่งที่สำคัญมากต่อประชากรชาวไทย เป็นแม่น้ำสายที่มีจุดกำเนิดมาจากประเทศจีน ประมาณครึ่งหนึ่งของลำน้ำ (2,373 กิโลเมตร) อยู่ในส่วนที่เรียกว่า “ลุ่มน้ำโขงตอนล่าง” ไหลผ่าน 4 ประเทศ คือ ลาว ไทย กัมพูชา และเวียดนามพื้นที่ลุ่มน้ำในส่วนนี้เป็นที่อยู่อาศัยของผู้คนของทั้ง 4 ประเทศจำนวนประมาณ 62 ล้านคน เท่าๆกับประชากรในปัจจุบันของประเทศไทย

การศึกษาในครั้งนี้มีพื้นที่ศึกษาที่บริเวณสามพันโบก ตำบลเหล่างาม อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งจากการศึกษาวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาพื้นที่ดังกล่าวในเชิงลึกอยู่น้อยมาก รวมทั้งจากการที่กรมทรัพยากรธรณีและกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มีนโยบายจัดตั้งให้พื้นที่สามพันโบกเป็นอุทยานธรณีวิทยาแห่งแรกของประเทศไทย และในอนาคตจะยื่นต่อองค์การยูเนสโก (UNESCO) เพื่อพัฒนาสู่อุทยานธรณีวิทยาระดับโลกต่อไป โดยผู้ทำวิจัยเห็นว่าในพื้นที่ดังกล่าวมีการโค้งตัวของแม่น้ำโขงที่ค่อนข้างชัดเจน และมีการวิวัฒนาการของกุ่มถ้ำลักษณะ (Potholes) ที่น่าสนใจ

ด้วยเหตุนี้ทางผู้ทำวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษากระบวนการทำงานและวิวัฒนาการของแม่น้ำโขง รวมทั้งความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของธรณี地貌แม่น้ำโขงกับลักษณะของกุ่มถ้ำลักษณะ ซึ่งมีลักษณะหลากหลายรูปแบบ ซึ่งการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลโทรสัมผัสรวบรวมข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อเปรียบเทียบลักษณะธรณี地貌ของแม่น้ำ และหาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการดังกล่าวไว้แล้วข้างต้นได้

1.2 นิยามปัญหา

ธรณีฐานที่ เกิดจากการโค้งตัวกวัดแกว่งของแม่น้ำโขง และโครงสร้างต่างๆในพื้นที่มีผลต่อรูปร่างและการเกิดของกุ่มภักษณ์หรือไม่ อย่างไร

1.3 สมมติฐาน

สภาพธรณีฐานวิทยาและธรณีวิทยาของแม่น้ำโขงมีผลต่อการเกิดกุ่มภักษณ์

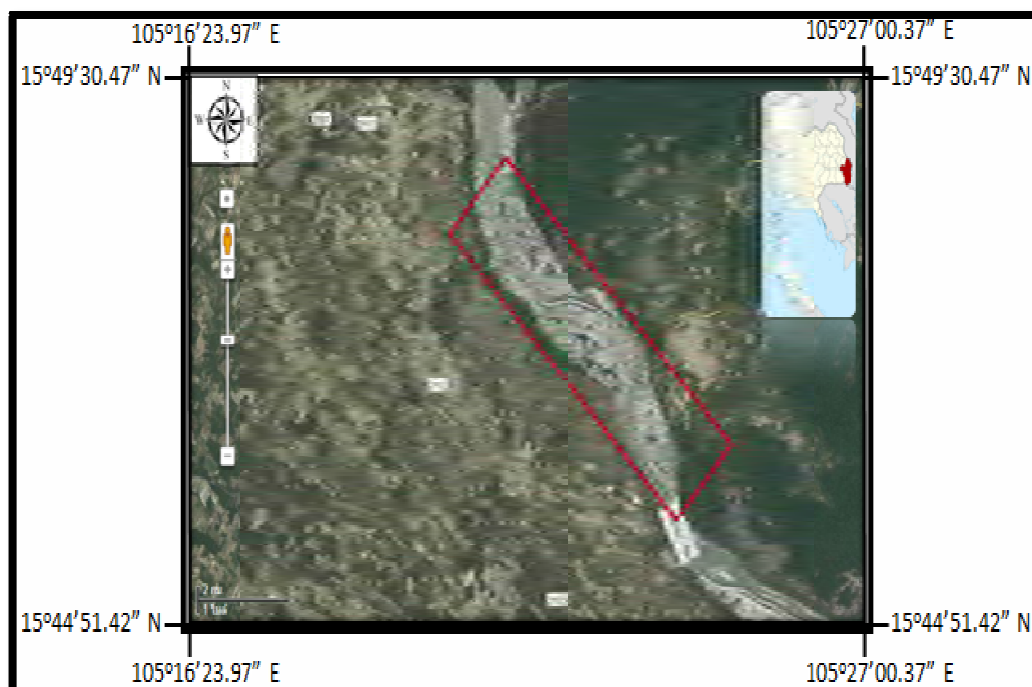
1.4 วัตถุประสงค์

1. สำรวจธรณีฐานและธรณีวิทยาตามแนวแม่น้ำโขงที่พบกุ่มภักษณ์
2. จำแนกชนิดกุ่มภักษณ์ วิเคราะห์การเกิดและความสัมพันธ์กับสภาพธรณีฐานวิทยาและธรณีวิทยา

1.5 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาธรณีฐานและความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของธรณีฐานและกุ่มภักษณ์จากพื้นที่กวัดแกว่งของแม่น้ำโขง บริเวณสามพันโบก ตำบลเหล่างาม อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี โดยการแปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม

1.6 พื้นที่ศึกษา



รูป 1.1 ภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google earth แสดงกรอบพื้นที่ศึกษา
(กรอบสีแดง) อุทยานสามพันโบก

ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

สามพันโบก ตั้งอยู่ในพื้นที่บ้านโป่งเป่า ตำบลเหล่างาม อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี บริเวณพิกัดที่ 0542319 ตะวันออก 1746386 เหนือ ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50000 ระวังอำเภอโพธิ์ไทร (6040 I) บริเวณริมแม่น้ำโขงฝั่งประเทศไทย

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงวิวัฒนาการการกวัดแกว่งของแม่น้ำโขง
2. สามารถจำแนกรูปแบบของกุ่มลักษณะ โดยอาศัยปัจจัยต่างๆทางธรณีวิทยา
3. ทราบถึงความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการระหว่างการเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานของแม่น้ำและการเปลี่ยนแปลงลักษณะของกุ่มลักษณะ

1.8 ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการและการกวัดแกว่งของทางน้ำ ได้มีการศึกษาของ Kummu และคณะ (2007) เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของตลิ่งแม่น้ำโขง โดยใช้วิธีโทรมัสต์ส บริเวณเวียงจันทร์และหนองคาย ซึ่งใช้แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายทางดาวเทียม โดยถ่ายในปี 2004 และ 2005 มาเปรียบเทียบและสังเกตบริเวณริมตลิ่งที่ถูกกัดเซาะรวมทั้งการสะสมตัวของตะกอน ซึ่งผลที่ได้เป็นอัตราการเฉลี่ยของการกวัดแกว่งของแม่น้ำโขงแต่ละปี ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการศึกษา สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานศึกษานี้ได้

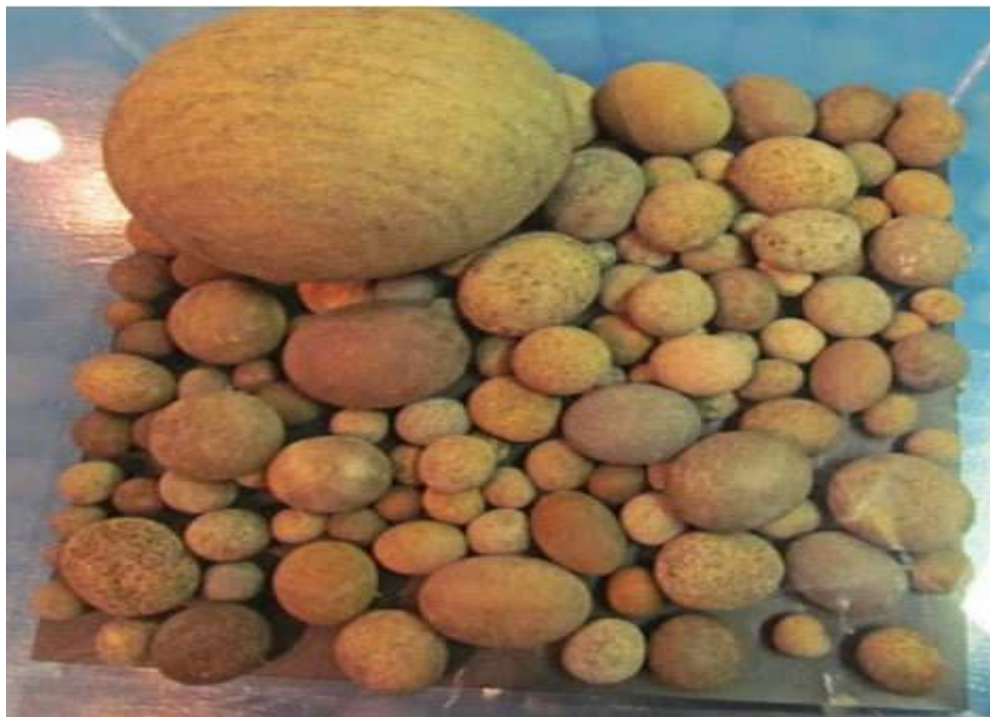
Marek W. Lorenc et al.(1994) ศึกษาวิวัฒนาการของกุ่มลักษณะ ในหินแกรนิตของประเทศสเปน และแบ่งลำดับวิวัฒนาการของกุ่มลักษณะ ออกเป็น 6 ขั้น ตามลักษณะรูปร่างและระยะเวลาของการพัฒนาของการเกิดกุ่มลักษณะ ซึ่งสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ภาวะสมบูรณ์ (Maturity) ของแม่น้ำได้

Ward และ Bunnag (1964) นำเสนอมหาคัดหินภูพาน แสดงการวางตัวต่อเนื่องอยู่บนมหาคัดหินเสาขัวพบตามเทือกเขาขอบแอ่งโคราชและบริเวณส่วนบนของเขาอดราบ ตามแนวเทือกเขาภูพาน ประกอบด้วยหินทรายสีเทาปนขาว ขนาดเม็ดตะกอนปานกลางจนถึงเม็ดขนาดกรวดมน แสดงชั้นเฉียงระดับ มักพบเม็ดกรวดขนาดปานกลางในเนื้อหิน มีความหนาประมาณ 183 เมตร มีชั้นหินแบบฉบับอยู่ที่ภูผาผึ้ง อำเภอภูผินารายณ์

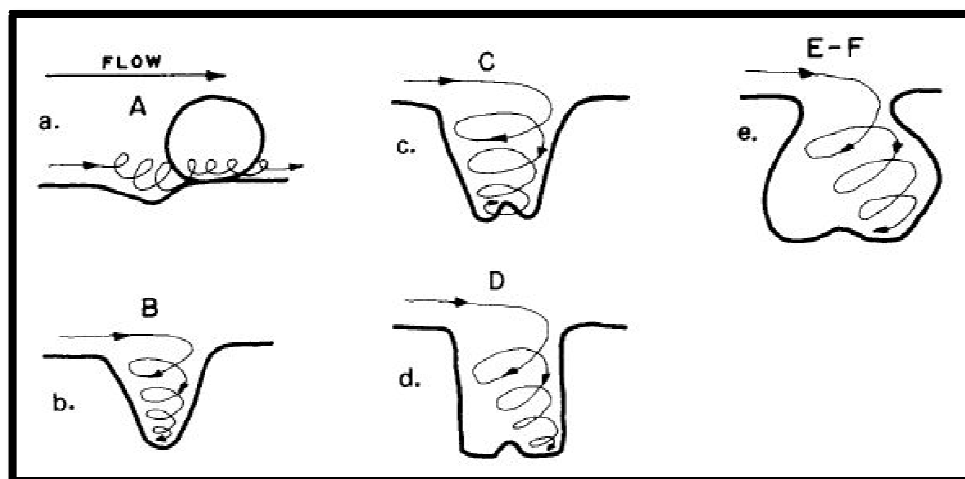
แนวคิดการเกิดกumulักษณะ

รูปแบบจากการกัดกร่อนในพื้นที่ผิวและเนื้อทรายที่พบในบริเวณอุทยานสามพันโบกที่โดดเด่นมากคือ กumulักษณะ (Pothole) ที่ชัดเจนว่าเกิดมาตั้งแต่อดีตในช่วงที่แม่น้ำโขงมีการไหลผ่านชั้นหินทรายในบริเวณพื้นที่นี้ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์วิวัฒนาการและการเกิดของกumulักษณะในระดับสากลยังไม่เป็นที่แพร่หลายเนื่องจากร่องรอยการกัดเซาะชนิดนี้มักถูกพบในพื้นที่ที่ถูกจำกัดโดยปัจจัยทางธรณีวิทยาโครงสร้าง เช่น การวางตัวของชั้นหิน รอยแตก รอยแยกในชั้นหิน หรือแม้กระทั่งความรุนแรงของการพัดพาของกระแสน้ำในอดีตและปัจจุบัน ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีความสำคัญในการนำมาช่วยวิเคราะห์การเกิดของกumulักษณะทั้งสิ้น รวมถึงการประเมินการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของกumulักษณะที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

งานวิจัยบุกเบิกได้กล่าวถึงกลไกการเกิดกumulักษณะตามท้องน้ำ ได้เผยแพร่โดย Alexander (1932) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การกัดเซาะในท้องน้ำจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีรอยแตก (Joint) หรือรอยแยก (Fracture) ขนาดต่างๆ กัน ซึ่งเมื่อก่อนหินมีการเคลื่อนตัวบนผิวท้องน้ำที่เป็นหินที่มีรอยแตกจะสามารถกระแทกในที่ซ้ำๆ เดิมจนเกิดเป็นหลุมที่เกิดการผุกร่อน (Weathering pit) ต่อมาต้องมีตัวการในการขุดถูท้องน้ำซึ่งก็คือก้อนกรวดขนาดต่างๆ (Grinder) ซึ่งในธรรมชาติแล้วจะมีหลายขนาด ตั้งแต่ก้อนกรวดขนาดใหญ่ (Boulder) ถึงขนาดเม็ดทราย (Sand)



รูป 1.2 หินก้อนที่เป็นตัวการในการขัดถู (grinder) ภายในกุ่มภลักษณะที่เป็นได้ตั้งแต่ขนาดเล็ก pebble ถึงขนาดใหญ่ boulder (Alexander, 1932)



รูป 1.3 การวิวัฒนาการธรณีสัณฐาน ของการเกิดโบกหรือกุ่มภลักษณะในลักษณะทั่วไป (Marek W. Lorenc et al, 1994)

กุ่มลักษณะสามารถเกิดได้หลายระดับความลึก โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแม่น้ำอันเนื่องมาจากการกักเซาะในแนวตั้งอย่างต่อเนื่อง ทำให้ท้องน้ำเดิมอยู่สูงจากท้องน้ำปัจจุบัน กรณีนี้จะพบกุ่มลักษณะในหลายระดับได้ โดยบางครั้งอาจพบกุ่มลักษณะใหม่ในกุ่มลักษณะที่เกิดก่อน ซึ่งอาจพบเป็นสะพานหินธรรมชาติ (natural bridge) ขนาดเล็กๆ ได้เช่นต้น



รูป 1.4 กุ่มลักษณะที่เกิดหลายระดับแสดงความต่อเนื่องของการปรับระดับท้องน้ำ ที่อาจพบสะพานหินธรรมชาติ (natural bridge) ได้ (Netoff et al., 1980) จากรูปเส้นประสีแดงแสดงส่วนของกุ่มลักษณะที่อาจพัฒนาไปเป็นสะพานธรรมชาติได้ในอนาคต

บทที่ 2

วิธีการดำเนินงานวิจัย (Methodology)

2.1 ระเบียบวิธีวิจัย (Methodology)

2.1.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา รวมทั้งงานวิจัยที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

2.1.1.2 รวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตการศึกษา นำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงาน

2.1.2 ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางธรณีสารสนเทศและลักษณะของภูมิประเทศในพื้นที่ศึกษา

2.1.2.1 ศึกษาข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) แผนที่ธรณีวิทยา (Geological map) และแผนที่เส้นทางคมนาคม (Route map)

2.1.2.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite image) และภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photograph)

2.1.2.3 ข้อมูลเชิงพื้นที่ศึกษา เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศเป็นต้น

2.1.2.4 กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา

2.1.2.5 แปลภาพถ่ายทางอากาศ ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ลักษณะธรณีสัณฐานวิทยา (Morphology) เพื่อจำแนกชนิดของธรณีสัณฐาน รวมทั้งสังเกตการเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศในพื้นที่ศึกษาในภาพกว้างจากกระบวนการดังกล่าวด้วย

2.1.2.6 รวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อจัดทำแผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาและกำหนดตำแหน่งเพื่อทำการออกภาคสนาม

2.1.3 สักรวจภาคสนามภาคสนาม

2.1.3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของลักษณะทางธรณีสัณฐานที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม

2.1.3.2 ศึกษาสภาพของแม่น้ำและลักษณะของภูมิประเทศในปัจจุบัน รวมทั้งสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อการวิวัฒนาการของทั้งทางน้ำและลักษณะของภูมิประเทศ

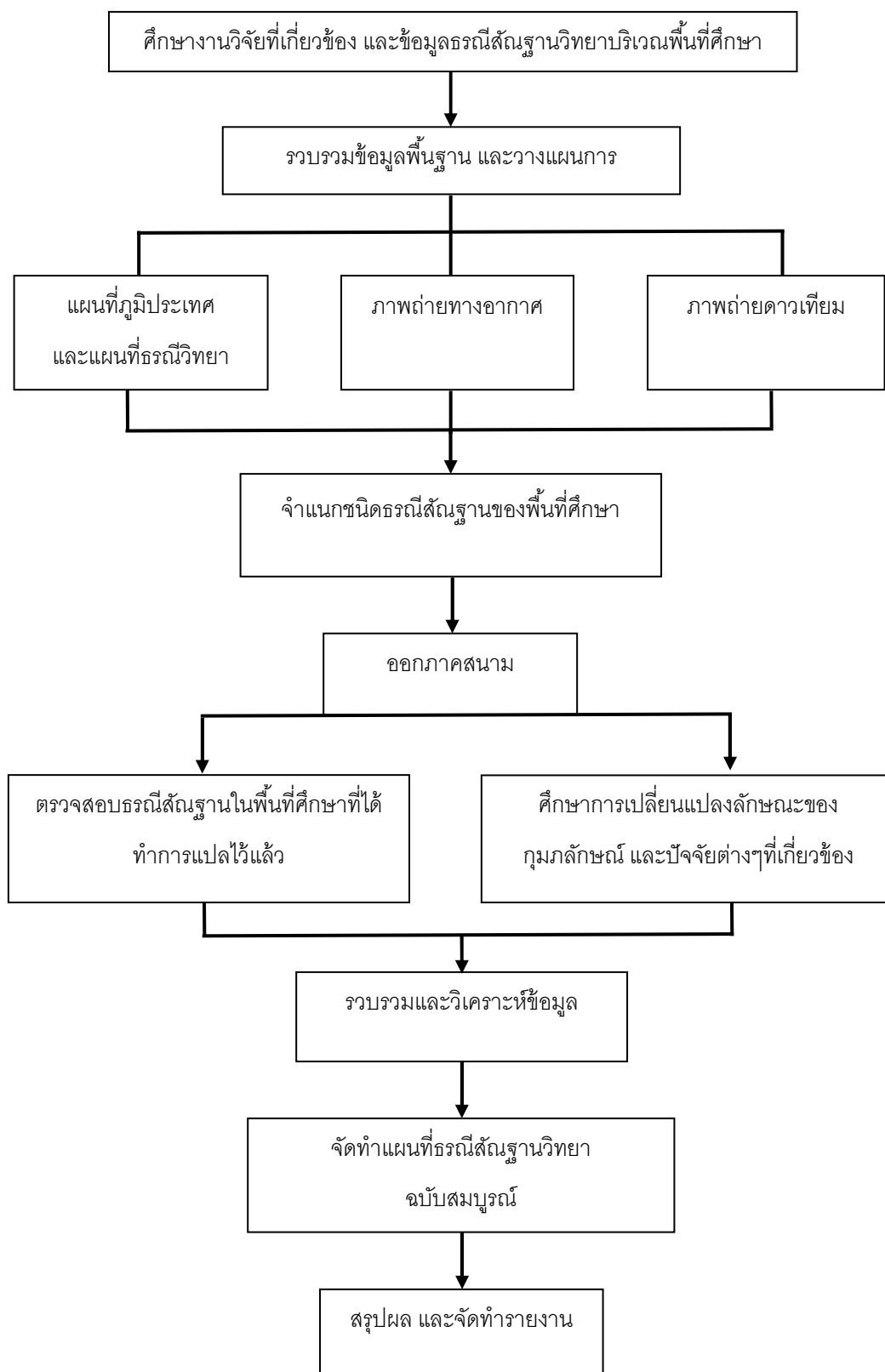
2.1.4 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

2.1.4.1 แก้ไขและปรับปรุงข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายไว้แล้วให้ถูกต้องตามข้อมูลที่ได้จากการออกภาคสนาม เพื่อจัดทำแผนที่ธรณีฐานฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษาฉบับสมบูรณ์

2.1.4.2 วิเคราะห์กระบวนการกัดแก่งของแม่น้ำ ความสัมพันธ์ของแม่น้ำกับลักษณะที่เปลี่ยนแปลงของภูมิภาคลักษณะ

2.1.5 สรุปผลการศึกษาและจัดทำรายงาน

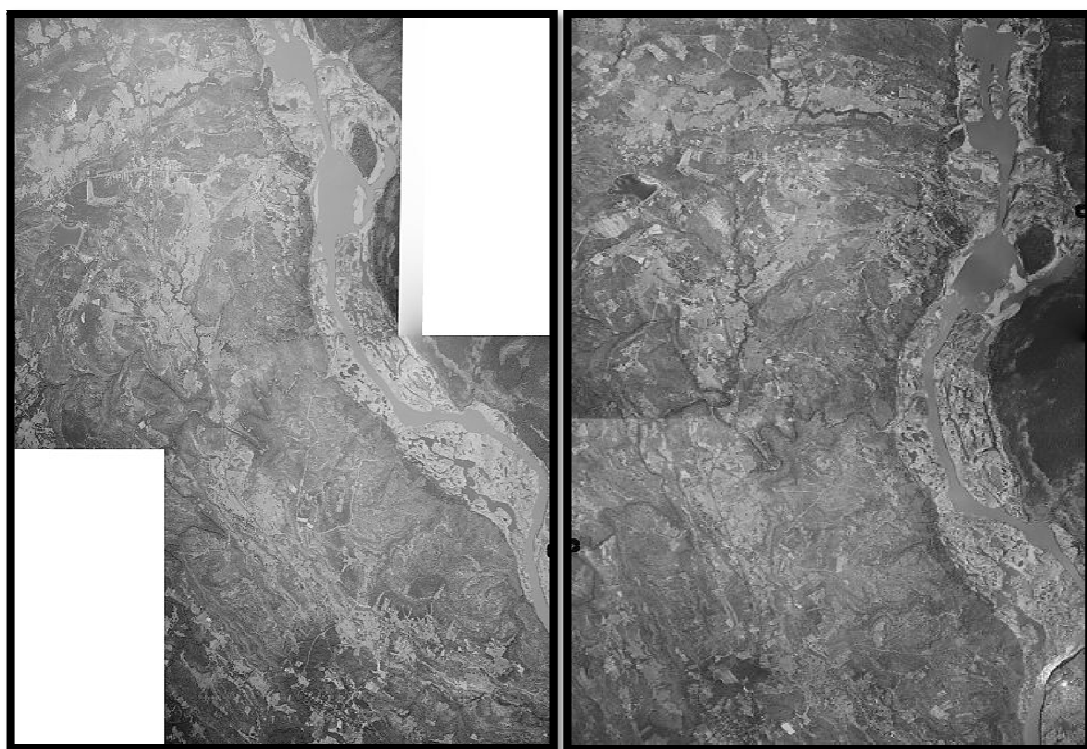
วิธีการดำเนินงานวิจัย (Methodology)



2.2 การรวบรวมข้อมูล และจัดทำแผนที่ต้นร่าง

2.2.1 รวบรวมข้อมูลภาพ

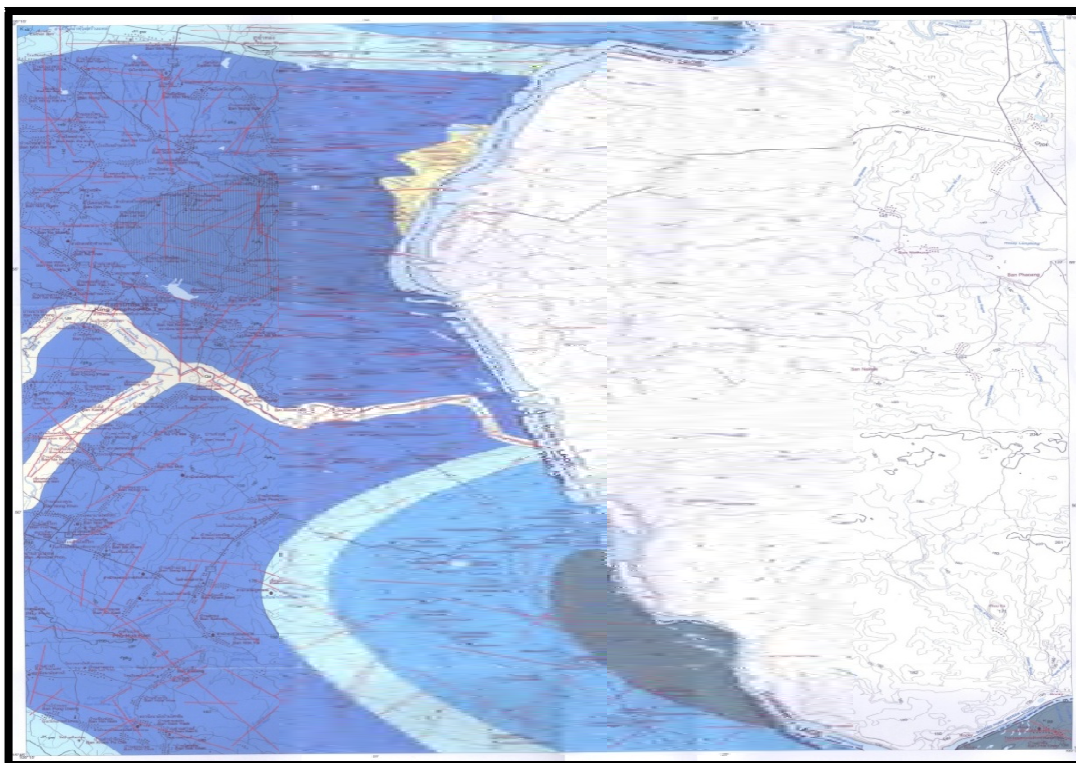
1. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 ระวังอำเภอโพธิ์ไทร (6040 I) บริเวณริมแม่น้ำโขงฝั่งประเทศไทย
2. ภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณพื้นที่สามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ปี 1999, 2006 และ 2009
3. ภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google Earth ครอบคลุมบริเวณพื้นที่สามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ปี 2006
4. แผนที่ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ปี 2551



รูป 2.1 ภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณพื้นที่สามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ปี 1999 และ 2009



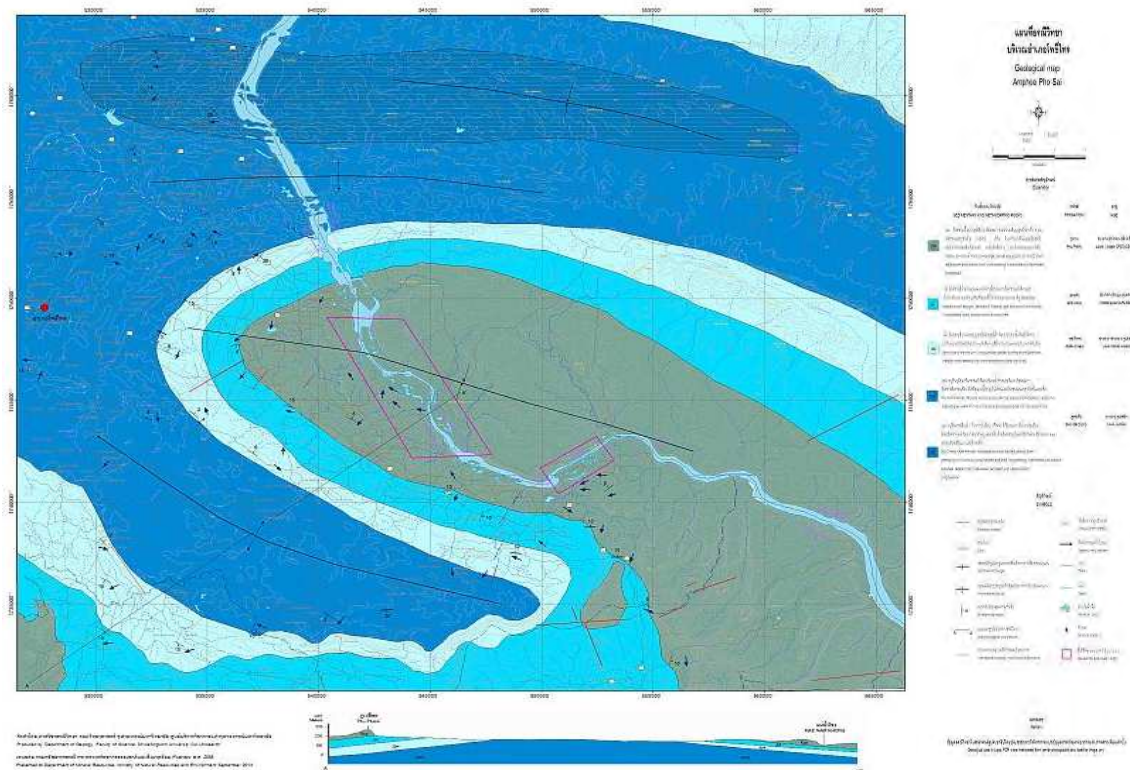
รูป 2.2 แผนที่แสดงภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรม Google Earth ครอบคลุมบริเวณพื้นที่
สามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ปี 2006



รูป 2.3 แผนที่ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ปี 2551 มาตราส่วน 1:50,000

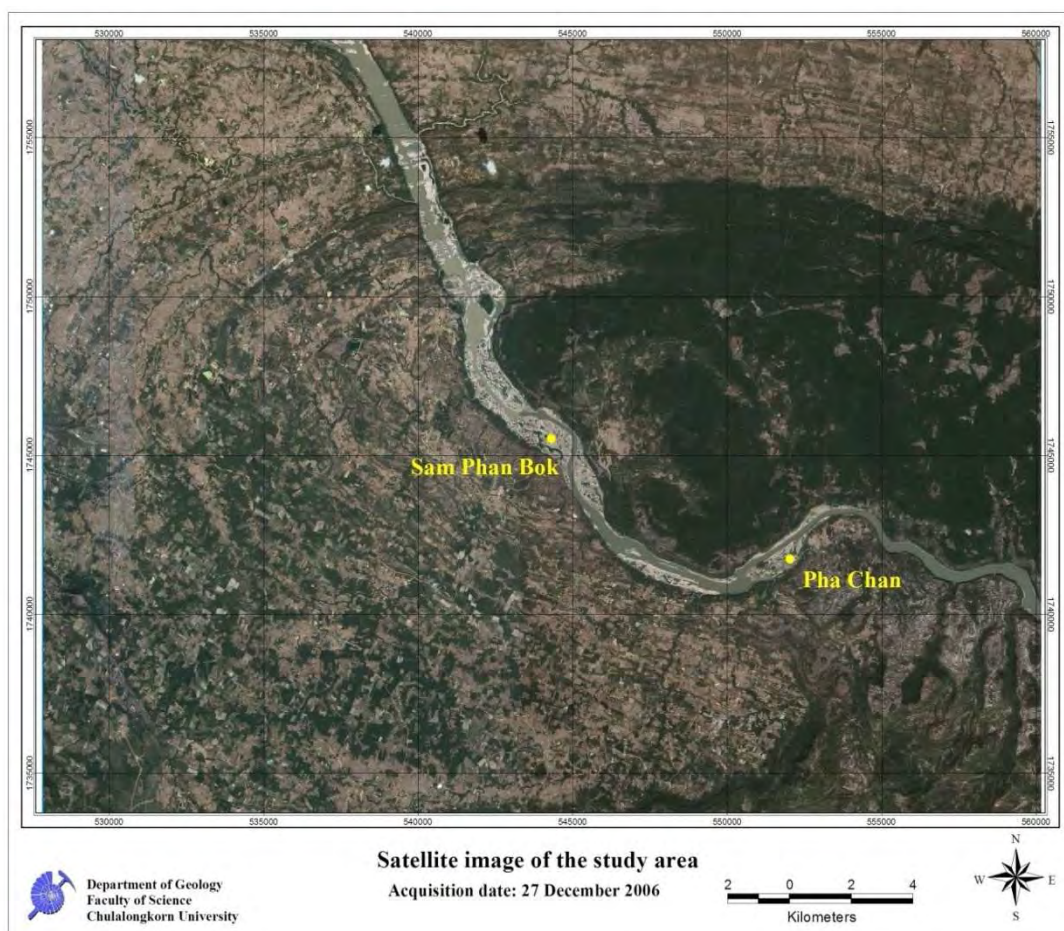
2.2.2 วิเคราะห์และจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาต้นร่าง

2.2.2.1 แผนที่ธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานวิทยาต้นร่าง มาตรฐาน 1:50,000



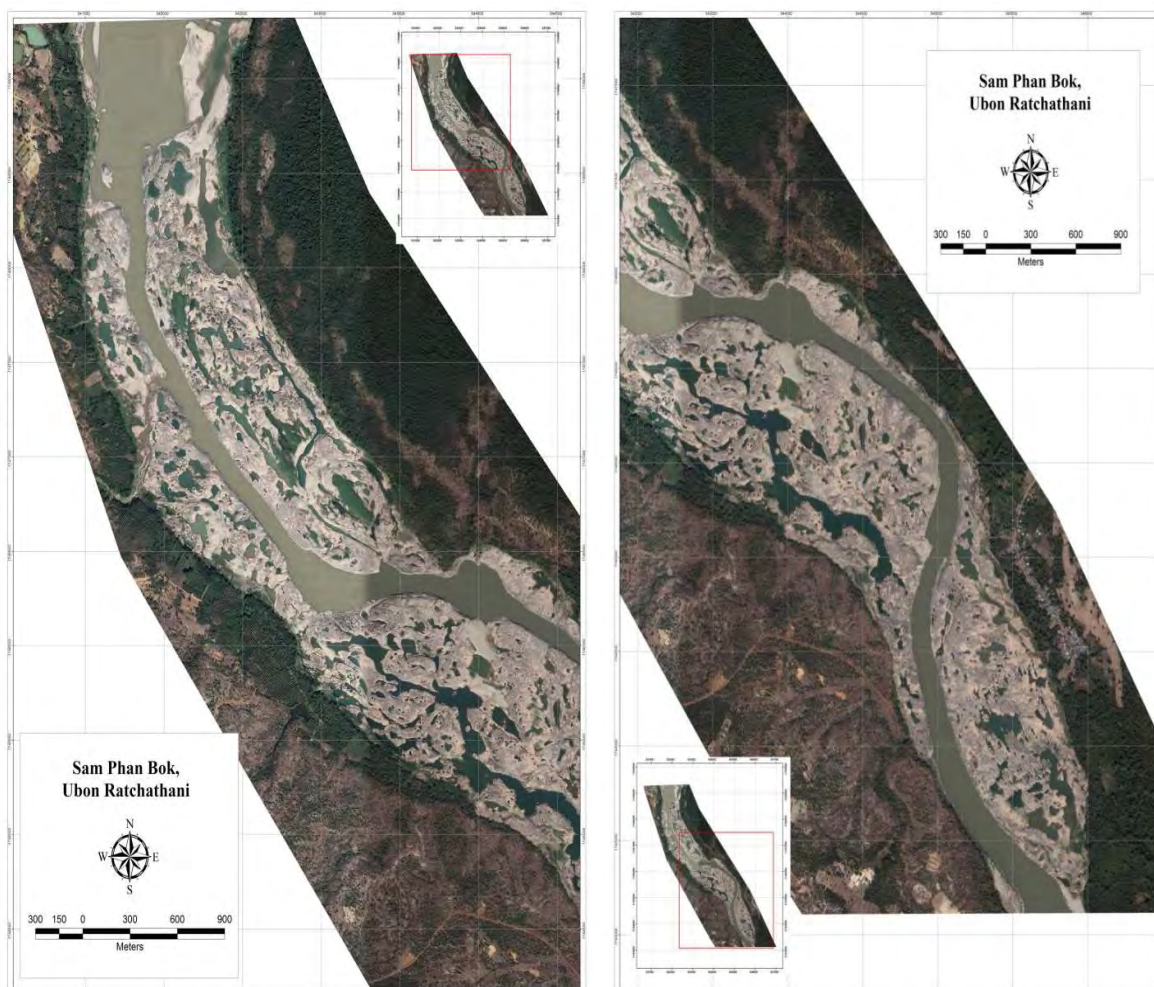
- Kpp: PHU PHAN FORMATION, KHORAT GROUP
 - Ksk: SAO KHUA FORMATION, KHORAT GROUP
 - JKpw: PHRA WIHAN FORMATION, KHORAT GROUP
 - Jpk2: Phu Pom unit, PHU KRADUNG FORMATION, KHORAT GROUP
 - Jpk1: Don Chiang Kham unit, PHU KRADUNG FORMATION, KHORAT GROUP
- พื้นที่ศึกษา ขยาย มาตรฐาน 1:4,000
 Site specific area scale 1:4,000

รูป 2.4 แผนที่ธรณีวิทยาต้นร่าง มาตรฐาน 1:50,000



รูป 2.5 กรอบแผนที่ธรณีสารสนเทศวิทยาดันกว้าง มาตรฐาน 1:50,000

2.2.2.2 แผนที่ธรณีวิทยาและธรณีสัณฐานพื้นฐานต้นร่าง มาตราส่วน 1:4,000



รูป 2.6 กรอบพื้นที่สามพันโบก มาตราส่วน 1:4,000

2.2.3 การสำรวจภาคสนาม

จากการสำรวจภาคสนามเก็บข้อมูลเบื้องต้น บริเวณพื้นที่อุทยานสามพันโบก อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ.2556 เพื่อตรวจสอบลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีสังฐาน รวมทั้งดูการกระจายตัวและลักษณะของกุฎลักษณะในพื้นที่ นำข้อมูลจากการออกภาคสนามเบื้องต้น มาวิเคราะห์การเกิดของกุฎลักษณะ และหาความสัมพันธ์กับธรณีวิทยา ธรณีสังฐาน และธรณีโครงสร้างในพื้นที่ศึกษา โดยมีขั้นตอนการศึกษาต่อไป ดังนี้

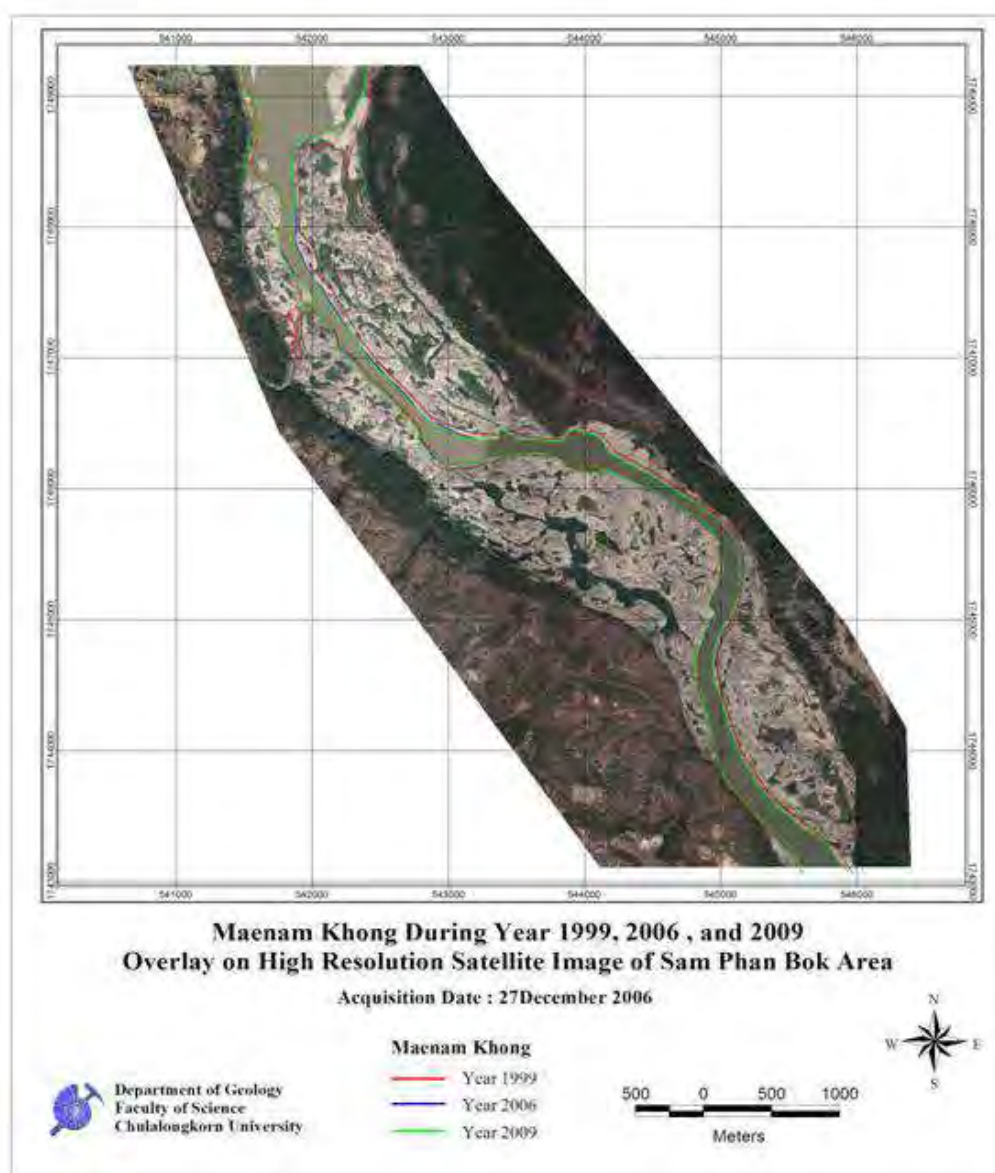
1. นำเอาข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม มาใช้ควบคู่กับการแปลภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงหรือวิวัฒนาการของทางน้ำโขง
2. ศึกษาข้อมูลการสำรวจภาคสนาม และข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรูปแบบของกุฎลักษณะ รวมทั้งวิเคราะห์การเกิดและวิวัฒนาการ

บทที่ 3

ผลการดำเนินงาน

3.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำโขงจากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม

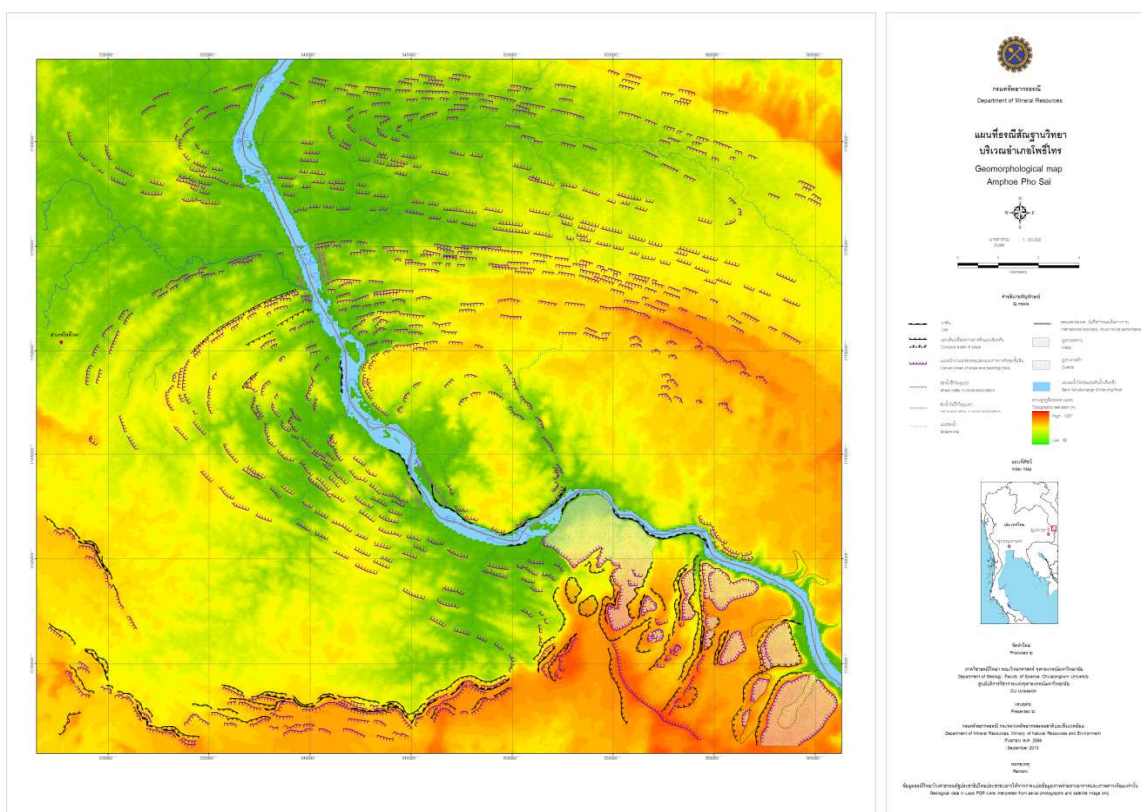
จากการเปรียบเทียบขนาดและตำแหน่งของแม่น้ำโขงในพื้นที่อุทยานสามพันโบก โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศที่มีระยะเวลาการถ่ายภาพห่างกัน ได้แก่ปี ค.ศ.1999, 2006 และ 2009 สังเกตได้อย่างชัดเจนว่า การกัดเซาะเกิดขึ้นในแนวตั้งเป็นหลัก ไม่มีการกัดเซาะในแนวระดับหรือกัดเซาะตลิ่งที่รุนแรงแต่อย่างใด เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนระดับของแม่น้ำในแนวตั้งในพื้นที่กำลังดำเนินไปอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน



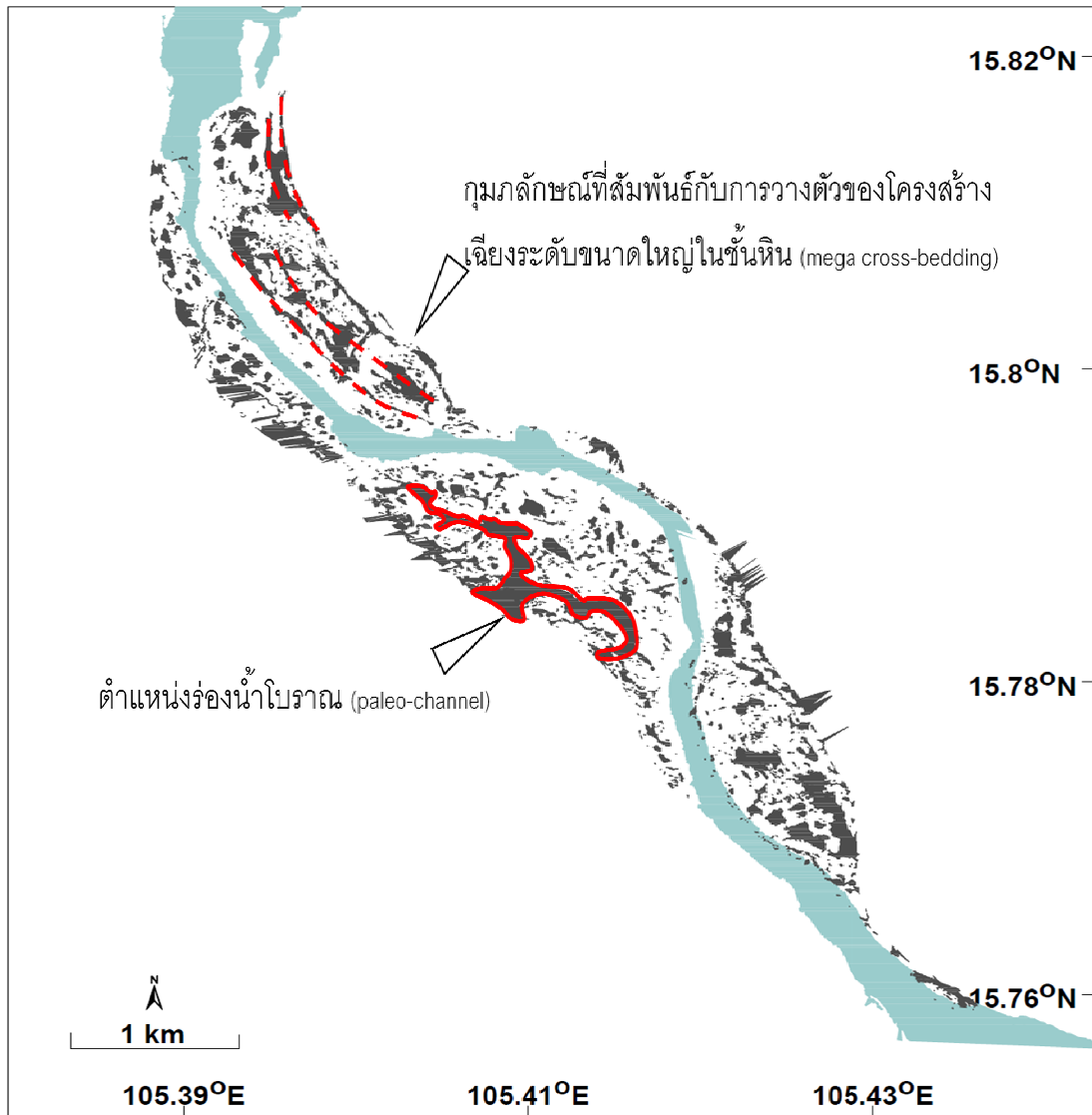
รูป 3.1 แผนที่การเปลี่ยนแปลงแม่น้ำโขง พื้นที่สามพันโบก มาตรฐาน 1:4,000

3.2 ผลการศึกษาวิจัยเชิงลึกทางธรณีฐานวิทยา

ผู้ศึกษาได้จัดทำแผนที่ธรณีฐานวิทยา มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด แสดงการกระจายตัวความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ของธรณีฐานโดยรอบและในบริเวณพื้นที่อุทยานสามพันโบก (รูป 3.2) และแผนที่ธรณีฐานวิทยามาตราส่วน 1:4,000 (โดยประมาณ) ที่แสดงเฉพาะตำแหน่งของภูมิลักษณะซึ่งเป็นแหล่งธรณีวิทยาหรือเอกลักษณ์ที่โดดเด่นในเชิงพื้นที่ (รูป 3.3)



รูป 3.2 แผนที่ธรณีฐานวิทยา มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และครอบคลุมสภาพธรณีฐานไปจนถึงฝั่งสาธณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวที่ได้จากการแปลข้อมูลดาวเทียม จากแผนที่จะเห็นว่าธรณีฐานในตอนกลางของพื้นที่จะมีลักษณะเป็นเนินเขาสูงๆที่ต่ำ (undulating terrain แสดงด้วยโทนสีเขียวและสีเหลือง) ในขณะที่ภูเขาหินที่มีความสูงจะปรากฏด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ และด้านตะวันออกในฝั่งประเทศลาว(แสดงด้วยโทนสีน้ำตาลถึงสีแดง) พบภูมิประเทศที่เป็นยอดเขาราบ (mesa) และเขาควมด้า (cuesta) ที่โดดเด่นมีมุมเอียงเทและความลาดชันชัดเจน ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลช่วยในการแปลความหมายโครงสร้างธรณีวิทยาในพื้นที่ได้



รูป 3.3 แผนที่แสดงการกระจายตัวของกุ่มลักษณะ (pot-holes) ในบริเวณสามพันโบกที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมเชิงพื้นที่ สำหรับช่วยในการจำแนกรูปแบบกุ่มลักษณะในระดับรายละเอียด และช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยทางธรณีวิทยา เช่น รอยแตก รอยเลื่อน การวางตัวชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ในชั้นหิน (mega cross-bedding) และตำแหน่งร่องน้ำโบราณ (paleo-channel)

บทที่ 4

อภิปรายผล(Discussion)

4.1 บทวิเคราะห์ลักษณะเด่นหรือรูปแบบของการเกิดแหล่งสามพันโบก

บทวิเคราะห์สาเหตุการเกิดแหล่งอนุรักษธรณีวิทยาความโดดเด่น ของแหล่งสามพันโบก ในบทนี้ผู้ศึกษาจะเริ่มจากการวิเคราะห์ปัจจัยทางธรณีวิทยาก่อนว่า แหล่งสามพันโบกเกิดขึ้นโดยมีปัจจัยทางธรณีวิทยาโครงสร้างอะไรเป็นตัวควบคุมการเกิด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

แหล่งสามพันโบก ที่พบโบกหรือกุ่มลักษณะ (pot-hole) กระจายตัวอย่างมากมายในชั้น หินทรายของหินหมวดภูพาน (Phu Phan Formation) ซึ่งเป็นหินทรายเนื้อหยาบปนเม็ดกรวด (coarse-grained sandstone with pebbles) ชั้นหินด้านบนสุดที่พบโบกมีเนื้อค่อนข้างเนียนหรือ มีขนาดเม็ดตะกอนทรายเท่าๆกัน มีความหนาประมาณ 1-3 เมตร พบโครงสร้างตะกอนชั้นเฉียง ระดับขนาดใหญ่ (mega cross-bedding) พบเม็ดกรวดเรียงตัวตามแนวชั้นเฉียงระดับ ตำแหน่งที่ พบโบกหรือกุ่มลักษณะกระจายตัวอยู่มากนั้น พบว่า เป็นพื้นที่ที่ชั้นหินมีมุมเอียงเทต่ำมากหรือ ต่ำกว่า 5 องศา หากดูอย่างคร่าวๆ เหมือนชั้นหินวางตัวในแนวเกือบราบ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ พบโบกจะอยู่ประมาณกลางโครงสร้างแบบประทุนหงาย (syncline) ของชั้นหินบริเวณนี้พอดี ด้วย ความจำเพาะด้านโครงสร้างธรณีวิทยานี้เองที่ตอบคำถามว่า ทำไมจึงพบโบกกระจายอยู่อย่าง มากมายเฉพาะในบริเวณนี้ อย่างไรก็ตาม โบกสามารถพบได้อีกในบริเวณชั้นหินที่มีมุมเอียงเท มากกว่า 5 องศา แต่ต้องเป็นเฉพาะบริเวณที่มีเนื้อหินที่มีความเนียนหรือมีขนาดตะกอนใกล้เคียง กันมาก

4.1.1 การจำแนกรูปแบบโบกหรือกุ่มลักษณะ

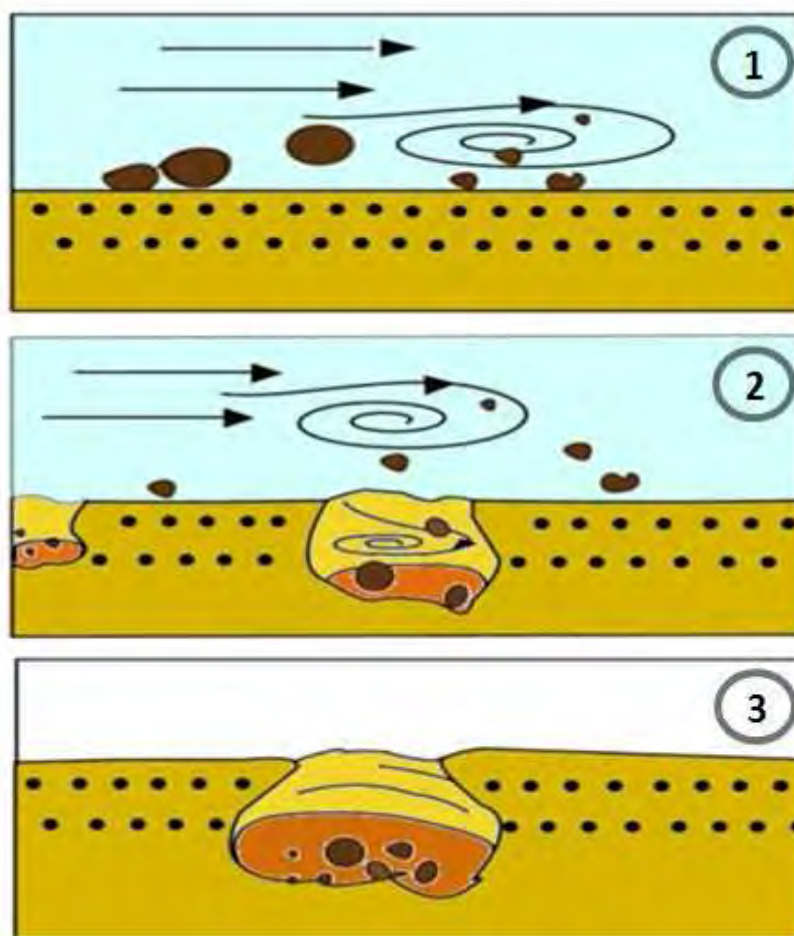
โบก หรือ กุ่มลักษณะที่พบในพื้นที่กระจายตัวส่วนใหญ่ในแนวชั้นหินที่วางตัว แนวราบหรือเกือบราบ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 4 ตารางกิโลเมตร ปรากฏอยู่ทั้งในฝั่งไทย และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จากการวิเคราะห์รูปแบบของโบกโดย คำนึงถึงปัจจัยทางธรณีวิทยาของชั้นหิน ลักษณะปรากฏของเนื้อหิน ตะกอน โครงสร้าง ตะกอนในชั้นหิน และโครงสร้างทางธรณีวิทยา สามารถจำแนกรูปแบบของโบกหรือ กุ่มลักษณะได้ 6 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบหม้อกลม (Pot shape)

เป็นรูปแบบที่เกิดจากการกัดเซาะพื้นผิวหินทรายที่มีขนาดตะกอนใกล้เคียงกัน มีรูปร่างปากโถที่ค่อนข้างกลมแต่ค่อยๆกว้างลงไปเป็นแนวลึก และโค้งเว้าในบริเวณก้นโถกเหมือนหม้อดินปั้นโบราณ บางโถกหยุดวิวัฒนาการแล้ว หรืออาจมีการวิวัฒนาการอยู่บ้างหากแม่น้ำโขงท่วมถึงและมีเศษกรวดหรือหินที่เป็นตัวครูดถู (grinders) ลงไปขัดถูในช่วงน้ำท่วมโถกแต่ละปี



รูป 4.1 โถกหรือกุ่มลักษณะที่เกิดตามปกติบนพื้นผิวของหินทรายหมวดภูพานที่วางตัวเกือบราบ และมีเนื้อหินที่แสดงขนาดตะกอนใกล้เคียงกัน (Homogenous texture) แม้ว่ามีโครงสร้างตะกอนที่แสดงชั้นริ้วลายการสะสมตัวแบบขนาน (parallel lamination) หรือมุมเอียงเทต่ำ (Low angle incline lamination) โถกแบบนี้มีพัฒนาการรูปร่างที่ไม่ขึ้นกับมุมเอียงเทของโครงสร้างตะกอน



รูป 4.2 โมเดลแสดงวิวัฒนาการการเกิด ของโบกรูปแบบหม้อกกลม โดยเริ่มแรกมีการหลุดออกของเม็ดกรวดจากเนื้อหินเนื่องจากความรุนแรงของกระแสน้ำ ต่อมาเนื่องด้วยธรรมชาติของทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำที่ไม่ราบเรียบ ก่อให้เกิดเป็นกระแสหมุนวน และกักตะกอนโคลงไว้ในลึกลงไปลักษณะเหมือนหม้อดินปั้นโบราณ

2. รูปแบบเส้นตรงเชื่อมต่อกัน (Straight and connected shape)

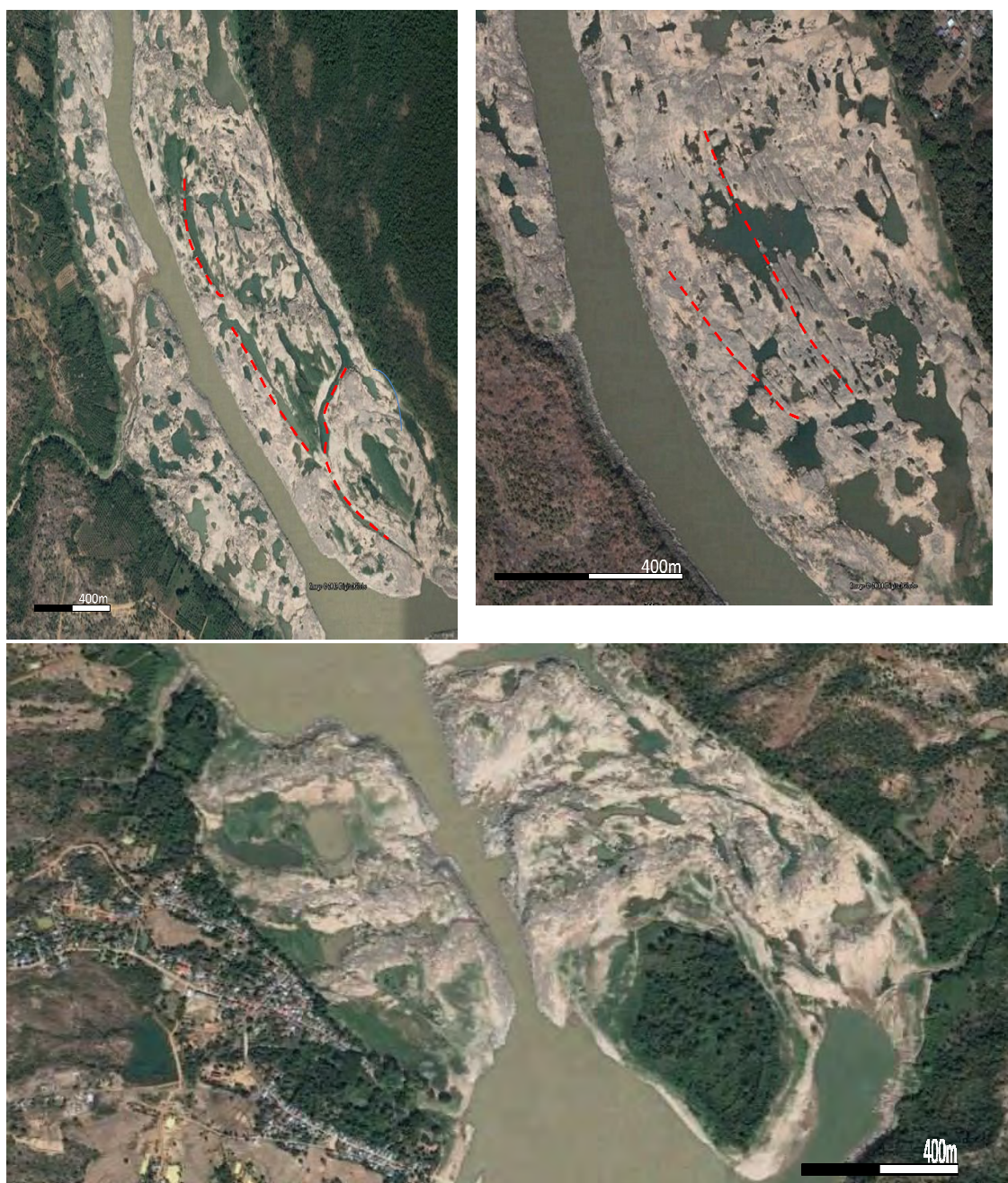
เป็นรูปแบบโบกที่เกิดตามแนวแตก (Fracture) หรือรอยแยกที่เป็นระบบ (Joint system) ที่เกิดห่างกันแต่มีการเชื่อมติดกันตามแนวรอยแตกรอยแยกจนเป็นเส้นตรง (รูป 4.3 ซ้าย) สามารถเกิดได้หลายขนาดและหลายระดับกับความลึก บางครั้งเกิดเป็นแนวเส้นตรงเหมือนมีพัฒนาการตามแนวรอยแตก แต่หากพิจารณาอย่างละเอียดจะพบว่า โบกมีพัฒนาการอยู่บนแนวรอยต่อของโครงสร้างเชิงระดับขนาดใหญ่ในชั้นหิน (bedding) ได้เช่นกัน (รูป 4.3 ขวา)



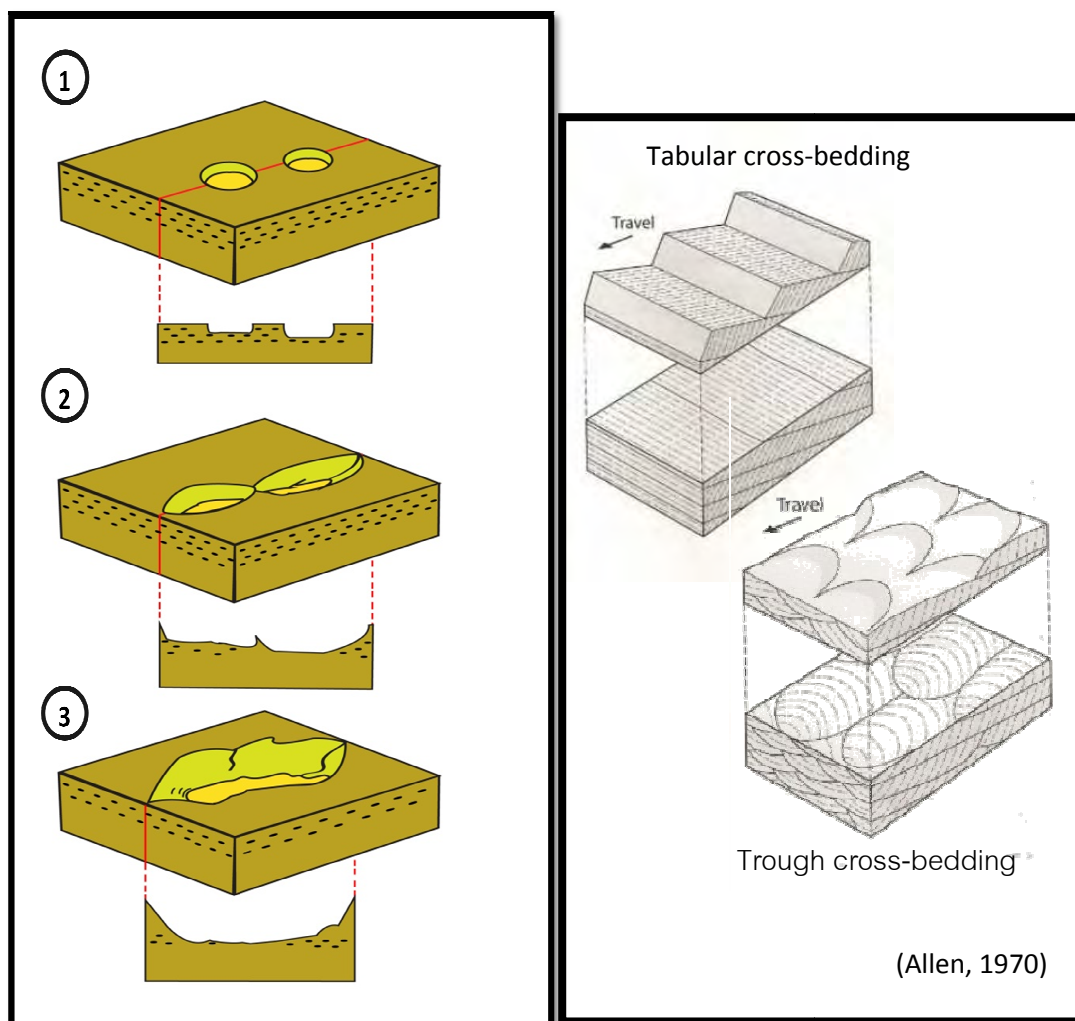
รูป 4.3 โบกหรือกุ่มลักษณะที่มีวิวัฒนาการตามแนวรอยแตกที่เป็นระบบ (Joint system) โดยแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อกันของหลายๆตัวตามแนวรอยแตก (รูปซ้าย) และแนวร่องน้ำที่ดูเหมือนเชื่อมต่อกันหลายโบกที่พัฒนาตัวร่องตามแนวรอยต่อของแนวโครงสร้างเชิงระดับขนาดใหญ่ (รูปขวา)

3. รูปแบบแนวโค้งยาว (Curve and long shape)

โบกี้รูปแบบนี้เกิดพัฒนาการรอยุ่บนแนวรอยต่อของชั้นหิน (contact between beds) หรือรอยต่อของรอยชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ (contact between mega-cross beddings) มีรูปร่างของโบกี้ที่เป็นเหมือนเส้นโค้งยาวต่อเนื่อง (รูป 4.4)



รูป 4.4 โบกี้หรือกุ่มภคกษณที่เกดตามแลวครงสร้งของชั้นหิน รอยต่อระหว่งชั้นหิน และรอยต่อระหว่งชั้นเฉยระดับขนาดใหญ โบกี้ที่มีการพัฒนาอยุ่ในกรณีนี้จ่าไม่ค่อยมีรูปร่างกลมและไม่ล็ก



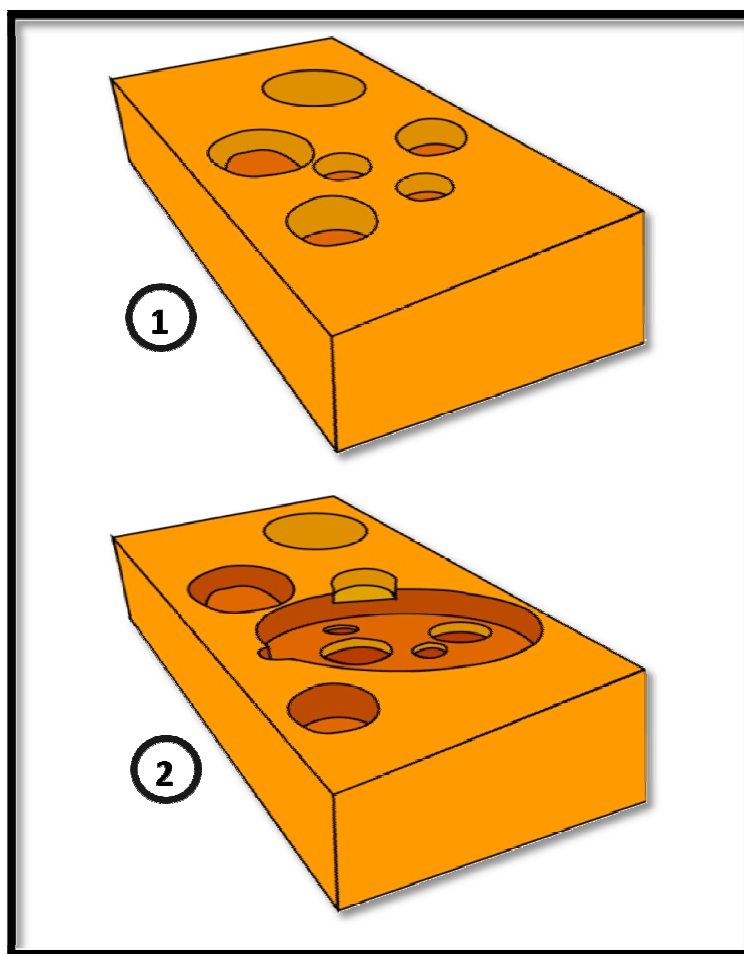
รูป 4.5 โมเดลแสดงการเกิดของโบก รูปแบบเส้นตรงเชื่อมต่อกัน และรูปแบบแนวโค้งยาวซึ่งทั้ง 2 รูปแบบมีลักษณะการเกิดและวิวัฒนาการที่คล้ายกัน แตกต่างกันในแนวเส้น หรือรูปแบบของweak zone เช่น รอนแตก รอยแยก หรือรอยต่อของmega cross-bedding ด้วยเหตุนี้ทำให้ได้รูปแบบของกุ่มภลักษณะออกมาแตกต่างกัน โดยรูปแบบเส้นตรงเชื่อมกัน ส่วนใหญ่จะเกิดจาก รอยแตก รอยแยก รอยต่อของ mega cross-Bedding ที่เป็น tabular cross-bedding ส่วนกรณีรูปแบบแนวโค้งยาว เกิดจากรอยต่อของ mega cross-bedding เช่นกัน แต่จะเป็นชนิด Trough mega cross-bedding ซึ่งจะให้ลักษณะที่เป็นเส้นโค้งที่ยาวต่อเนื่องกัน

4. รูปร่างสระน้ำขนาดใหญ่ (Large pool shape)

รูปแบบโบริกที่เกิดซ้ำซ้อนในโบริกเดิมอย่างต่อเนื่องในแนวระดับเกิดเป็นสระน้ำขนาดใหญ่ เช่น สระมรกต ที่พบว่ามีการเกิดของโบริกขนาดเล็กในโบริกขนาดใหญ่อย่างต่อเนื่อง จนกัดเซาะชั้นหินในแนวระดับมากกว่าในแนวตั้ง ขนาดของโบริกที่ใหญ่มากแสดงถึงวิวัฒนาการยาวนานซ้ำๆ ที่เดิม



รูป 4.6 โบริกหรือกุ่มลักษณะที่เกิดซ้ำในโบริกเดิม จนเชื่อมต่อกันจนเป็นสระน้ำขนาดใหญ่



รูป 4.7 โมเดลแสดงการเกิดและวิวัฒนาการของโบก รูปแบบสระน้ำใหญ่ (Large pool shape) เป็นการเกิดของโบกเล็กๆในโบกใหญ่อย่างต่อเนื่องจนกััดเซาะชั้นหินในแนวระดับมากกว่าในแนวตั้ง ขนาดของโบกที่ใหญ่สามารถบ่งบอกได้ว่ามีวิวัฒนาการมายาวนานซ้ำๆ ที่เดิม

5. รูปแบบโพรงถ้ำคล้ายหลุมยุบ (Sinkhole-like cave shape)

เป็นรูปแบบโบริกที่เกิดซ้ำซ้อนในโบริกเดิมอย่างต่อเนื่องในแนวตั้ง หรือเกิดจากที่โบริกใกล้เคียงกันพัฒนาใหญ่แล้วมาเชื่อมกันเกิดเป็นโพรงลึกต่อเนื่อง



รูป 4.8 โบริกหรือกุ่มลักษณะที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันหลายโบริกแล้วค่อยมีการพัฒนาการกัดเซาะในแนวตั้ง (รูปซ้าย) หรือเกิดซ้ำๆในโบริกเดิมอย่างต่อเนื่องซ้ำซ้อนจนทะลุเชื่อมต่อกันเป็นโพรง (รูปขวา) แสดงถึงความต่อเนื่องของการกัดเซาะในขณะที่ระดับน้ำโขงท่วมเข้ามาและมีการเปลี่ยนระดับน้ำในแม่น้ำ

6. รูปแบบร่องน้ำรูปตัวยูหรือแคนยอน (U-shape valley or Canyon)

โบกหรือกุ่มภคัษณรูปแบบนี้พบว่า 1) เกิดตามแนวร่องน้ำเดิม (รูป 4.9) และเกิดจากการเชื่อมต่อกันของโบกหลายๆ โบกก่อนแล้วค่อยมีการพัฒนาตัวเองจนมีความกว้างและความลึกคล้ายร่องน้ำรูปตัวยูหรือแคนยอน (รูป 4.10)



รูป 4.9 โบกที่เกิดในร่องน้ำเดิมเชื่อมต่อกันกว้างใหญ่และลึกมากขึ้น



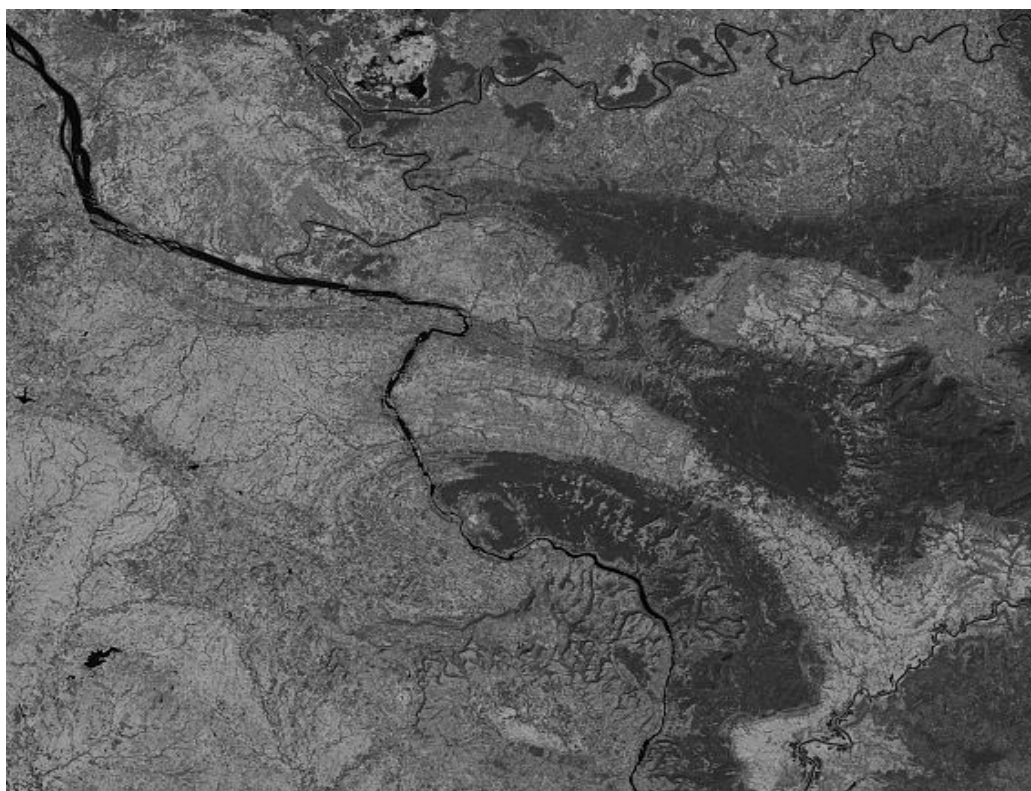
รูป 4.10 โบกที่เชื่อมต่อกันเป็นแนวยาวลักษณะเป็นรูปตัวยูค้ำยร่องน้ำแนวตรงหรือค้ำย
แคนยอน

4.2 บทวิเคราะห์วิวัฒนาการธรณีสัณฐาน

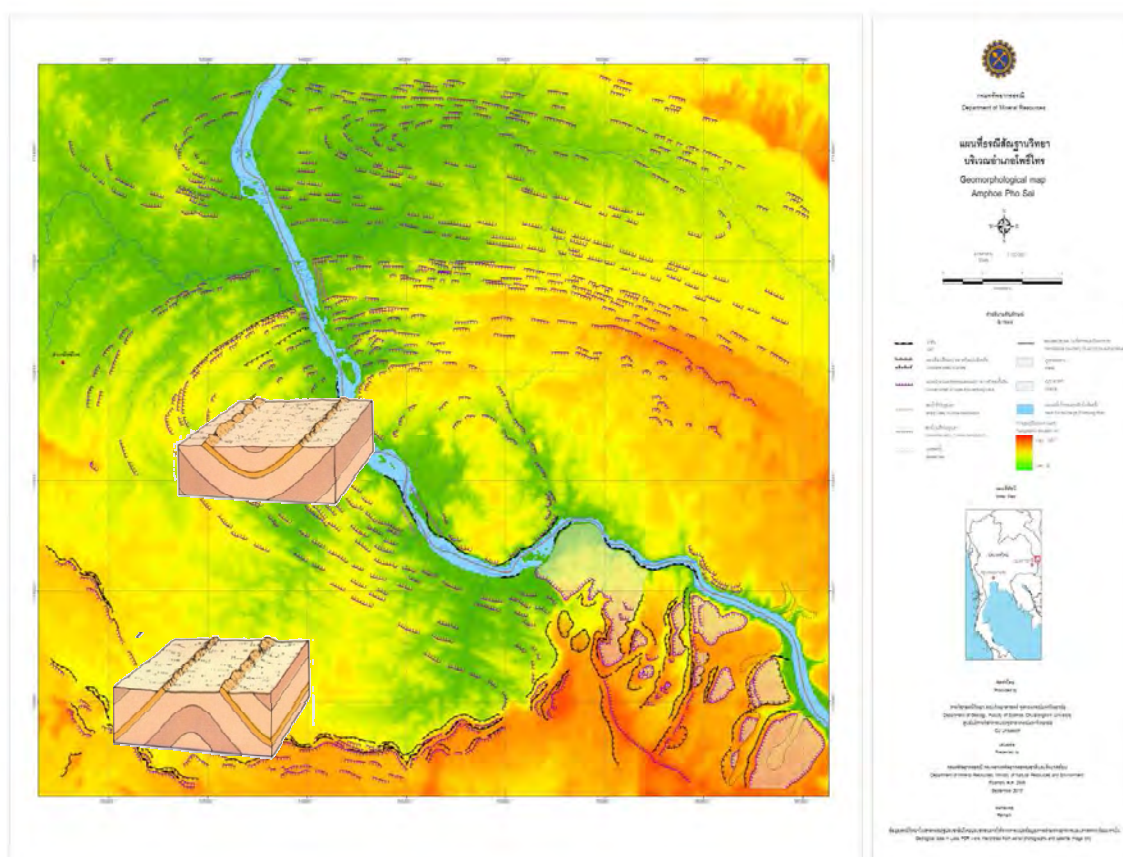
สำหรับพื้นที่ศึกษา พบโครงสร้างทั้งแบบประทุนหงายและประทุนคว่ำที่มีแนวแกนโครงสร้างต่อเนื่องจากเทือกเขาภูพาน แต่พบว่ามี การสลับกันของโครงสร้างทั้งในแนวเหนือใต้หลายแห่ง (รูป 4.11-รูป 4.13) สะท้อนให้เห็นว่าไม่น่าจะเกิดจากแรงกระทำเพียงด้านเดียวและครั้งเดียว การคดโค้งน่าจะเกิดจากแรงบีบอัดและคลายตัวหลายครั้ง การผูกง่อนเป็นบริเวณกว้างในบริเวณแนวโครงสร้างประทุนคว่ำในพื้นที่ทำให้เกิดธรณีสัณฐานแบบเขาควมสด้า (Cuesta) หลายแห่ง รวมถึงที่ราบยอดตัว (Mesa) ที่เป็นร่องรอยการผูกง่อนของหินชั้นในบริเวณนี้



รูป 4.11 พื้นที่ศึกษาเป็นส่วนต่อเนื่องจากแนวคดโค้งของเทือกเขาภูพานการสลับกันของโครงสร้างประทุนคว่ำและประทุนหงายในพื้นที่ศึกษาและบริเวณโดยรอบน่าจะเป็นผลมาจาก Himalayan Orogeny



รูป 4.12 ภาพถ่ายเทียมแสดงให้เห็นแหล่งสามพันโบกเกิดบริเวณตอนกลางแอ่งของโครงสร้างแบบประทุนหงาย (Syncline) ซึ่งโบกส่วนใหญ่พบในหมวดหินภูพานที่มีมุมเอียงเตี้ยๆ หรือเกือบแนวระดับ



รูป 4.13 แผนที่ธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษา โทนแดง ส้ม เขียว และเหลือง แสดงความสูงของพื้นที่จากสูงไปต่ำ พบธรณีสัณฐานแบบเคเวสตัด้า (Cuesta) และเขายอดราบ (Mesa) ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ พร้อมแบบจำลองแสดงโครงสร้างประทุนคว่ำ (Anticline) ที่พบบริเวณด้านใต้ของพื้นที่เป็นการโค้งตัวของหมวดหินภูกระดึง พระวิหาร และเสาชรั้ว ส่วนโครงสร้างประทุนหงาย (Syncline) จะพบบริเวณตอนกลางของพื้นที่

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย(Conclusion)

จากการวิเคราะห์ สาเหตุการเกิดลักษณะธรณีวิทยาที่โดดเด่นของแหล่งอนุรักษธรณีวิทยา สามพันโบก โดยพิจารณาจากปัจจัยทางธรณีวิทยา ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้

แหล่งสามพันโบก ที่พบโบกหรือกุ่มกมลลักษณะ (pot-hole) กระจายตัวอย่างมากมายใน ชั้นหินทรายของหมวดหินภูพาน (Phu Phan Formation) ซึ่งเป็นหินทรายเนื้อทรายหยาบปนเม็ด กรวด(coarse-grained sandstone with pebbles) ชั้นหินด้านบนสุดที่พบโบกมีเนื้อค่อนข้างเนียน หรือมีขนาดเม็ดตะกอนทรายเท่าๆกัน มีความหนาประมาณ 1-3 เมตร พบโครงสร้างตะกอนชั้น เฉียงระดับขนาดใหญ่ (mega cross-bedding) พบเม็ดกรวดเรียงตัวตามแนวชั้นเฉียงระดับ ซึ่งตำแหน่งที่พบโบกกระจายอยู่อย่างมากมายนั้น พบว่ามุมเอียงเทของชั้นหินต่ำมากหรือน้อยกว่า 5 องศา หากดูเผินๆ เหมือนชั้นหินวางตัวในแนวเกือบราบ ซึ่งตำแหน่งที่พบโบกจะอยู่ประมาณ กลางโครงสร้างแบบประทุนหงาย (syncline) ของชั้นหินบริเวณนี้พอดี ด้วยความจำเพาะทางด้าน โครงสร้างธรณีวิทยานี้เองที่ตอบคำถามว่า ทำไมจึงพบโบกอย่างมากมายเฉพาะในบริเวณนี้ อย่างไรก็ตาม โบกสามารถพบได้อีกในบริเวณชั้นหินที่มีมุมการเอียงเทมากกว่า 5 องศา แต่ต้อง เป็นเฉพาะบริเวณที่เนื้อหินมีความเนียนหรือมีขนาดตะกอนที่ใกล้เคียงกันมาก

จากการวิเคราะห์วิวัฒนาการหรือการกวัดแกว่งของแม่น้ำ ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่า แม่น้ำโขง ในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวระดับน้อยมาก ไม่มีการกักต่อนการผุพัง ของตลิ่งอย่างรุนแรงแต่อย่างใด โดยส่วนใหญ่การกัดเซาะจะเกิดขึ้นในแนวตั้งเป็นหลักเนื่องจาก มีการปรับเปลี่ยนระดับของแม่น้ำในแนวตั้งดำเนินอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์รูปแบบของโบกโดยคำนึงถึงปัจจัยทางธรณีวิทยาของชั้นหิน ลักษณะ ปรากฏของเนื้อหินตะกอน โครงสร้างตะกอนในชั้นหิน และโครงสร้างทางธรณีวิทยา สามารถ จำแนกรูปแบบของโบกหรือกุ่มกมลลักษณะ (patterns of pot-hole) ได้ 6 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบหม้อ กกลม 2) รูปแบบแนวโค้งยาว 3) รูปแบบสระน้ำขนาดใหญ่ 4) รูปแบบโพรงถ้ำคล้ายหลุมยุบ 5) รูปแบบเส้นตรงเชื่อมต่อกัน 6) รูปแบบร่องน้ำรูปตัวยู หรือแคนยอน

เอกสารอ้างอิง

- มนตรี ชูวงศ์. 2553. ธรณีฐานวิทยาพื้นฐาน. เทียนวัฒนาพริ้นติ้ง: พระนครศรีอยุธยา. หน้า202
- สมชัย เตริยพานิชานนท์, ไพรัตน์ ศักดิ์พิสุทธิพงศ์และสุชีพ ตันติวุฒพงษ์. 2551. แผนที่ธรณีวิทยา
มาตราส่วน 1:50000 ะวางอำเภอโพธิ์ไทย, กรมทรัพยากรธรณี 2551.
- เพียงตา สาตวรรษ, 2550. ธรณีฟิสิกส์เพื่อการสำรวจใต้ผิวดิน, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
หน้า 117 - 214.
- Ward, D.E. and Bunnag, D. 1964, Stratigraphy of the Mesozoic Khorat Group in Northern
Thailand; Rep. Invest. DMR. , Bangkok, No.6 95 pp.
- Kummu, M., Lu, X.X., Rasphone, A., Sarkkula, J., and Koponen, J.,2007 , Riverbank
changes along the Mekong River : Remote sensing detection in the Vientiane –
Nong Khai area, Quaternary International , 186: pp. 100-112
- Bunopas, S., 1992. Regional stratigraphic correlation in Thailand. In Piancharoen, C. et
al. (eds.), *Proceedings of a National conference on Geologic Resources of
Thailand: Potential for Future Development*, Nov. 17-24, Bangkok, Thailand, pp.
198-207.
- Charusiri, P., Horiuchi, Y. and Hisada, K. 2012, Identification of an anastomosing river
system in the Early Cretaceous Khorat Basin, northeastern Thailand, using
stratigraphy and paleosols. *Journal of Asian Earth Sciences*, pp. 62-77
- Chenrai, P. 2011, Paleocurrent Analysis of the Sao Khua Formation, Khorat Group, Nong
Bua Lamphu region, NE Thailand. *Arab J Sci Eng*, pp. 37:115-120

- Sangsuay, A., 2008, *Lithostratigraphy of Sao Khua and Phu Phan formations of Amphoe Mueang Nong Bua Lum Phu, Changwat Nong Bua Lum Phu*, Unpublished Senior Project, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University. Bangkok, Thailand.
- Meesook, A., Suteethorn, V., Chaodumrong, P., Teerarungsikul N., Sardud A., and Wongprayoon T. 1995, Non-marine Mesozoic Rock in the Vicinity of Khorat Plateau. *Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand 26-31 August 2002, Bangkok, Thailand*, pp. 102-110
- Phensiri, C., 2012 Geomorphic Analysis from meandering zone of Nan river, Amphoe Pua, Changwat Nan. Unpublished Senior Project. Department of Geology Faculty of Science, Chulalongkorn University. Bangkok, Thailand.
- Netoff, D.I., Cooper. J.B., and Shroba, R.R., 1980. Giant sandstone weathering pits near Cookie Jar Butte, Southeastern Utah. P. 25-53
- Alexander, H.S., 1932. Pothole erosion. *The journal of Geology*, 40, 4, p.305-337.