การลำดับชั้นหินทางกายภาพ บริเวณผาชัน-สามหมื่นรู จังหวัดอุบลราชธานี

นายสหพล พงษ์เพียรสกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

LITHOSTRATIGRAPHY OF PHA CHAN – SAM MUEN RU IN CHANGWAT UBON RATCHATHANI

Mr.Sahapon Pongpiansakun

A REPORT IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF THE BACHERLOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF GEOLOGY, CHULALONGKORN UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2013

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ฐาสิณีย์ เจริญฐิติรัตน์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ความรู้ทั้งในเรื่องวิชาการ การใช้ชีวิต ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มนตรี ชูวงษ์ ผศ.ดร.สันติ ภัยหลบลี้ และ อาจารย์ ดร.วิชัย จูฑะโกสิทธิ์กานนท์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา คำติชม ในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้สั่งสอนอบรม ให้ความรู้ ตลอดจนคำแนะนำคำปรึกษา พี่บุคลากรภาควิชาธรณีวิทยาทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณนายภูวน ชัยขจรวัฒน์ และนายปภณ รักษาธรรม ที่ช่วยเก็บข้อมูลในภาคสนาม เพื่อนๆธรณีวิทยารุ่น 54 ทุกคน และขอขอบคุณผู้ให้ความช่วยเหลือทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้ด้วยที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาจนงานวิจัยชิ้นนี้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ไปได้ด้วยดี

หัวข้อ การลำดับชั้นหินทางกายภาพ บริเวณผาชัน-สามหมื่นรู จังหวัดอุบลราชธานี

ชื่อ-สกุล นายสหพล พงษ์เพียรสกุล

รหัสนิสิต 5332728223

ภาควิชา ธรณีวิทยา

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาสิณีย์ เจริญฐิติรัตน์

บทคัดย่อ

ผาชัน-สามหมื่นรูเป็นสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่มีสภาพทางธรณีวิทยาที่สวยงาม โดยตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำโขงของจังหวัดอุบลราชธานีโดย สภาพทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นยังไม่มีการศึกษาในเชิงลึก วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ ศึกษาลำดับชั้นหินกายภาพและทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาล และกระบวนการและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสามหมื่นรู

ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะของหินเป็นหินทรายปนกรวด ประกอบด้วยตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีการคัดขนาดไม่ดีแต่มีความกลมมนและความเป็นทรงกลมปานกลางถึงดี แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับแสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาลชัดเจน แสดงลักษณะของการคัดขนาดตะกอนแบบปกติ ส่วนในการเกิดสามหมื่นรูเกิดจากการกัดกร่อนของแม่น้ำโขงเนื่องมาจากเนื้อหินที่มีความไม่เป็นเนื้อเดียวกันและมีการพอกของตะกอนและสารละลายจากน้ำใต้ดินในพื้นที่พอกปิดด้านนอกในภายหลังทำให้เกิดลักษณะที่เป็นรูจำนวนมาก และสุดท้ายกระบวนการการเกิดของหินสีประกายแสงเกิดจากสารละลายเหล็กในน้ำใต้ดินที่เกิดจากการขยับของระดับน้ำใต้ดินที่เป็นตัวนำพาสารละลายเหล็กมาทำปฏิกิริยากับอากาศที่ผิวของหินทำให้ได้แร่ Hematite และเมื่อเกิดการผุพังโดยแสงแดด น้ำ และสภาพอากาศ ทำให้แร่ Hematite เปลี่ยนเป็น Goethite เคลือบที่ผิวด้านนอกของหิน

สรุปผลสภาพแวดล้อมการตกสะสมตัวของตะกอนเป็นแบบ Braided stream โดยมีทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาลในทิศไหลจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสามหมื่นรูได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของหิน โครงสร้างทางหินตะกอน กระแสน้ำปัจจุบัน และ น้ำใต้ดิน ส่วนหินสีประกายแสงตัวที่ส่งผลต่อการเกิดได้แก่ องค์ประกอบในน้ำใต้ดินและสภาพอากาศ

คำสำคัญ: ลำดับชั้นหินทางกายภาพ ผาชัน สามหมื่นรู จังหวัดอุบลราชธานี

TITLE	LITHOSTRATIGRAPHY OF PHA CHAN – SAM MUEN RU IN CHANGWAT UBON RATCHATHANI
RESEARCHER	Sahapon Pongpiansakun
STUDENT ID	5332728223
DEPARTMENT	Geology
ACADEMIC YEAR	2014
ADVISOR	Assistant Professor Dr. Thasinee Charoenthitirat

Abstract

Spectacular Sam Muen Ru at Pha Chan located in Changwat Ubon Ratchathani, is an attractive place for sight-seeing and geology but it has no research in this area. So the aims of this research are to study lithostratigraphy, paleocurrent analysis and Sam Muen Ru's pattern forming. The result reveals that the sedimentary rocks consist of grayish-white Pebbly sandstone, medium to very coarse grain sandstone which are poorly sorted and moderate to high sphericity and roundness. Many sedimentary structures such as graded bedding and cross-bedding was observed and analyzed in order to get the direction of the paleocurrent. The pattern of Sam Muen Ru has a relative with the erosion from Mekong River, heterogeneous texture and accreted process of groundwater which cover the rock's surface after erosion. The cluster rock's process has a relative with the oxidation of iron-solution in groundwater which the main cause of hematite forming and weathering process that convert hematite to goethite at the surface of rock. In conclusion, the deposition environment was in braided stream system and the direction of the paleocurrent is NE to SW. All patterns of Sam Muen Ru forming have been controlled by physical property of rocks, sedimentary structure, Mekong River's current and groundwater. The cluster rocks' forming has been controlled by groundwater solution and climate.

Keywords: Lithostratigraphy, Pha Chan , Sam Muen Ru, Changwat Ubon Ratchathani

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญรูปภาพ จ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 พื้นที่วิจัย 2

1.3 วัตถุประสงค์ 4

1.4 ขอบเขตงานวิจัย 4

บทที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

2.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.2 เก็บข้อมูลภาคสนาม 5

2.3 วิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม 5

2.4 เก็บข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติม 5

2.5 สรุปรายงานการวิจัยและนำเสนองานวิจัย 5

2.6 ตารางสรุปกระบวนการและระเบียบวิธีวิจัย 5

3. ผลการวิจัย

3.1 ลำดับชั้นหินทางกายภาพและทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาล 6

3.2 การเกิดของสามหมื่นรู 22

3.3 การเกิดของหินสีประกายแสง 28

4.สรุปผลงานวิจัย 31

5. เอกสารอ้างอิง 33

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูป 1.1 ภาพถ่ายทางอากาศแสดงลักษณะทางธรณีสัณฐานและจุดที่ทำการศึกษา 2
รูป 1.2 a).จุดที่ทำลำดับชั้นหินบริเวณท่าเรือบ้านผาชัน 2
b).ลักษณะของสามหมื่นรู 2
c).ลานหินสีประกายแสง 2
d).โครงสร้างชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ 2
รูป 1.3 แผนที่ธรณีวิทยาของจุดศึกษา โดยดัดแปลงมาจากแผนที่ 3
ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณีปี 2551
รูป 3.1 a)ท่าเรือบ้านผาชันจุดที่ทำลำดับชั้นหิน 7
b)ลักษณะการวางตัวของชั้นหินที่มีมุมเอียงเทไม่มากจน 7
วางตัวเกือบจะแนวระดับและมีการแสดงชั้นเฉียงระดับชัดเจน
c) ลักษณะของเนื้อหินและชั้นเฉียงระดับเมื่อมองจากผิวด้านบนของชั้นหิน 7
d) ลักษณะการวางตัวอย่างต่อเนื่องและมีมุมเอียงเทที่ต่ำของชั้นหิน 7
รูป 3.2 ลำดับชั้นหินกายภาพในพื้นที่ผาชัน-สามหมื่นรู 8
รูป 3.3 กราฟสามเหลี่ยมที่ใช้ในการจำแนกหินทรายของ Dott, 1964 9
รูป 3.4 a)หินทรายจากชั้น A ที่ผิวด้านนอกมีสีออกน้ำตาลแดง 10
อันเนื่องมาจากการ Oxidation ของแร่เหล็ก
b)แสดงหน้าตัดของหินจะเห็นว่ามีเม็ดกรวดหรือตะกอนทราย 10
ขนาดหยาบแทรกอยู่ในเนื้อหิน
รูป 3.5 PCA-2 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz 10
ขนาดใหญ่มีลักษณะขอบเม็ดตะกอนที่ค่อนข้างกลมมน
รูป 3.6 a)หินทรายจากชั้น B ที่ในเนื้อหินมีเม็ดกรวดฝังประอยู่ 11
b) หน้าตัดของหินพบเม็ดกรวดและตะกอนทรายขนาดหยาบ 11
แทรกในเนื้อหินทำให้การคัดขนาดไม่ดี
รูป 3.7 PCB-5 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่พบ 11
เป็นส่วนใหญ่ที่ขอบเม็ดแร่มีลักษณะมีเหลี่ยมเล็กน้อยถึงเกือบ
จะกลมมน สีส้มคือสีของเหล็กออกไซด์

รูป 3.8 a)หินทรายจากชั้น C ที่มีเนื้อหินที่หยาบและมีเม็ดกรวดฝังอยู่ในเนื้อหิน 12
b) หน้าตัดของหินพบเม็ดกรวดที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมฝังอยู่ในเนื้อหิน 12
และพบจำนวนมาก
รูป 3.9 PCC-4 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่มีการแตก 12
จำนวนมากและมีพวกออกไซด์ของเหล็กแทรกตามรอยต่อระหว่างเม็ดตะกอน
รูป 3.10 a)หินทรายจากชั้น D ที่เนื้อหินมีเม็ดกรวดฝังประอยู่จำนวนมาก 13
b) หน้าตัดของหินพบเม็ดกรวดที่มีทั้งเหลี่ยมและมนอยู่ในเนื้อหินและ 13
พบในปริมาณที่มากทำให้การคัดขนาดไม่ดี
รูป 3.11 PCD-2 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่มีความกลมมน 13
ที่ดีและมีพวกออกไซด์ของเหล็กสีส้มแดงแทรกระหว่างเม็ดตะกอน
รูป 3.12 a)หินทรายจากชั้น E ที่มีกรวดปะปนอยู่บ้าง 14
b) หน้าตัดของหินที่แสดงลักษณะการคัดขนาดปานกลางเนื่องจากเม็ด 14
ตะกอนมีขนาดใกล้เคียงกัน
รูป 3.13 PCE-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ขนาดใหญ่ที่เป็น 14
Rock fragment มีลักษณะของ Sub Grain Boundary (SGB) บ่งบอกถึง
การแปรสภาพ
รูป 3.14 a)หินทรายจากชั้น F ที่ในเนื้อหินมีเม็ดกรวดฝังอยู่และหินมีสีออกแดง 15
น้ำตาลเนื่องมาจากการที่แร่ เหล็กเกิด Oxidation
b) เนื้อในของหินที่มีสีขาว ขอบด้านนอกมีสีดำเนื่องจากการผุพังของ 15
แร่เหล็กได้เป็นผิวสีดำเป็นคราบเคลือบด้านนอก
รูป 3.15 PCF-2 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดง Rock fragment ที่มีลักษณะ 15
ของ Sub Grain Boundary (SGB) บ่งบอกถึงการแปรสภาพ
เม็ดแร่ Quartz และเหล็กออกไซด์
รูป 3.16 a)หินทรายจากชั้น G ที่อยู่ด้านบนสุดมีสีดำเนื่องจากการผุพังของแร่เหล็ก 16
ทำให้ได้คราบสีดำเคลือบผิวด้านนอก
b) ผิวด้านในที่โดน Oxidation ได้แถบสีเหลืองส้ม เนื้อหินหยาบมาก 16
เนื่องจากเม็ดตะกอนใหญ่

รูป 3.17 PCG-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่มีขนาดใหญ่ มีความกลมมนที่ไม่ดี และมีเหล็กออกไซด์อยู่ตามช่องว่างและขอบของเม็ดตะกอน 16

รูป 3.18 แสดงโครงสร้างชั้นเฉียงระดับกับแนวการเก็บค่าข้อมูลที่เป็นค่า Strike และ Dip direction โดยทิศทางการตกสะสมตัวของตะกอนจะอยู่ในแนวเดียวกับ Current flow ที่พัดพาตะกอน 18

รูป 3.19 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน A (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2) ที่ไหลในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 18

รูป 3.20 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน B (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2) ที่ไหลในทิศจากตะวันตกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ 19

รูป 3.21 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน C (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2) ที่ไหลในทิศจากตะวันตกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ 19

รูป 3.22 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน D (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2) ที่ไหลในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ในแนวเกือบจะทิศเหนือลงไปทิศใต้ 19

รูป 3.23 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน E (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2) ที่ไหลในทิศจากตะวันออกไปทางทิศตะวันตก 20

รูป 3.24 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน F (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2) ที่ไหลในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 20

รูป 3.25 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน G (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2) ที่ไหลในทิศจากตะวันออกไปทางทิศตะวันตก 20

รูป 3.26 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา (ในลำดับชั้นหินรูป 3.2)โดยมีทิศทางของกระแสไหลในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 21

รูป 3.27 ลักษณะที่เรียกว่า สามหมื่นรู เป็นลักษณะที่เป็นรูอยู่ตามผิวของชั้นหิน 22

รูป 3.28 a)ตัวอย่างสามหมื่นรู PCS1 22

b)ตัวอย่างสามหมื่นรู PCS2 22

รูป 3.29 PCS1-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงการตกผลึกของแร่กลุ่ม 23
Evaporite mineral(Ev) ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ Quartz(Qt)
รูป 3.30 PCS2-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงการตกผลึกของแร่กลุ่ม 23
Evaporite mineral(Ev) ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ Quartz(Qt)
รูป 3.31 รูที่เกิดจากกระแสน้ำกัดกร่อนตามแนวการเรียงตัวของเม็ดกรวด(Gravel bed) 24
หรือตามระนาบรอยต่อชั้นหิน(Bedding plane)
รูป 3.32 รูที่เกิดจากกระแสน้ำกัดกร่อนตามแนวชั้นเฉียงระดับ (Cross-bedding) 24
รูป 3.33 a) สามหมื่นรูที่มีการพอกปิดโครงสร้าง Trough cross-bedding 25
b) สามหมื่นรูที่มีการพอกปิดโครงสร้าง Concave cross-bedding 25
และน้ำบาดาลที่ซึมออกมาจากชั้นหิน
c) สามหมื่นรูที่มีการพอกปิดโครงสร้าง Bedding plane 25
d) ระดับของน้ำบาดาลในพื้นที่ ที่มีการไหลซึมออกมาจากชั้นหินตลอดเวลา 25
รูป 3.34 ผลจากเครื่อง XRD ของตัวอย่าง PCS1 26
รูป 3.35 ผลจากเครื่อง XRD ของตัวอย่าง PCS2 27
รูป 3.36 แผนภาพสรุปกระบวนการเกิดสามหมื่นรู 27
รูป 3.37 a) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่19/04/2556 28
b) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่01/05/2556 28
c) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่03/08/2556 28
d) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่03/08/2556 28
รูป 3.38 a)รูปจาก www.geoparkthailand.com แสดงเนื้อหินสีประกายแสงที่มี 29
สีต่างๆและมีความมันวาวเมื่อถูกแสงแดดเนื่องจากแร่ Goethite ที่เคลือบที่ผิว
b) ลานที่พบหินสีประกายแสง 29
รูป 3.39 ผลจากเครื่อง XRD ที่เอาหินสีประกายแสงไปวิเคราะห์แร่ พบแร่ 29
Quartz , Anothite และ Goethite
รูป 3.40 แผนภาพสรุปกระบวนการเกิดหินสีประกายแสง 30

บทที่ 1 บทนำ

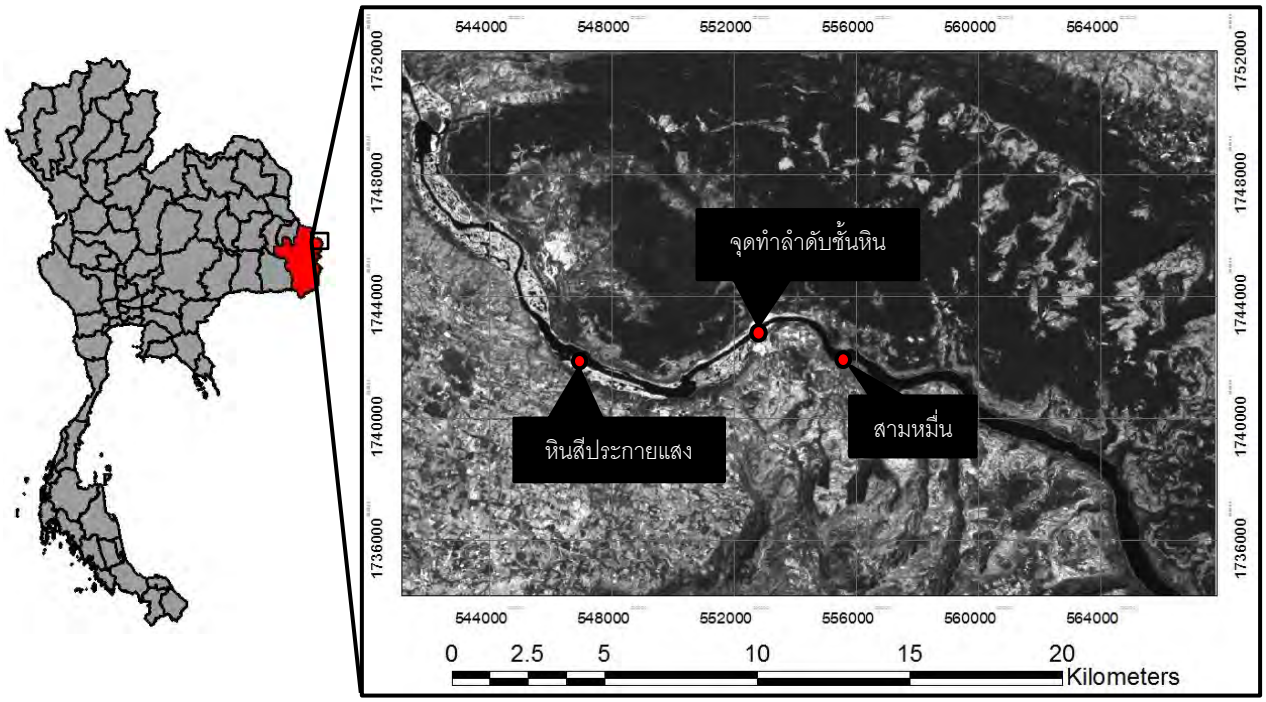
1.1 ที่มาและความสำคัญ

ผาชันเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่มีสภาพทางธรณีวิทยาที่สวยงามอีกแห่งหนึ่งของประเทศไทย ตั้งอยู่ริมแม่น้ำโขงบริเวณจังหวัดอุบลราชธานีประกอบไปด้วยชั้นหินทรายเก่าแก่อายุกว่า 100 ล้านปีที่ถูกกระบวนการกัดกร่อนโดยแม่น้ำโขงจนทำให้เกิดลักษณะที่เรียกว่า “สามหมื่นรู” และมีการแสดงชั้นเฉียงระดับ(Cross bedding) ที่สวยงาม นอกจากนี้ยังมี “หินสีประกายแสง” ที่เป็นหินมีลักษณะมันวาวสะท้อนแสงได้ดีและมีความสวยงามอีกด้วย โดยพื้นที่ดังกล่าวผู้ทำวิจัยเห็นว่าในยังไม่มีการศึกษาทางธรณีวิทยาในเชิงลึกจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาในเรื่องการลำดับชั้นหินทางกายภาพ(Lithostratigraphy) ทิศทางกระแสน้ำบรรพกาล(Paleocurrent) และ กระบวนการเกิดสามหมื่นรู เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการบอกสภาพแวดล้อมในการเกิดของชั้นหินในอดีต และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาในพื้นที่ต่อไป

โดยหินในพื้นที่จัดอยู่ในหมวดหินภูพานของกลุ่มหินโคราช วางตัวอยู่ด้านบนหมวดหินเสาขัวแบบต่อเนื่องมีความหนาระหว่าง 80-140 เมตร ประกอบด้วย หินทรายและหินกรวดมน สีน้ำตาลแกมเหลือง เทา ชมพู และขาว นอกจากนี้ยังมีหินทรายแป้ง หินกรวดมนกระเปาะปูน หินดินดาน และหินทรายสีน้ำตาลแดง แต่โดยทั่วไปเป็นหินทรายสีเทาขาว เป็นส่วนใหญ่มีขนาดของเม็ดตะกอนปานกลางถึงหยาบมาก มีความกลมมนดี แต่การคัดขนาดไม่ดี มีเม็ดกรวดปะปนค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบเป็นแร่ควอตซ์ บางที่พบหินดินดานสีเทาดาแทรกเป็นเลนส์ หมวดหินนี้วางตัวมีมุมเอียงเทไม่เกิน 10 องศา ทำให้เมื่อพบหมวดหินวางตัวอยู่บนยอดเขาจะพบยอดเขาเป็นแนวราบเรียบ และหินในหมวดหินนี้ยังมีสภาพคงทนต่อการกัดกร่อนมากกว่าหมวดหินอื่น(Ward and Bunnag, 1964) ดูแผนที่ธรณีวิทยาได้ที่รูป 1.3 สภาพแวดล้อมการตกตะกอนของหมวดหินภูพานเป็นแบบ meandering river และ braided river ในสภาพภูมิอากาศแบบ semi-arid (Meesook, 2000) หมวดหินภูพานมีอายุในช่วง ครีเตเชียสตอนต้น โดยการศึกษาเรณูวิทยา (Racey et al., 1994, 1996)

1.2 พื้นที่วิจัย

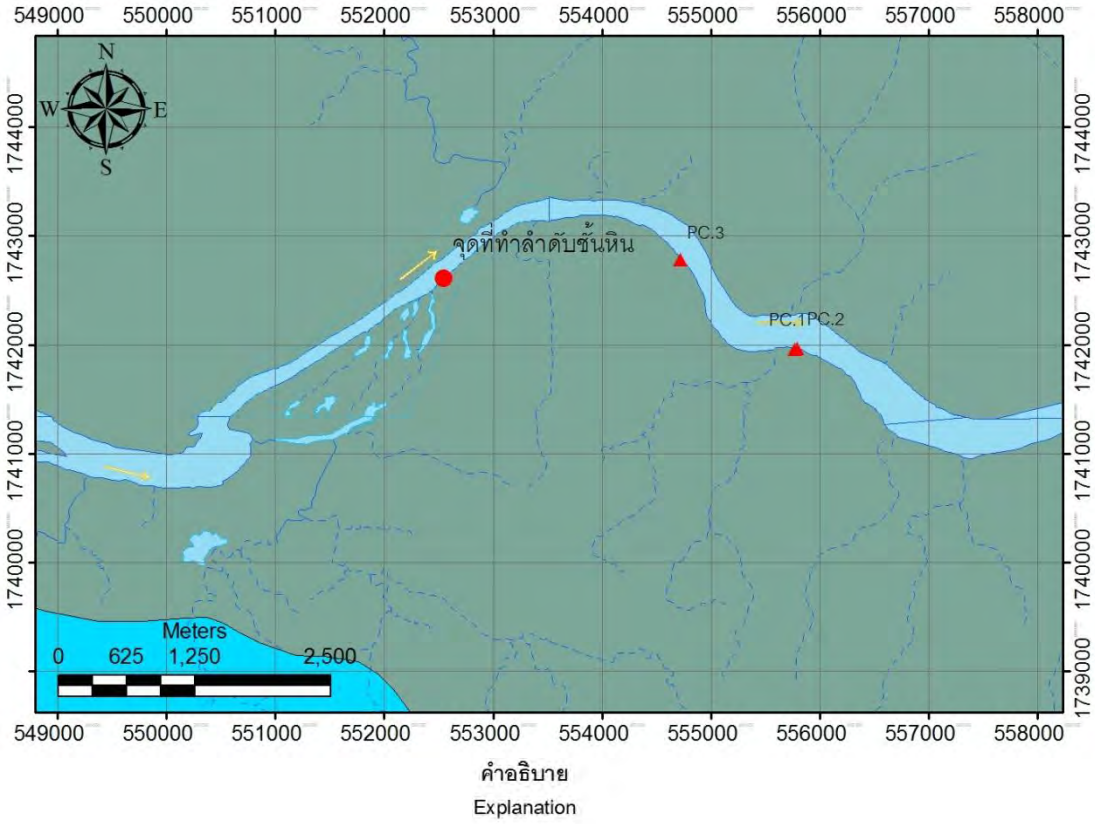
ผาชัน และ สามหมื่นรู ตั้งอยู่ในพื้นที่ บ้านผาชัน ต.สำโรง อ.โพธิ์ไทร จ.อุบลราชธานี ในแผนที่ภูมิประเทศระวาง 4 ระวางได้แก่ อำเภอโพธิ์ไทร (6040 I) บ้านฟ้าห่วน (6040 II) บ้านผาชัน (6140 IV) และบ้านนาโพธิ์กลาง (6140 III) โดยแบ่งออกเป็น 3 จุดศึกษาดังรูป 1.1



รูป 1.1 ภาพถ่ายทางอากาศแสดงลักษณะทางธรณีสัณฐานและจุดที่ทำการศึกษา

รูป 1.2 a)จุดที่ทำลำดับชั้นหินบริเวณท่าเรือบ้านผาชัน b)ลักษณะของสามหมื่นรู

c)ลานหินสีประกายแสง d)โครงสร้างชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่



คำอธิบาย
Explanation

	หินตะกอน SEDIMENTARY	หน่วย FORMATION	อายุ AGE
Kpp	Kpp: หินทรายเนื้อปนกรวดสีขาว สัม่อน กรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 5 ซม. เม็ดกรวดประกอบด้วย ควอรตซ์ เชิร์ต หินทรายแป้งสีแดงและหินอัคนี พบโครงสร้างรอยชั้นเฉียงระดับ พบชั้นหินดินดาน และหินกรวดมนแทรกสลับ Pebbly sandstone, white, pale-orange, pebble size up to 5 cm; quartz, chert, red siltstone and igneous rocks, cross-bedding, with shale and conglomerate interbedded	ภูพาน PHU PHAN	ช่วงล่าง-ช่วงกลาง ครีเทเชียส Lower - Middle CRETACEOUS
Jsk	Jsk: หินทรายสีน้ำตาลแกมแดงและเทา เนื้อปนไมกา หินทรายแป้งสีเทาและน้ำตาลหินกรวดมนเม็ดปูนหินดินดานสีน้ำตาลแกมม่วงและแดงอิฐ Sandstone, reddish-brown and gray, micaceous; siltstone, gray and brown; lime-noduled conglomerate; shale, purplish-brown and brick-red	เสาขัว SAO KHUA	ช่วงกลาง-ช่วงบน จูแรสซิก Middle-Upper JURASSIC

รูป 1.3 แผนที่ธรณีวิทยาของจุดศึกษาโดยดัดแปลงมาจากแผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณีปี 2551

1.3 วัตถุประสงค์

1.ทำข้อมูลลำดับชั้นหินทางกายภาพเพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมการตกสะสมตัวในอดีต

2.สร้างแผนภูมิแสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาล

3.อธิบายการเกิดและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสามหมื่นรูและสร้างภาพจำลองการเกิดสามหมื่นรู ในบริเวณพื้นที่ผาชัน จังหวัดอุบลราชธานี

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการศึกษาสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนในอดีตโดยใช้การลำดับชั้นหินในพื้นที่ศึกษา และศึกษาทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาล โดยใช้ค่าข้อมูลชั้นเฉียงระดับที่เก็บวัดค่าในพื้นที่ศึกษาฝั่งประเทศไทย มาสร้างแผนภูมิแสดงทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาล อธิบายกระบวนการเกิดรวมถึงปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดสามหมื่นรู และสร้างภาพจำลองการเกิดสามหมื่นรู

บทที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

2.1 ศึกษางานวิจัยและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหมวดหินในพื้นที่ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา โครงสร้างทางธรณีวิทยา การลำดับชั้นหิน ทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาล ในบริเวณพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียง

2.2 เก็บข้อมูลภาคสนาม

2.2.1 ข้อมูลลำดับชั้นหินทางกายภาพและเก็บตัวอย่างหิน

- ตัวอย่างที่เก็บมาจากชั้นหิน ที่ทำการทำลำดับชั้นหินทางกายภาพ
- ตัวอย่างที่เป็นลักษณะที่เรียกว่า สามหมื่นรู โดยมีการเขียนระบุทิศ และทิศทางการวางตัวของโครงสร้าง

2.2.2 เก็บค่าข้อมูลโครงสร้างหินตะกอน ได้แก่ ชั้นเฉียงระดับ การวางตัวของชั้นหิน

- การวางตัวและมุมเอียงเทของชั้นหิน
- การวางตัวและมุมเอียงเทของชั้นเฉียงระดับ

2.3 วิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม

2.3.1 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนโดยใช้ข้อมูลลำดับชั้นหินทางกายภาพ

- ดูลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างหิน
- วิเคราะห์ภาพรวมของสภาพแวดล้อมการสะสมตัวจากการทำลำดับชั้นหิน

2.3.2 วิเคราะห์ทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาล

- นำค่าข้อมูลชั้นเฉียงระดับมาสร้างแผนภูมิแสดงทิศทางการไหล เพื่อดูทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาล โดยสามารถดูการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงการสะสมตัวของชั้นหินได้

2.3.3 วิเคราะห์กระบวนการเกิดและปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดลักษณะสามหมื่นรู

-นำตัวอย่างที่เก็บมาไปวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบโดยใช้เครื่อง XRD และวิเคราะห์กระบวนการเกิด

2.4 เก็บข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติม

2.5 สรุปรายงานการวิจัยและนำเสนองานวิจัย

บทที่ 3 ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลต่างๆทั้งในภาคสนามและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ จะแบ่งผลที่ได้จากการทำศึกษาออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

3.1 ทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลและลำดับชั้นหินทางกายภาพ

3.2 การเกิดสามหมื่นรู

3.3 การเกิดหินสีประกายแสง

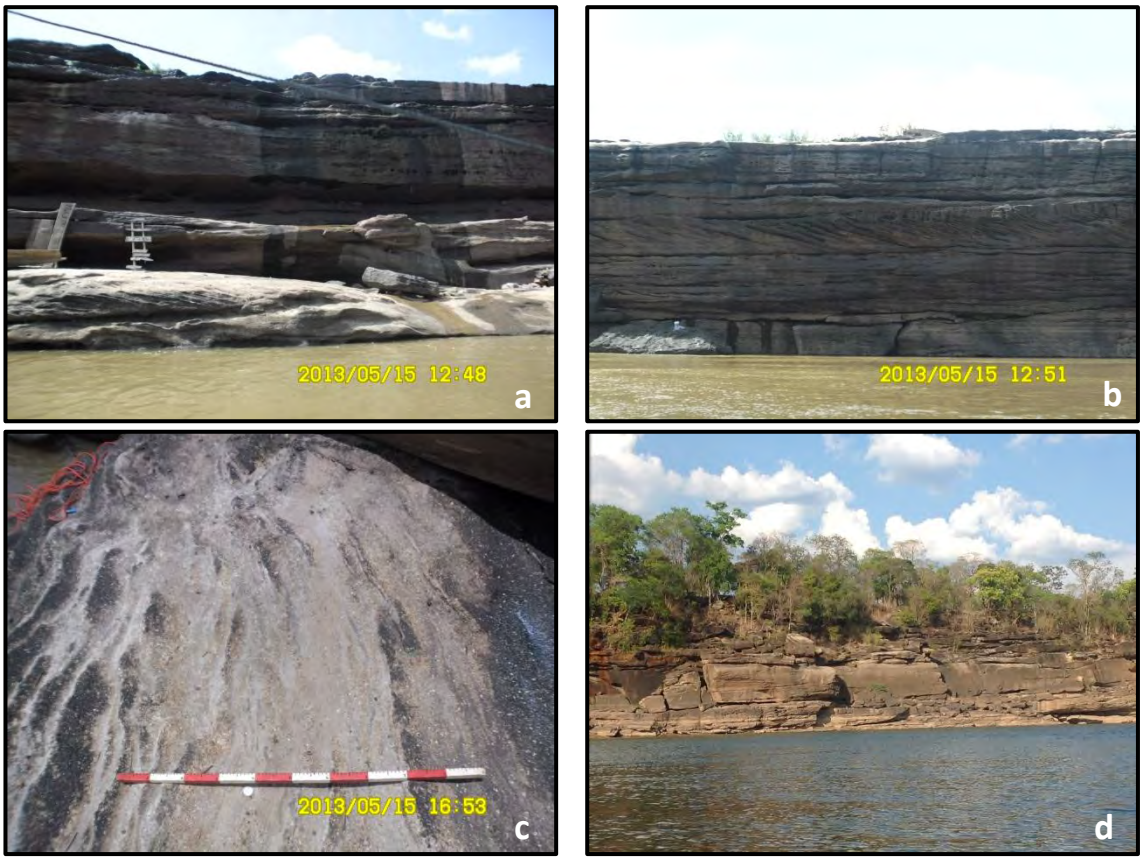
โดยได้ผลการศึกษาดังนี้

3.1 ลำดับชั้นหินทางกายภาพและทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาล

3.1.1 ลำดับชั้นหินทางกายภาพ

การทำลำดับชั้นหินทางกายภาพเป็นการบันทึกข้อมูลชั้นหินจากหินโผล่ในภาคสนามโดยใช้ลักษณะทางกายภาพของหินที่พบเป็นหลักในการแบ่งชั้นหินแต่ละชั้นไม่ว่าจะเป็น แร่ที่เป็นองค์ประกอบในหิน การคัดขนาด ความกลมมน ความเป็นทรงกลม สี ความคงทนต่อการกัดกร่อน และลักษณะโครงสร้างทางหินตะกอนเป็นต้น โดยลำดับชั้นหินสามารถบ่งบอกสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนในอดีตได้จากลักษณะเนื้อหิน โครงสร้างทางหินตะกอน และซากดึกดำบรรพ์ที่พบได้

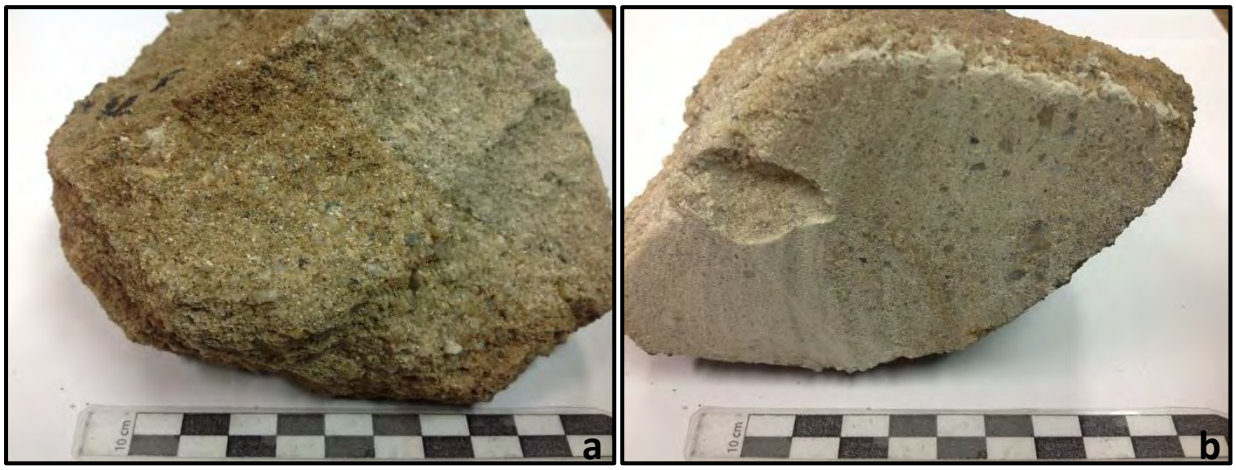
ลำดับชั้นหินที่ดีควรจะเป็นตัวแทนของหินในพื้นที่นั้น โดยลำดับชั้นหินที่ได้ทำขึ้นนี้มีจุดทำลำดับชั้นหินอยู่บริเวณท่าเรือบ้านผาชันซึ่งเป็นจุดที่เหมาะสมที่สุดและดีที่สุด เนื่องด้วยสภาพทางภูมิประเทศที่เป็นหน้าผาที่ชันและติดกับแม่น้ำโขงทำให้พื้นที่ที่สามารถทำลำดับชั้นหินได้มีจำกัด และอีกหนึ่งเหตุผลที่ทำให้ลำดับชั้นหินที่ทำในจุดนี้สามารถเป็นตัวแทนของหินในพื้นที่เนื่องมาจากการวางตัวของชั้นหินที่มีมุมเอียงเทที่ไม่เกิน 7 องศา ทำให้ชั้นหินที่พบมีการวางตัวเกือบจะอยู่ในแนวระดับและวางตัวเป็นแนวยาวอย่างต่อเนื่อง โดยลำดับชั้นหินทางกายภาพได้แสดงในรูป 3.2



รูป 3.1 a)ท่าเรือบ้านผาชันจุดที่ทำลำดับชั้นหิน b)ลักษณะการวางตัวของชั้นหินที่มีมุมเอียงเทไม่มากจนวางตัวเกือบจะแนวระดับและมีการแสดงชั้นฉียงระดับชัดเจน c) ลักษณะของเนื้อหินและชั้นเฉียงระดับเมื่อมองจากผิวด้านบนของชั้นหิน d) ลักษณะการวางตัวอย่างต่อเนื่องและมีมุมเอียงเทที่ต่ำของชั้นหิน

ชั้นหิน A

เป็นชั้นหินทรายสีเทาขาวมีความหนาประมาณ 163 เซนติเมตร แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับ ตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีความกลมมนอยู่ประมาณปานกลาง มีความเป็นทรงกลมของเม็ดตะกอนที่สูง มีการคัดขนาดตะกอนปานกลาง มีกรวดปะปนในเนื้อหินเฉลี่ยมีขนาดประมาณ 0.7-1 เซนติเมตร จากข้อมูลหินในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone

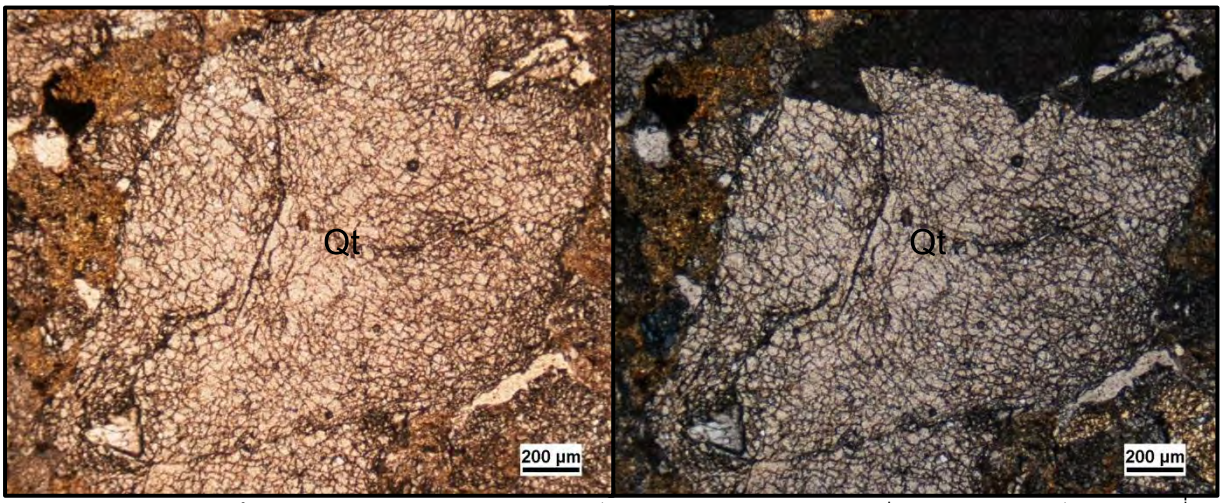


รูป 3.4 a)หินทรายจากชั้น A ที่ผิวด้านนอกมีสีออกน้ำตาลแดง อันเนื่องมาจากการ Oxidation ของแร่เหล็ก b)แสดงหน้าตัดของหินจะเห็นว่ามีเม็ดกรวดหรือตะกอนทรายขนาดหยาบแทรกอยู่ในเนื้อหิน

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์เป็นหินทรายประเภท Lithic arenite พบแร่ดังนี้

Quartz (Qt) 70 %

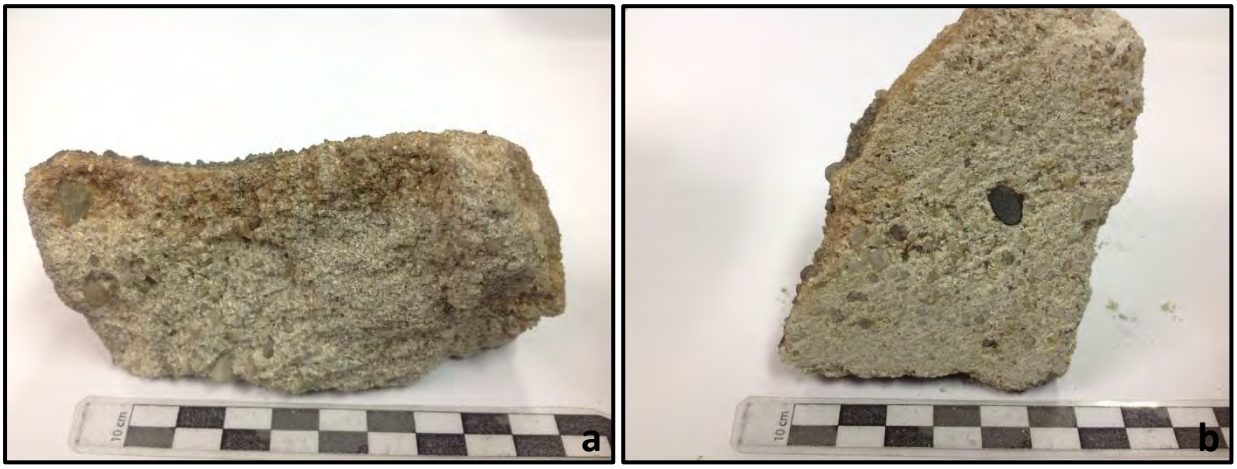
Rock fragment (Rf) 30 %



รูป 3.5 PCA-2 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ขนาดใหญ่มีลักษณะขอบเม็ดตะกอนที่ค่อนข้างกลมมน

ชั้นหิน B

เป็นชั้นหินทรายสีม่วงขาวมีความหนาประมาณ 137 เซนติเมตร แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีความกลมมนอยู่ในช่วงที่มีความเหลี่ยมน้อยถึงเกือบมน มีความเป็นทรงกลมของเม็ดตะกอนปานกลาง มีการคัดขนาดตะกอนไม่ดีถึงปานกลาง มีกรวดปะปนในเนื้อหินเฉลี่ยมีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร พบการวางชั้นแบบเรียงขนาด (Graded bedding) จากข้อมูลหินในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone

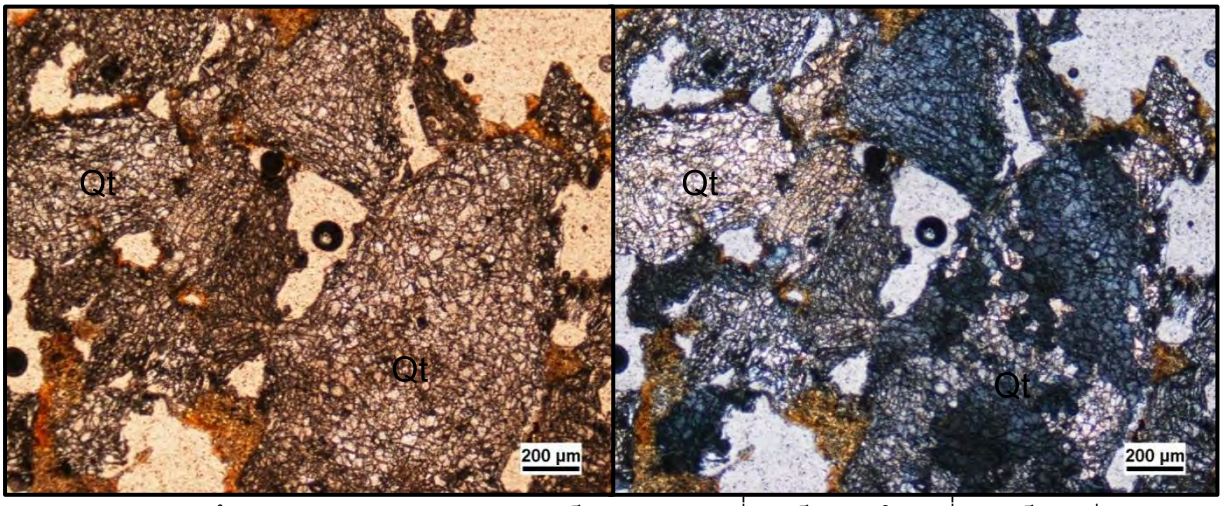


รูป 3.6 a)หินทรายจากชั้น B ที่ในเนื้อหินมีเม็ดกรวดฝังประอยู่ b) หน้าตัดของหินพบเม็ดกรวดและตะกอนทรายขนาดหยาบแทรกในเนื้อหินทำให้การคัดขนาดไม่ดี

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์เป็นหินทรายประเภท Sublithic arenite พบแร่ดังนี้

Quartz (Qt) 80 %

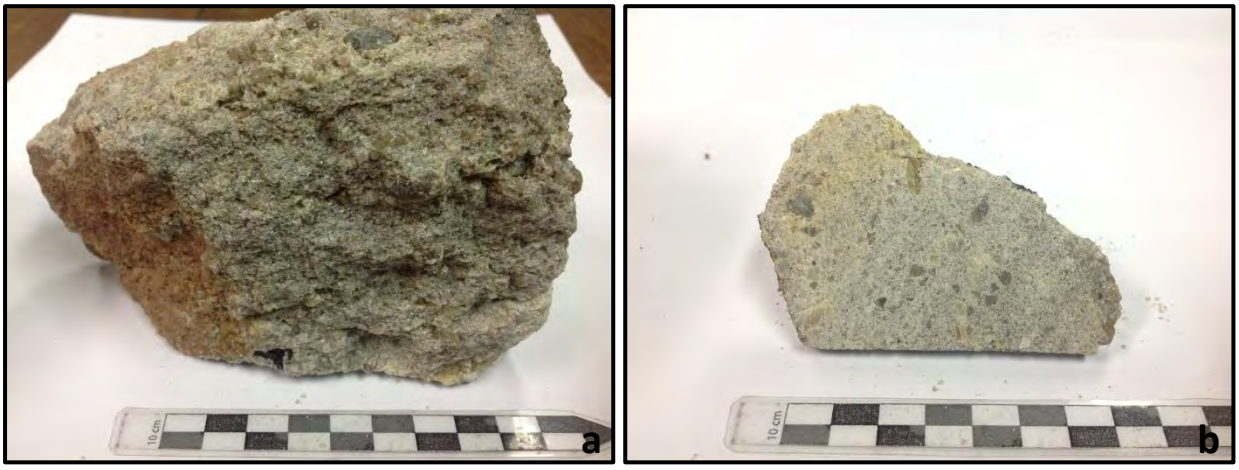
Rock fragment (Rf) 20 %



รูป 3.7 PCB-5 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่พบเป็นส่วนใหญ่ที่ขอบเม็ดแร่มีลักษณะมีเหลี่ยมเล็กน้อยถึงเกือบจะกลมมน สีส้มคือสีของเหล็กออกไซด์

ชั้นหิน C

เป็นชั้นหินทรายสีเทาม่วงมีความหนาประมาณ 160 เซนติเมตร แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีความกลมมนอยู่ในช่วงที่มีความเหลี่ยมน้อย มีความเป็นทรงกลมของเม็ดตะกอนปานกลาง มีการคัดขนาดตะกอนไม่ดี มีกรวดปะปนในเนื้อหินเฉลี่ยมีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร พบชั้นกรวด (Gravel bed) วางตัวหนา 3-7 เซนติเมตร จากข้อมูลหินในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone

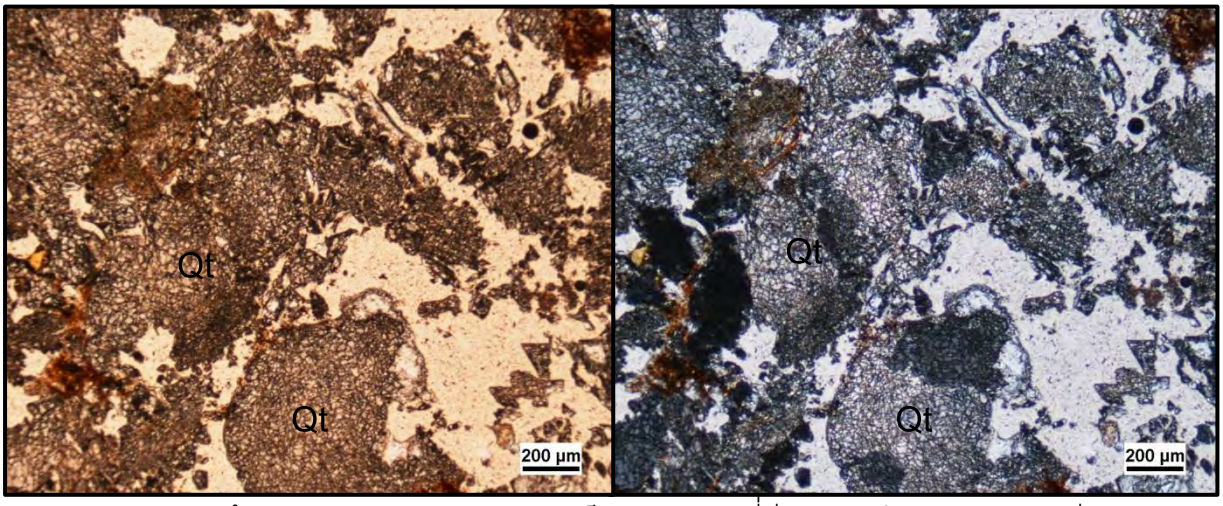


รูป 3.8 a)หินทรายจากชั้น C ที่มีเนื้อหินที่หยาบและมีเม็ดกรวดฝังอยู่ในเนื้อหิน b) หน้าตัดของหินพบเม็ดกรวดที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมฝังอยู่ในเนื้อหินและพบจำนวนมาก

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์เป็นหินทรายประเภท Sublithic arenite พบแร่ดังนี้

Quartz (Qt) 75 %

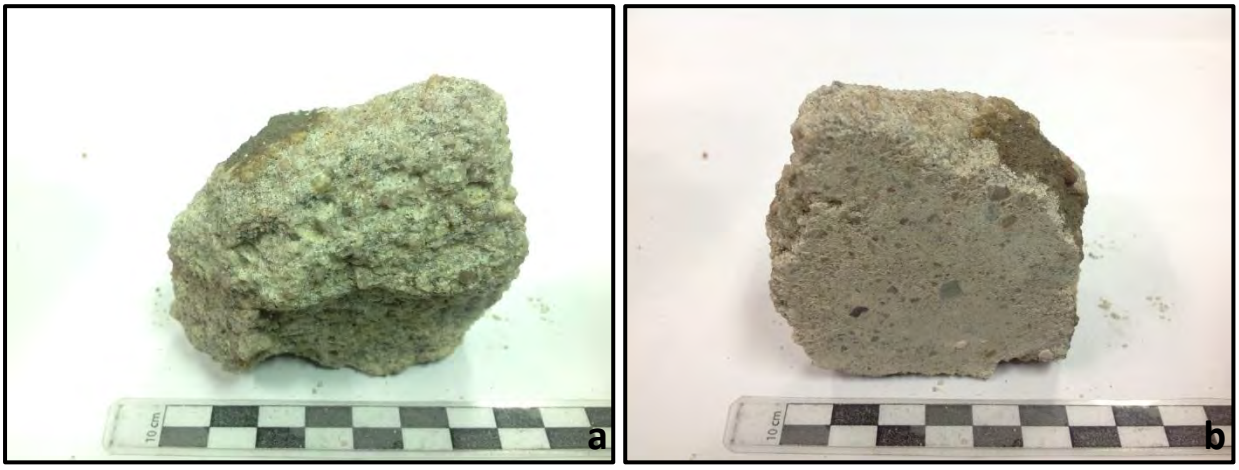
Rock fragment (Rf) 25 %



รูป 3.9 PCC-4 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่มีการแตกจำนวนมาก และมีพวกออกไซด์ของเหล็กแทรกตามรอยต่อระหว่างเม็ดตะกอน

ชั้นหิน D

เป็นชั้นหินทรายสีเทาม่วงมีความหนาประมาณ 90 เซนติเมตร แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับ ตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบ มีความกลมมนอยู่ในช่วงที่มีความเหลี่ยมน้อยถึงเกือบมน มีความเป็นทรงกลมของเม็ดตะกอนอยู่ในช่วงน้อยถึงปานกลาง มีการคัดขนาดตะกอนไม่ดี มีกรวดปะปนในเนื้อหินเฉลี่ยมีขนาดประมาณ 0.7-2 เซนติเมตร จากข้อมูลหินในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone

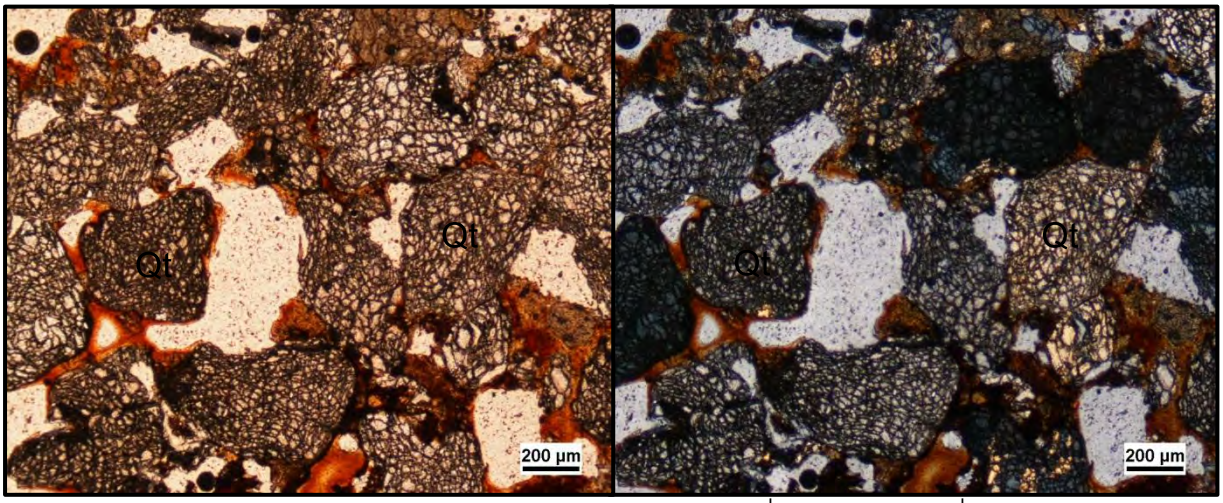


รูป 3.10 a)หินทรายจากชั้น D ที่เนื้อหินมีเม็ดกรวดฝังประอยู่จำนวนมาก b) หน้าตัดของหินพบเม็ดกรวดที่มีทั้งเหลี่ยมและมนอยู่ในเนื้อหินและพบในปริมาณที่มากทำให้การคัดขนาดไม่ดี

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์เป็นหินทรายประเภท Lithic arenite พบแร่ดังนี้

Quartz (Qt) 70 %

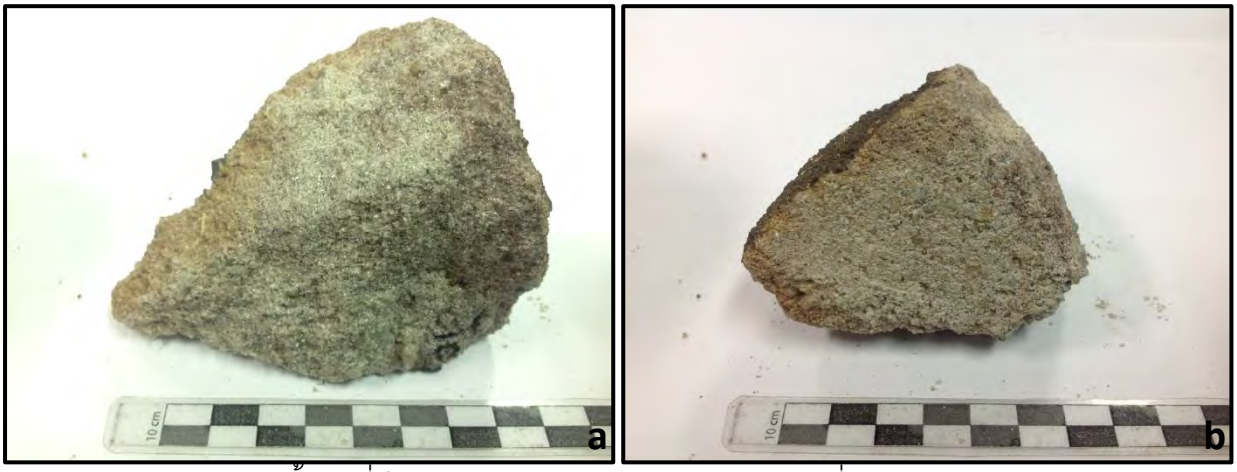
Rock fragment (Rf) 30 %



รูป 3.11 PCD-2 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่มีความกลมมนที่ดีและมีพวกออกไซด์ของเหล็กสีส้มแดงแทรกระหว่างเม็ดตะกอน

ชั้นหิน E

เป็นชั้นหินทรายสีเทาม่วงมีความหนาประมาณ 295 เซนติเมตร แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีความกลมมนอยู่ในช่วงประมาณค่อนข้างมน มีความเป็นทรงกลมของเม็ดตะกอนในช่วงปานกลางถึงสูง มีการคัดขนาดตะกอนที่ไม่ดีถึงปานกลาง มีกรวดปะปนในเนื้อหินเฉลี่ยมีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร พบชั้นกรวด (Gravel bed) วางตัวหนาประมาณ 10 เซนติเมตร จากข้อมูลหินในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone

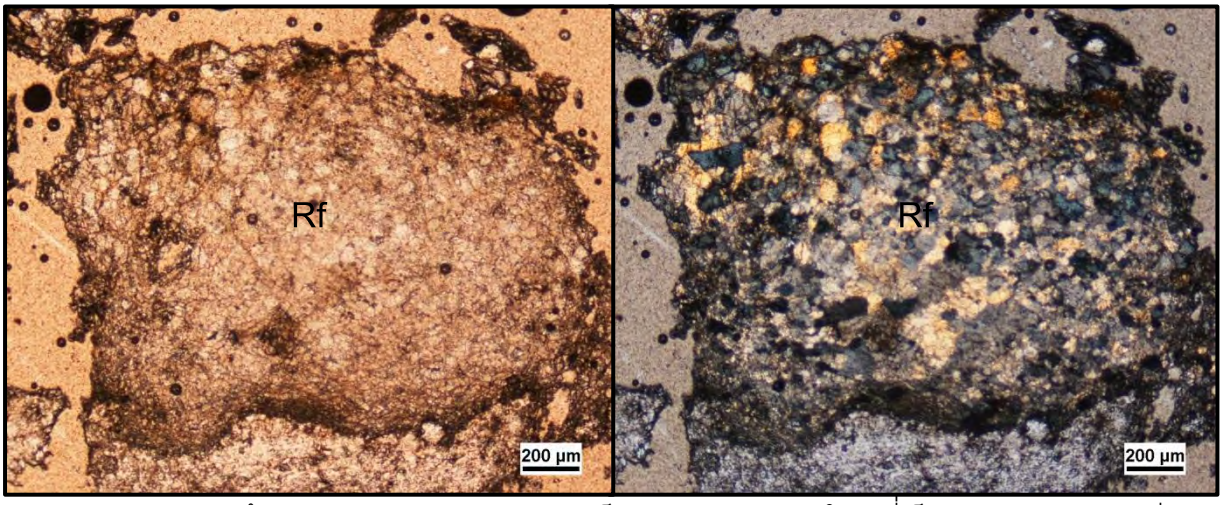


รูป 3.12 a)หินทรายจากชั้น E ที่มีกรวดปะปนอยู่บ้าง b) หน้าตัดของหินที่แสดงลักษณะการคัดขนาดปานกลางเนื่องจากเม็ดตะกอนมีขนาดใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์เป็นหินทรายประเภท Lithic arenite พบแร่ดังนี้

Quartz (Qt) 70 %

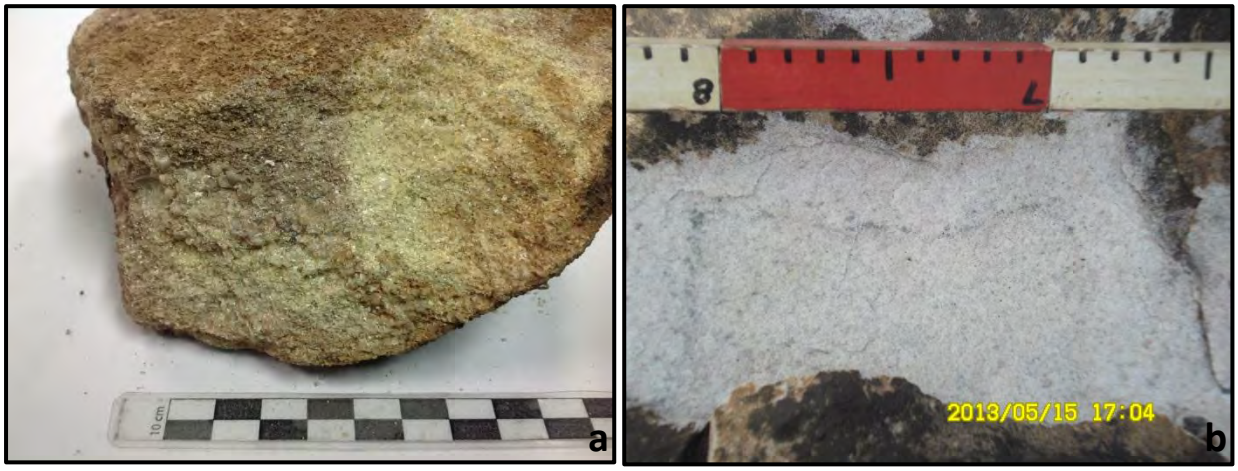
Rock fragment (Rf) 30 %



รูป 3.13 PCE-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ขนาดใหญ่ที่เป็น Rock fragment มีลักษณะของ Sub Grain Boundary (SGB) บ่งบอกถึงการแปรสภาพ

ชั้นหิน F

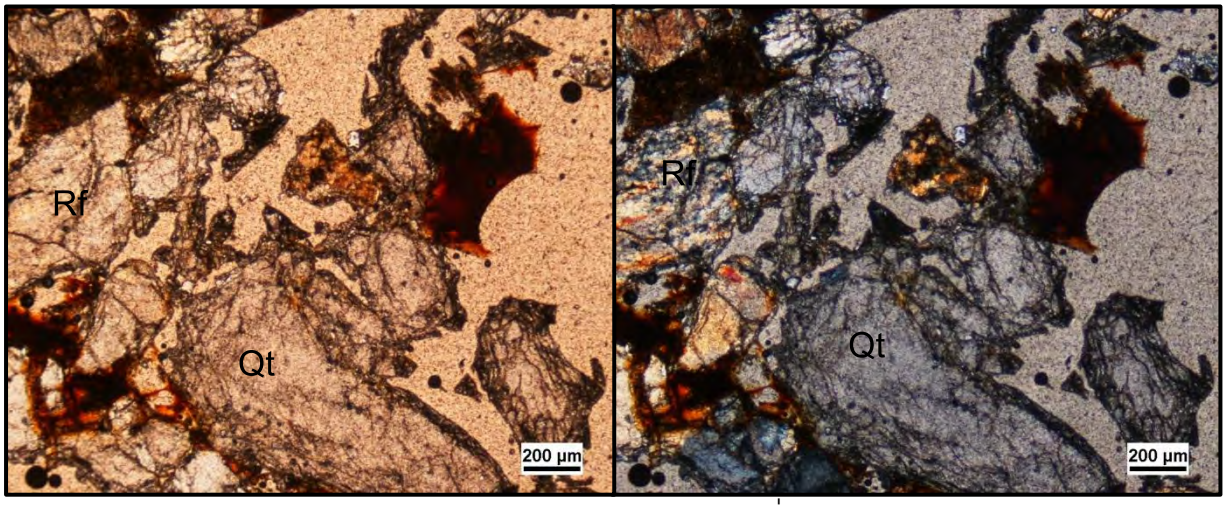
เป็นชั้นหินทรายสีขาวมีความหนาประมาณ 80 เซนติเมตร แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีความกลมมนอยู่ในช่วงประมาณค่อนข้างมน มีความเป็นทรงกลมของเม็ดตะกอนที่สูง มีการคัดขนาดตะกอนปานกลาง มีกรวดปะปนในเนื้อหินเฉลี่ยมีขนาดประมาณ 0.5-0.7 เซนติเมตร จากข้อมูลหินในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone



รูป 3.14 a)หินทรายจากชั้น F ที่ในเนื้อหินมีเม็ดกรวดฝังอยู่และหินมีสีออกแดงน้ำตาลเนื่องมาจากการที่แร่เหล็กเกิด Oxidation b) เนื้อในของหินที่มีสีขาว ขอบด้านนอกมีสีดำเนื่องจากการผุพังของแร่เหล็กได้เป็นผิวสีดำเป็นคราบเคลือบด้านนอก

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์เป็นหินทรายประเภท Lithic arenite พบแร่ดังนี้

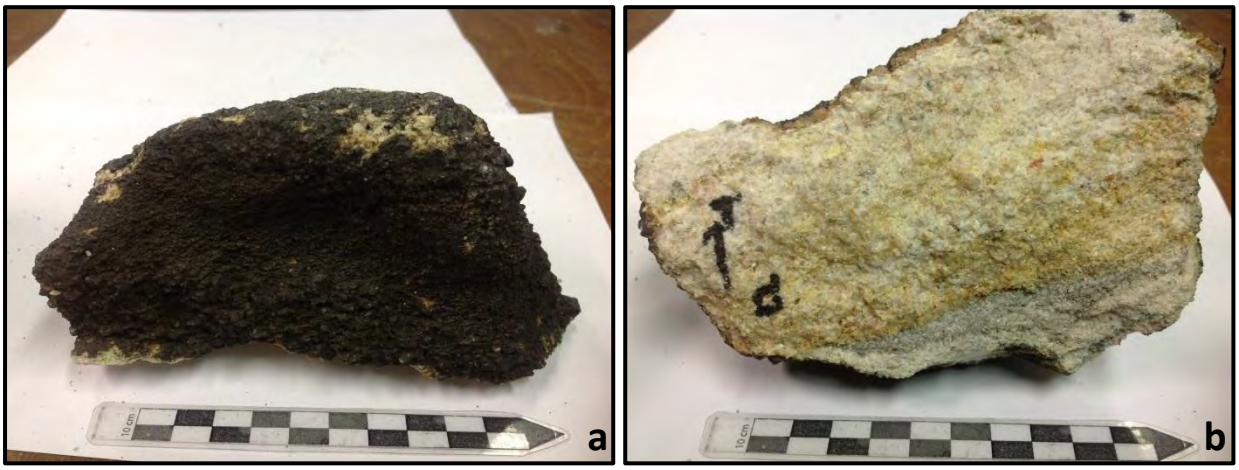
Quartz (Qt) 70 % Rock fragment (Rf) 30 %



รูป 3.15 PCF-2 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดง Rock fragment ที่มีลักษณะของ Sub Grain Boundary (SGB) บ่งบอกถึงการแปรสภาพ เม็ดแร่ Quartz และเหล็กออกไซด์

ชั้นหิน G

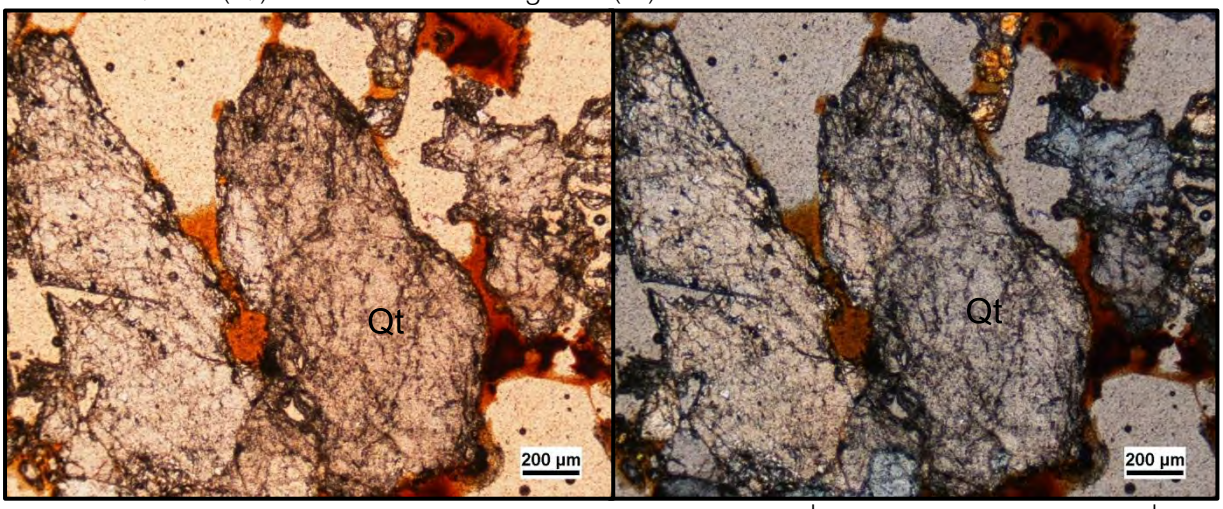
เป็นชั้นหินทรายสีเทาขาวมีความหนาประมาณ 110 เซนติเมตร แสดงลักษณะของชั้นเฉียงระดับตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีความกลมมนอยู่ในช่วงประมาณค่อนข้างมน มีความเป็นทรงกลมของเม็ดตะกอนอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง มีการคัดขนาดตะกอนปานกลาง มีกรวดปะปนในเนื้อหินเฉลี่ยมีขนาดประมาณ 0.7-1 เซนติเมตร จากข้อมูลหินในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone



รูป 3.16 a)หินทรายจากชั้น G ที่อยู่ด้านบนสุดมีสีดำเนื่องจากการผุพังของแร่เหล็กทำให้ได้คราบสีดำเคลือบผิวด้านนอก b) ผิวด้านในที่โดน Oxidation ได้แถบสีเหลืองส้ม เนื้อหินหยาบมากเนื่องจากเม็ดตะกอนใหญ่

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์เป็นหินทรายประเภท Sublithic arenite พบแร่ดังนี้

Quartz (Qt) 75 % Rock fragment (Rf) 25 %

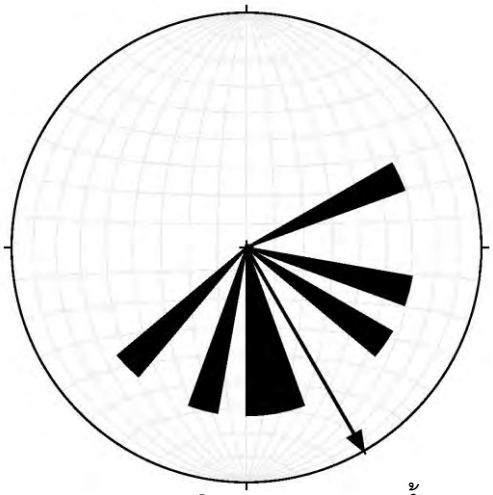


รูป 3.17 PCG-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงเม็ดแร่ Quartz ที่มีขนาดใหญ่ มีความกลมมนที่ไม่ดีและมีเหล็กออกไซด์อยู่ตามช่องว่างและขอบของเม็ดตะกอน

3.1.2 ทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาล

ทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลสามารถบ่งบอกทิศทางการพัดพาตะกอนมาตกสะสมตัวโดยกระแสในอดีตได้เช่น กระแสลม และกระแสน้ำ เป็นต้น โดยลักษณะที่แสดงทิศทางของกระแสบรรพกาลที่พบจะถูกแสดงไว้ในชั้นหินในลักษณะของโครงสร้างหินตะกอนซึ่งแบ่งโครงสร้างได้ 2 แบบ แบบแรกเป็นโครงสร้างหินตะกอนแบบสมมาตรบอกทิศทางของกระแส 2 ทิศทาง (Bidirectional) เช่น รอยริ้วคลื่น (Ripple marks) ที่เกิดจากคลื่นทะเลหรือกระแสลมที่มากกว่า 1 ทิศทาง แบบที่สองเป็นโครงสร้างหินตะกอนแบบไม่สมมาตรบอกทิศทางของกระแสทิศทางเดียว (Unidirectional) อันเกิดจากกระแสลมหรือกระแสน้ำจากแม่น้ำที่มีทิศทางกระแสทิศทางเดียวที่แสดงลักษณะโครงสร้างหินตะกอน เช่น โครงสร้างชั้นเฉียงระดับ (Cross-bedding), รอยริ้วคลื่น (Current ripple marks) , Sole markings และ Imbrication

ในพื้นที่ศึกษาพบลักษณะของโครงสร้างหินตะกอนแบบไม่สมมาตรในชั้นหินทรายที่เกิดจากกระแสที่รุนแรงเพราะในเนื้อหินมีเม็ดกรวดปะปนจำนวนมาก ซึ่งเป็นโครงสร้างที่บ่งบอกทิศทางของกระแสในทิศทางเดียว (Unidirectional) โดยเกิดจากกระแสน้ำเพราะกระแสลมไม่สามารถนำพาตะกอนขนาดที่เป็นเม็ดกรวดมาได้ รวมทั้งการคัดขนาดของตะกอนที่ไม่ดี โครงสร้างที่พบในจุดศึกษาพบเป็นชั้นเฉียงระดับมีทั้งแบบที่เป็น Trough cross-bedding และ Concave cross-bedding โดยการวัดค่าการวางตัวของชั้นเฉียงระดับจะวัดค่า Strike โดยให้ค่า Dip direction นำค่า Strike อยู่ 90 องศา เมื่อได้ค่า Strike มาจากในภาคสนามจะต้องมาพิจารณาสภาพแวดล้อมการตกสะสมตัวของตะกอนในอดีตร่วมกับลำดับชั้นหินทางกายภาพเพื่อดูว่าสภาพแวดล้อมการตกสะสมตัวในอดีตเป็นแบบใด หากสภาพแวดล้อมในอดีตเป็นแบบ Meandering river ที่เป็นแม่น้ำที่มีการกวัดแกว่งจะมีการสะสมตัวของตะกอนในชั้นเฉียงระดับ (Cross-bedding) ในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางของกระแสน้ำที่บริเวณโค้งในของแม่น้ำ (Point bar) เพราฉะนั้นค่า Strike ที่จะนำมาใช้ในการสร้างแผนภูมิแสดงการไหลต้องบวกเพิ่มอีก 180 องศา แต่ถ้าหากสภาพแวดล้อมในอดีตเป็นแบบ Braided stream ที่เป็นแม่น้ำที่มีกระแสรุนแรงมากกว่าแบบ Meandering river จึงทำให้แม่น้ำค่อนข้างมีความเป็นเส้นตรงมากกว่า และตะกอนที่มาสะสมตัวในลักษณะที่เป็น Sand bar กลางแม่น้ำในทิศทางเดียวกันกับกระแสดังนั้นค่า Strike ในสภาพแวดล้อมเช่นนี้ต้องบวกเพิ่ม 90 องศา โดยคาดว่าสภาพแวดล้อมการตกตะกอนในพื้นที่ศึกษาเป็นแบบ Braided stream ค่า Strike ที่นำมาสร้างเป็นแผนภูมิแสดงทิศทางการไหลจึงต้องบวกอีก 90 องศา จึงจะได้ทิศทางการไหลของกระแส

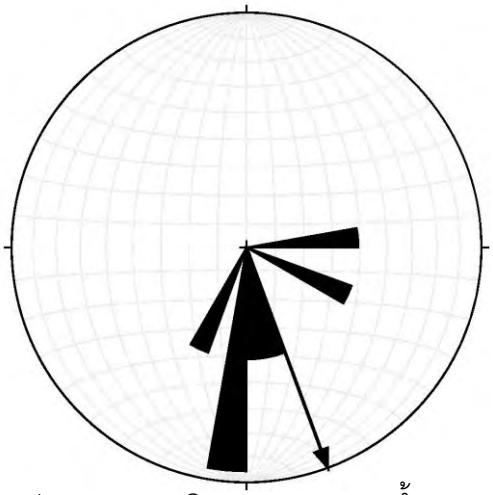


----- Rose diagram | 15/10/2556 at 10:42-----
Planes data set (petals parallel strike direction): **Bed B**
Max value = 14.28571% between 061 degr and 070 degr
Mean Vec = 150.0 degr; Average Length = 0.6472จำนวน

ค่าข้อมูล : 7

ทิศทางกระแส : NW-SE

รูป 3.20 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน B (ในลำดับชั้นหิน รูป 3.2)ที่ไหลในทิศจากตะวันตกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

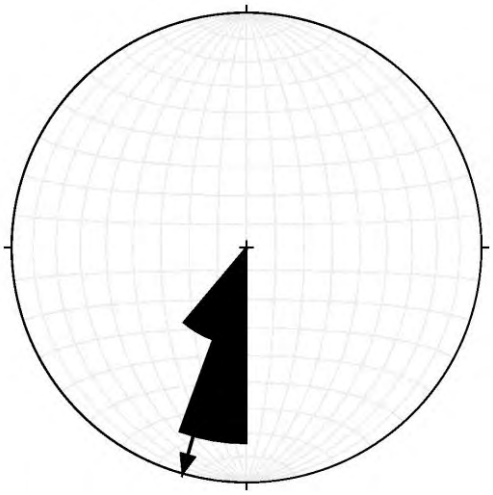


----- Rose diagram | 15/10/2556 at 10:49-----
Planes data set (petals parallel strike direction): **Bed C**
Max value = 28.57143% between 181 degr and 190 degr
Mean Vec = 159.8 degr; Average Length = 0.7903

จำนวนค่าข้อมูล : 7

ทิศทางกระแส : NW-SE

รูป 3.21 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน C (ในลำดับชั้นหิน รูป 3.2)ที่ไหลในทิศจากตะวันตกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

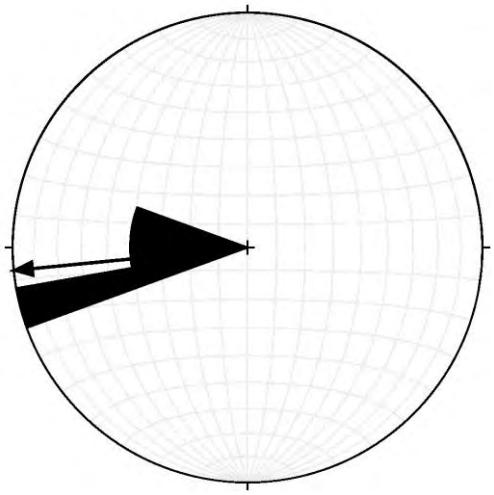


----- Rose diagram | 15/10/2556 at 10:50-----
Planes data set (petals parallel strike direction): **Bed D**
Max value = 33.33333% between 181 degr and 190 degr
Mean Vec = 195.8 degr; Average Length = 0.9728

จำนวนค่าข้อมูล : 6

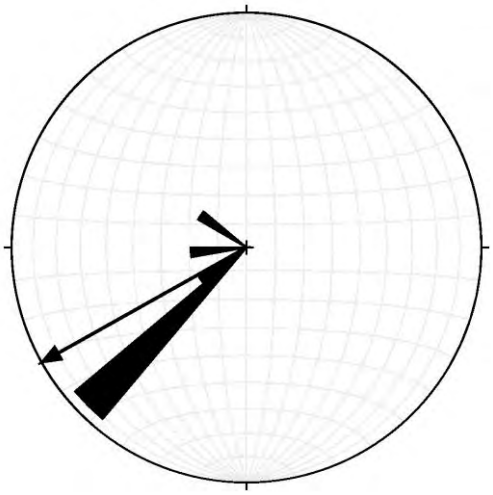
ทิศทางกระแส : NNE-SSW

รูป 3.22 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน D (ในลำดับชั้นหิน รูป 3.2)ที่ไหลในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ในแนวเกือบจะทิศเหนือลงไปทิศใต้



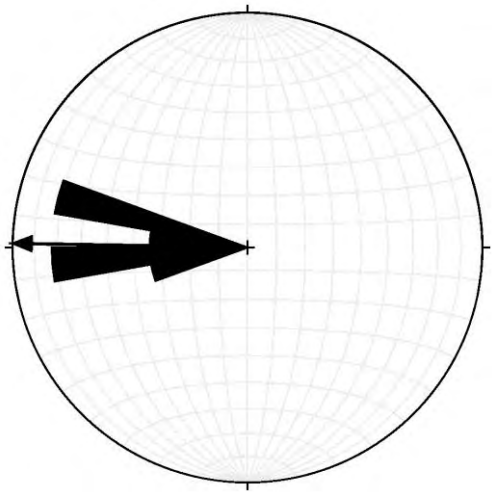
----- Rose diagram | 15/10/2556 at 10:51-----
Planes data set (petals parallel strike direction): **Bed E**
Max value = 40% between 251 degr and 260 degr
Mean Vec = 264.4 degr; Average Length = 0.982
จำนวนค่าข้อมูล : 5
ทิศทางกระแส : E-W

รูป 3.23 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน E (ในลำดับชั้นหิน รูป 3.2)ที่ไหลในทิศจากตะวันออกไปทางทิศตะวันตก



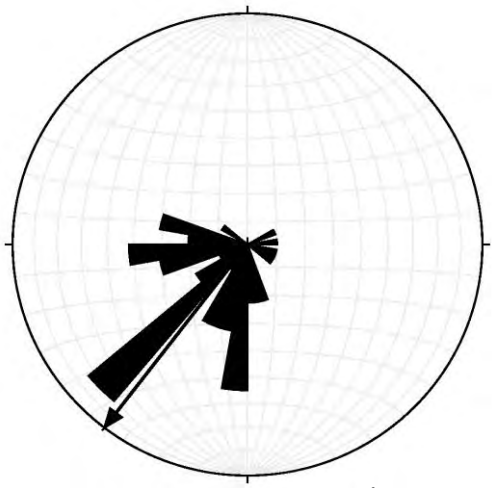
----- Rose diagram | 15/10/2556 at 10:52-----
Planes data set (petals parallel strike direction): **Bed F**
Max value = 57.14286% between 221 degr and 230 degr
Mean Vec = 240.7 degr; Average Length = 0.8876
จำนวนค่าข้อมูล : 7
ทิศทางกระแส : NE-SW

รูป 3.24 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน F (ในลำดับชั้นหิน รูป 3.2)ที่ไหลในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



----- Rose diagram | 15/10/2556 at 10:54-----
Planes data set (petals parallel strike direction): **Bed G**
Max value = 33.33333% between 261 degr and 270 degr
Mean Vec = 271.0 degr; Average Length = 0.9881
จำนวนค่าข้อมูล : 6
ทิศทางกระแส : E-W

รูป 3.25 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหิน G (ในลำดับชั้นหิน รูป 3.2)ที่ไหลในทิศจากตะวันออกไปทางทิศตะวันตก

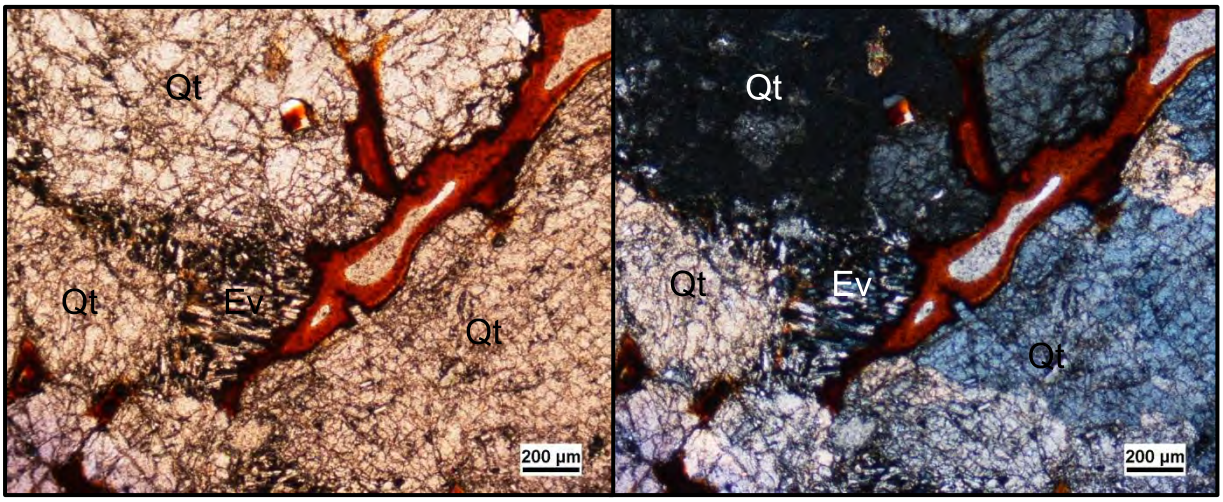


----- Rose diagram | 13/10/2556 at 22:14-----
Planes data set (petals parallel strike direction): Pha Chan
Max value = 15.90909% between 221 degr and 230 degr
Mean Vec = 217.5 degr; Average Length = 0.645
จำนวนค่าข้อมูล : 44

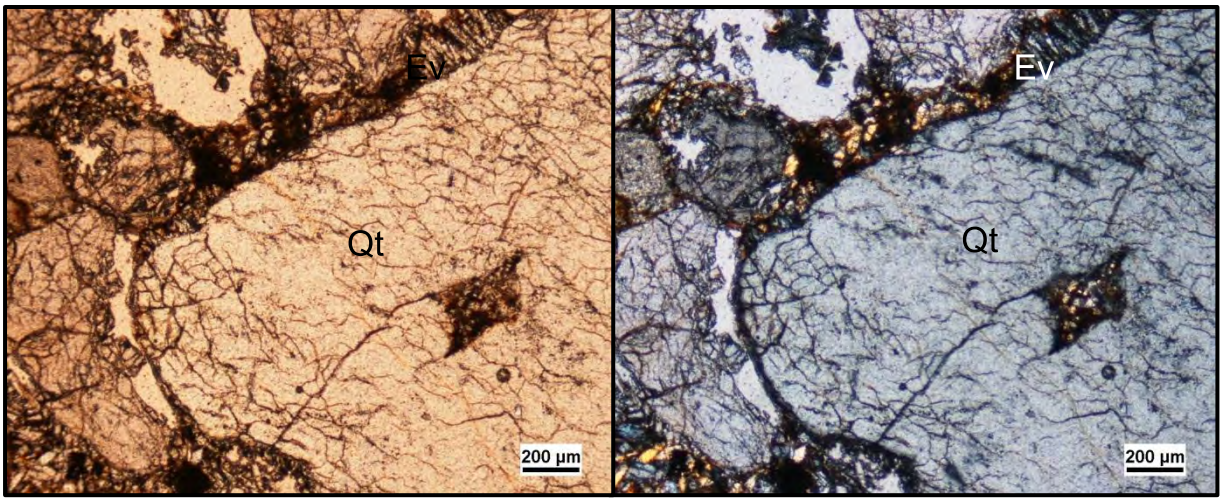
ทิศทางกระแส : NE-SW

รูป 3.26 แสดงทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาลของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา (ในลำดับชั้นหิน รูป 3.2)โดยมีทิศทางของกระแสไหลในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

จากการศึกษาทิศทางการไหลของกระแสน้ำบรรพกาลโดยใช้ข้อมูลที่ได้มาจากชั้นเฉียงระดับ พบว่ากระแสน้ำมีการเปลี่ยนทิศการไหลจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็นไหลจากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก รูป 3.19 ถึงรูป 3.25 โดยมีทิศทางของกระแสการไหลรวมเฉลี่ยอยู่ในทิศจากตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ รูป 3.26



รูป 3.29 PCS1-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงการตกผลึกของแร่กลุ่ม Evaporite mineral(Ev) ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ Quartz(Qt)

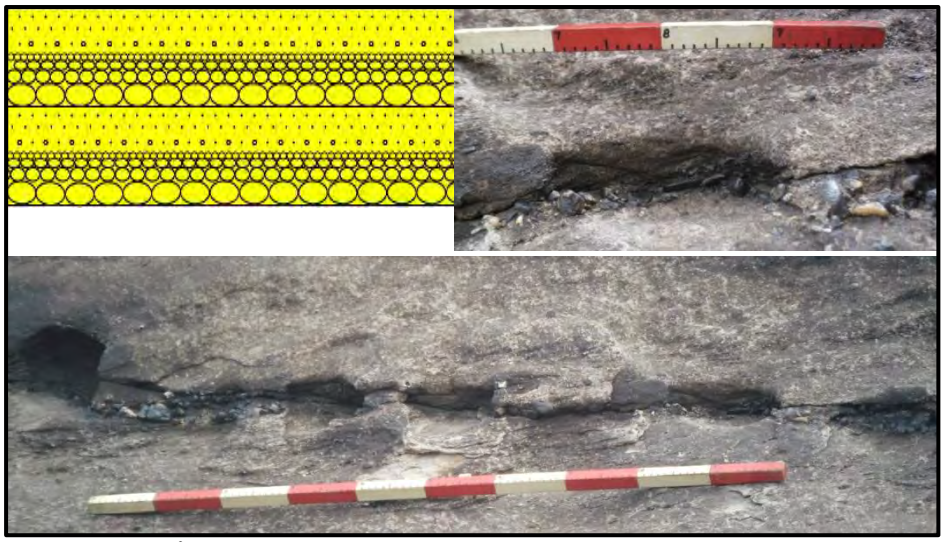


รูป 3.30 PCS2-1 รูปซ้าย(PPL) รูปขวา(XPL) แสดงการตกผลึกของแร่กลุ่ม Evaporite mineral(Ev) ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ Quartz(Qt)

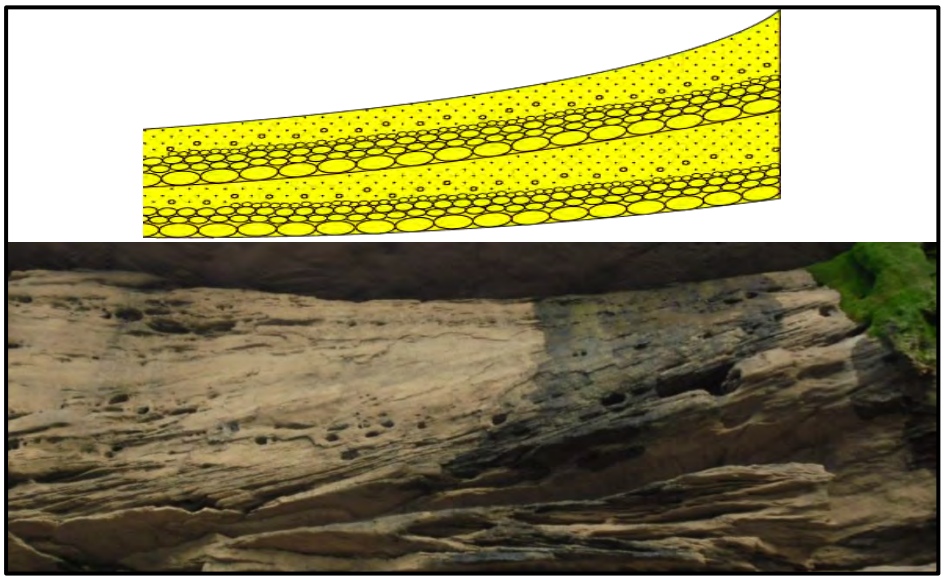
โดยลักษณะของรูที่เกิดในลักษณะนี้ จากข้อมูลในภาคสนามสามารถแบ่งได้ 2 แบบโดยแบ่งจากลักษณะที่พบตามโครงสร้างทางหินตะกอนดังนี้

แบบแรกที่เกิดตามแนวการเรียงตัวของเม็ดกรวด(Gravel bed) หรือตามระนาบรอยต่อชั้นหิน (Bedding plane) ลักษณะที่พบจะพบรูวางตัวเป็นแนวเส้นตรงที่มีมุมเกือบจะเป็นแนวระนาบ(Sub horizontal hole) เนื่องจากเม็ดกรวดได้หลุดออกไป รูป 3.31

แบบที่สองเกิดตามแนวโครงสร้างทางหินตะกอนและตามแนวระนาบของชั้นเฉียงระดับต่างๆ ลักษณะรูที่พบจะเป็นรูที่มีการเอียงเท(Incline hole) ซึ่งจะทำมุมกับระนาบชั้นหิน(Bedding plane) รูป 3.32

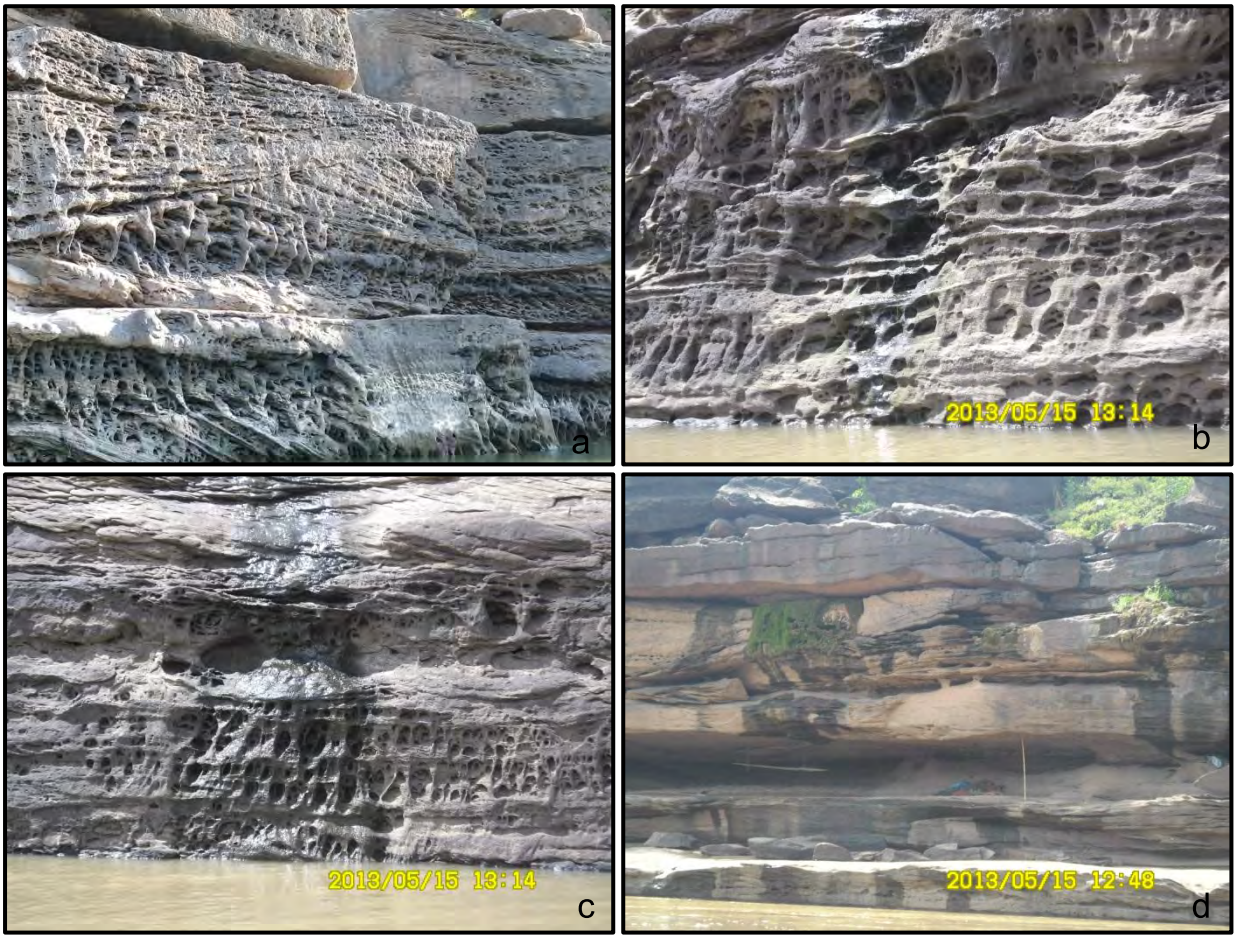


รูป 3.31 รูที่เกิดจากกระแสน้ำกัดกร่อนตามแนวการเรียงตัวของเม็ดกรวด(Gravel bed) หรือตามระนาบรอยต่อชั้นหิน(Bedding plane)



รูป 3.32 รูที่เกิดจากกระแสน้ำกัดกร่อนตามแนวชั้นเฉียงระดับ (Cross-bedding)

ที่กล่าวมาทั้งสองรูปแบบคือการเกิดรูจากการกัดกร่อนของกระแสจากแม่น้ำโขงในส่วนที่เรียกว่า “สามหมื่นรู” จริงๆนั้นเกิดจากการพอกของตะกอนในแนวดิ่งที่ได้ตะกอนมาจากกระบวนการกัดกร่อนที่ตะกอนยังคงค้างอยู่ตามรอยต่อชั้นหินหรือถูกพามาจากที่อื่นมาพอกปิดทับรูที่เกิดในลักษณะสองรูปแบบที่ได้กล่าวไป โดยน้ำบาดาลจะเป็นตัวกลางในการชะเอาตะกอนมาพอกบริเวณผิวด้านนอกของชั้นหินซึ่งจากการสังเกตในภาคสนามพบว่าระดับน้ำบาดาลในพื้นที่จะอยู่สูงมากจากระดับน้ำปกติและสาเหตุที่ “สามหมื่นรู” มีความแข็งนั้นเนื่องมาจากการเชื่อมประสานจากสารละลายของแร่ธาตุในน้ำบาดาลที่เชื่อมระหว่างเม็ดตะกอนที่พาลงมาพอก

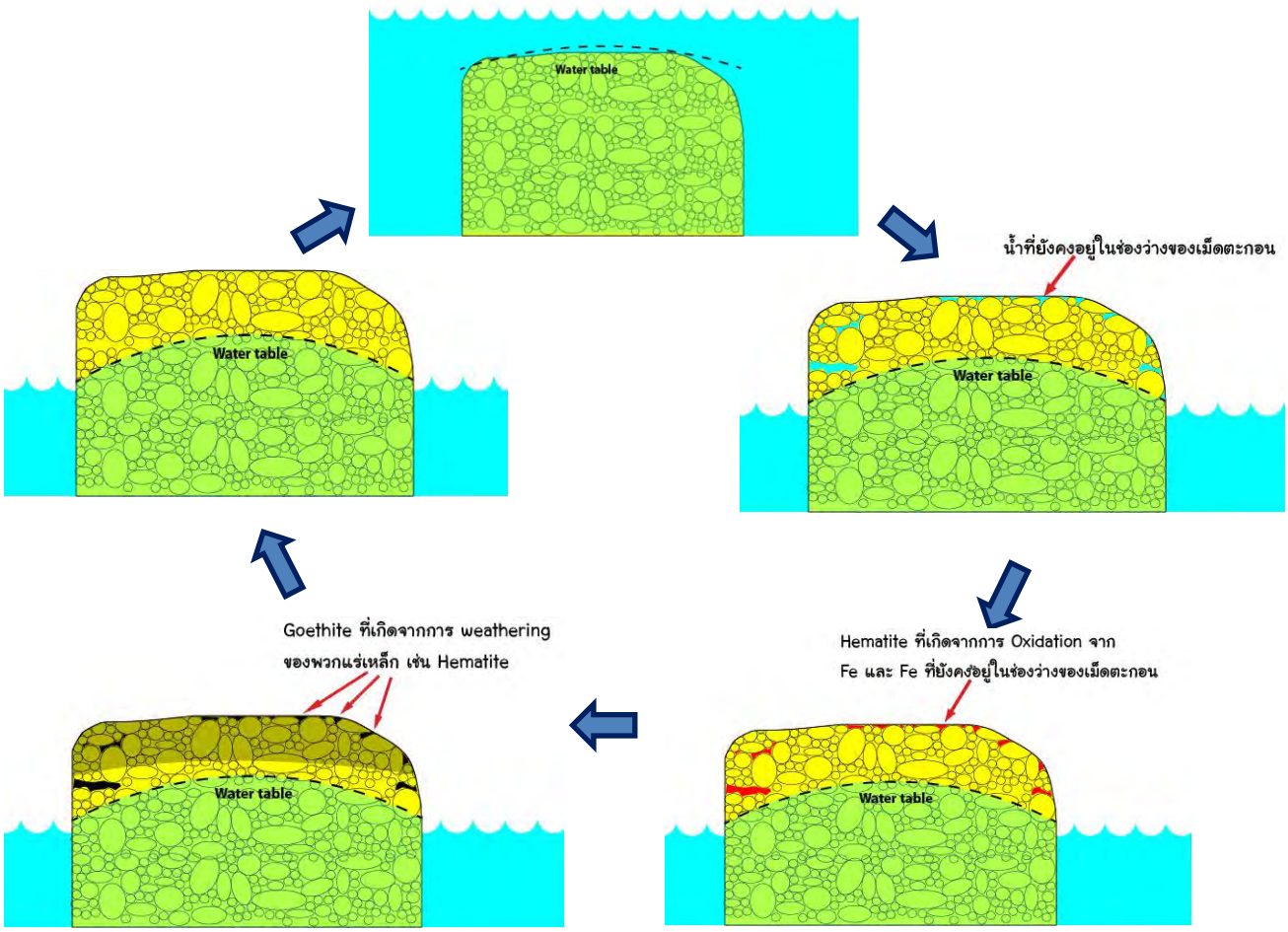


รูป 3.33 a) สามหมื่นรูที่มีการพอกปิดโครงสร้าง Trough cross-bedding b) สามหมื่นรูที่มีการพอกปิดโครงสร้าง Concave cross-bedding และน้ำบาดาลที่ซึมออกมาจากชั้นหิน c) สามหมื่นรูที่มีการพอกปิดโครงสร้าง Bedding plane d) ระดับของน้ำบาดาลในพื้นที่ ที่มีการไหลซึมออกมาจากชั้นหินตลอดเวลา

3.3 การเกิดหินสีประกายแสง

จากการเอาตัวอย่างหินสีประกายแสงไปวิเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้เครื่อง XRD แร่องค์ประกอบที่เป็นแร่ Quartz, Anorthite และ Goethite (รูป 3.39) โดยตัวที่ทำให้เกิดสีต่างๆและลักษณะที่มันวาวเมื่อสะท้อนแสงคือแร่ Goethite (FeO(OH)) โดยแร่นี้เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของแร่ที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบภายใต้สภาพที่มีการ Oxidation โดยแร่นี้จะเคลือบอยู่ที่ผิวของหินสีประกายแสง มีกระบวนการเกิดความสัมพันธ์กับน้ำบาดาลในพื้นที่ที่มีการพาสารละลายที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบมาสะสม เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำโขงเพิ่มขึ้นทำให้ระดับของน้ำบาดาลขยับเพิ่มขึ้นตาม เมื่อระดับน้ำในแม่น้ำโขงลดระดับ น้ำบาดาลก็ลดระดับลงตาม(รูป 3.37 แสดงระดับน้ำ ณ ช่วงเดือนต่างๆ) ทำให้สารละลายเหล็กในน้ำบาดาลบางส่วนยังคงค้างอยู่ตามช่องว่างของเม็ดตะกอนหรือที่ผิวด้านนอกของหิน เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศเหล็กที่อยู่ในสารละลายเกิดการ Oxidation เกิดเป็นแร่ Hematite เมื่อผ่านเวลาไปแร่ Hematite โดนกระแสน้ำ กระแสลม และแสงแดดจึงเกิดการผุพัง (Weathering) เกิดเป็นเนื้อดำวาวสะท้อนแสงของแร่ Goethite เคลือบอยู่บนผิวด้านนอกของหินทรายในพื้นที่ โดยสรุปแผนภาพการเกิดได้ตามรูป 3.40

รูป 3.37 a) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่19/04/2556 b) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่01/05/2556 c) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่03/08/2556 d) ระดับน้ำของแม่น้ำโขงเมื่อวันที่03/08/2556



รูป 3.40 แผนภาพสรุปกระบวนการเกิดหินสีประกายแสง

บทที่ 4 สรุปผลงานวิจัย

สรุปงานวิจัยแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนได้แก่ สรุปผลการศึกษาลำดับชั้นหินทางกายภาพและทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาล สรุปผลการศึกษาการเกิดสามหมื่นรู และ สรุปผลการศึกษาการเกิดหินสีประกายแสง

จากการศึกษาลำดับชั้นหินทางกายภาพและทิศทางของกระแสน้ำบรรพกาล พบว่าหินในพื้นที่ศึกษาโดยทั่วไปเป็นหินทรายสีเทาขาว ที่มีขนาดตะกอนเป็นตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมาก มีการคัดขนาดไม่ดีเนื่องจากมีกรวดปะปนในปริมาณที่สูง มีความกลมมนและความเป็นทรงกลมอยู่ประมาณปานกลาง จากการศึกษาในภาคสนามจัดให้เป็นหินทรายประเภท Pebbly Sandstone และจากการศึกษาศิลาวรรณาของหินตะกอนจัดให้เป็นหินทรายประเภท Lithic arenite - Sub lithic arenit (Dott,1964) ลักษณะสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของหินในพื้นที่นี้ คาดว่าน่าจะเป็นแบบ Braided Stream อันเกิดจากกระแสน้ำในการนำพาตะกอนมาสะสมตัวได้ลักษณะเป็นชั้นหินทรายหนา และวางตัวต่อเนื่องเป็นบริเวณกว้างและไม่พบลักษณะของ Lateral facies change จากขนาดของเม็ดตะกอนที่เป็นเม็ดตะกอนทรายขนาดปานกลางถึงหยาบมากและไม่พบตะกอนละเอียดทำให้คาดว่าน่าจะเกิดจากกระแสน้ำที่มีความรุนแรงมาก เพราะนอกจากเม็ดตะกอนทรายแล้วยังพบเม็ดกรวดขนาด 0.5-2 เซนติเมตรปะปนในเนื้อหินเป็นจำนวนมาก โดยเนื้อหินแสดงลักษณะที่เป็น Fining upward sequence พบโครงสร้างชั้นเฉียงระดับ (Cross-bedding) ที่แสดงทิศทางการไหลในทิศทางเดียวโดยมีทิศทางรวมของการไหลของกระแสน้ำบรรพกาลในทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ หากดูทิศทางกระแสในแต่ละชั้นหินจะพบว่ากระแสน้ำมีการค่อยๆเปลี่ยนทิศทางของกระแสจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เปลี่ยนไปเป็นไหลจากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก

จากการศึกษาการเกิดของสามหมื่นรูพบว่าในส่วนที่เรียกว่า “สามหมื่นรู” นั้นเกิดจากการพอกในแนวดิ่งโดยปัจจัยที่ส่งผลได้แก่ ระดับและองค์ประกอบของน้ำบาดาลที่เป็นตัวกลางในการพาชะตะกอนและนำพาสารละลายมาพอกบริเวณผิวด้านนอกของชั้นหิน โดยการเกิดแบ่งได้เป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเกิดจากการกัดกร่อนชั้นหินทรายในพื้นที่ที่มีการคัดขนาดที่ไม่ดีเนื่องจากมีปริมาณของเม็ดกรวดปะปนเป็นจำนวนมากโดยกระแสน้ำจากแม่น้ำโขง จนทำให้เม็ดกรวดบางส่วนหลุดออกมาจากนั้นกระแสน้ำก็เป็นตัวกัดกร่อนทำให้รูนั้นลึกขึ้น ช่วงที่สองเกิดจากการที่ระดับน้ำบาดาลที่ไหลซึมผ่านชั้นหินในพื้นที่ได้นำพาเอาตะกอนและสารละลายลงมาพอกตามผิวด้านนอกในแนวดิ่งของลักษณะรูที่เกิดในชั้นหินในช่วงแรก โดยสามหมื่นรูเกิดจากการพอกในลักษณะของ Calcrete และ Ferricrete

จากการศึกษาการเกิดของหินสีประกายแสงโดยศึกษาในภาคสนามและจากการวิเคราะห์องค์ประกอบจากเครื่อง XRD พบว่าประกอบไปด้วยแร่ Quartz, Anorthite และ Goethite ซึ่งตัวที่ทำให้เกิดลักษณะของหินสีประกายแสงก็คือแร่ Goethite ในส่วนของปัจจัยการเกิดที่ส่งผลพบว่าปัจจัยที่ส่งผลคือองค์ประกอบของสารละลายเหล็กในน้ำบาดาล ระดับของน้ำบาดาล และสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการผุพัง(Weathering) ของแร่เหล็ก โดยแบ่งการเกิดออกเป็น 4 ช่วงดังนี้ ช่วงแรกเกิดจากการที่ระดับในแม่น้ำโขงมีการเพิ่มระดับขึ้นจนทำให้ระดับของน้ำบาดาลในพื้นที่มีการขยับเพิ่มขึ้นตามช่วงนี้จะเป็นช่วงที่สารละลายเหล็กในน้ำบาดาลถูกนำขึ้นมาอยู่ในชั้นหิน ช่วงที่สองระดับน้ำในแม่น้ำโขงมีการลดระดับลงจนทำให้ระดับน้ำบาดาลก็ลดต่ำลงตามไปด้วยในช่วงนี้ทำให้สารละลายแร่เหล็กที่น้ำบาดาลพาขึ้นมาบางส่วนยังคงค้างอยู่ในช่องว่างของเม็ดตะกอนบริเวณผิวด้านนอกของหิน ช่วงที่สามสารละลายเหล็กเมื่อถูกอากาศและแสงแดดจึงเกิดการ Oxidation ได้เป็นแร่ Hematite เกิดขึ้นมา ช่วงที่สี่แร่ Hematite ที่เกิดขึ้นเมื่อสัมผัสกับสภาพภูมิอากาศ เช่นแสงแดด น้ำ ความชื้น เป็นเวลานานจึงเกิดการผุพัง(Weathering) ได้เป็นแร่ Goethite เคลือบอยู่ที่ผิวด้านนอกของหินทำให้มีลักษณะเป็นมันวาวและมีการสะท้อนเมื่อถูกแสงแดด

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. ธรณีวิทยาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี ,กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2550.
- Allmendinger, R. W., Cardozo, N., and Fisher, D., 2012, Structural geology algorithms:Vectors and tensors in structural geology: Cambridge University.
- 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.
- Meesook, A., 2000, Cretaceous environment of northeastern Thailand, in H.Okada and N.J. Mateer, eds.,Cretaceous environment of Asia, Elesevier Science B.V., p. 207-223.
- Racey, A., Goodall, J.G.S., Love, M.A., Polachan, S., and Jones, P.D., 1994, New age data for the Meszoic Khorat Group of Northeastern Thailand, *in* P. Angsuwathana, T. Wongwanich W, Tansathien, S. Wongsomsak, and J, Tulyatid, eds., Proceedings
- Racey, A., Love, M.A., Canham, A.C., Goodall, J.G.S.,Polachan, S., and Jones, P.D., 1996 Stratigraphy and reservoir potential of the Mesozoic Khorat Group, NE Thailand, Part I: Stratigraphy and sedimentary evolution: Journal of Petroleum Geology, p. 5-40.
- Ward, D.E., and Bunnag, D., 1964, Stratigraphy of the Mesozoic Khorat Group in Northeast Thailand: Department of Mineral Resources, Bangkok,Report of Investigation, v. 6, 95 p.