

วันที่ส่ง/...../.....

วันที่อนุมัติ/...../.....

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สันติ ภัยหลบลี้)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

ธรณีวิทยาแผ่นดินไหวของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน ภาคเหนือประเทศไทย

นางสาว รัชนก นาสมทรง

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556

EARTHQUAKE GEOLOGY ALONG THE MAE CHAN FAULT ZONE,
NORTHERN THAILAND

MISS RUTCHANOK NASOMSONG

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF GEOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2013

ธรณีวิทยาแผ่นดินไหวของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน ภาคเหนือประเทศไทย

รัชนก นาสมทรง

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อีเมลล์: iinautumn.phoenix@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหวตามแนวรอยเลื่อนแม่จัน ภาคเหนือประเทศไทย โดยการศึกษาเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและแปลความหมาย ข้อมูลโทรสัมผัส จากนั้นทำการสำรวจข้อมูลในภาคสนามเพื่อตรวจสอบลักษณะธรณีฐานที่ บ่งชี้ว่าเป็นรอยเลื่อน และสำรวจลักษณะของรอยเลื่อนตัดผ่านชั้นตะกอนที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งเก็บตัวอย่างตะกอนมาวิเคราะห์หาอายุในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน เพื่อหาช่วงเวลาการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนในอดีต ซึ่งจากผลการแปลความหมายข้อมูลโทรสัมผัส พบว่า ลักษณะโครงสร้างแนวเส้นมีทิศทางการวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ เป็นหลัก ซึ่งสัมพันธ์กับแนวการวางตัวของรอยเลื่อนแม่จัน และจากการสำรวจภาคสนามพบ ลักษณะภูมิประเทศที่บ่งบอกว่าเป็นรอยเลื่อน ได้แก่ ผาสามเหลี่ยม และหนองน้ำยุบตัว นอกจากนี้ ยังพบลักษณะการเลื่อนตัวของหินแกรนิตและชั้นตะกอน บริเวณบ้านอีโก้ป่าบงงามล่าง ตำบลป่า ตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอน 5 ตัวอย่าง เพื่อกำหนดอายุในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน ผลการกำหนดอายุบ่งชี้ว่าชั้นตะกอนบริเวณบ้าน อีโก้ป่าบงงามล่าง เคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวและทำให้เกิดการเลื่อนตัวอย่างน้อยเมื่อประมาณ 34,900 ปีที่ผ่านมา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า รอยเลื่อนบริเวณดังกล่าว เป็นรอยเลื่อนแบบมีศักยภาพที่จะให้พลัง

คำสำคัญ: แผ่นดินไหวบรรพกาล, การกำหนดอายุด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน, รอยเลื่อนแบบมีศักยภาพที่จะให้พลัง

Earthquake Geology along The Mae Chan fault zone, Northern Thailand

Rutchanok Nasomsong

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Corresponding author e-mail: iinautumn.phoenix@gmail.com

Abstract

In this study, the earthquake geology, i.e., paleoseismology, is investigated carefully along the Mae Chan fault zone. The orientation of fault and the adjacent areas are interpreted using the Satellite image. Geomorphological evidences are also investigated in order to delineate the fault trace. Based mainly on remote sensing interpretation, various geomorphological feature indicating fault are revealed, e.g., triangular facets and sag pond. Among a number of outcrops exposed along the Mae Chan fault, a prominent site showing earthquake faulting in the sedimentary profile, at Ban I Ko Pa Bong Ngam Lang, Mae Chan district. Five sedimentary samples are decided to collect in order to date of earthquake faulting. According to Thermoluminescence dating, it is indicated that the earthquake faulting is posed at 34,900 year ago defining as the potential active fault.

Keywords : Paleoseismology, Thermoluminescent dating, potentially active fault

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สันติ ภัยหลบลี้ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่ง
สละเวลาให้ความรู้ คำแนะนำ และให้คำปรึกษาตลอดการทำโครงการ รวมทั้งความช่วยเหลืออื่นๆ
ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการ

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาเอกและปริญญาโท สาขาธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการทำงานวิเคราะห์ผล
ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาตรี ชั้นปี 4 ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการทำงานสำรวจภาคสนาม

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนร่วมช่วยให้การศึกษา
โครงการวิจัยธรณีวิทยาแผ่นดินไหวของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน ภาคเหนือประเทศไทย ประสบ
ความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 นิยามปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.4 สมมติฐาน	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.6 พื้นที่ศึกษา	2
1.7 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
1.9 ข้อมูลพื้นฐานทางธรณีวิทยา	5
1.10 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลโทรสัมผัส	10
2.1 การศึกษาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	10
2.2 การแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูง ภูมิประเทศเชิงเลข	12
บทที่ 3 งานสำรวจภาคสนาม	14
3.1 การสำรวจภาคสนาม	14
3.2 การเก็บตัวอย่างภาคสนาม	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวัดหาอายุของชั้นตะกอน	25
4.1 การหาอายุด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน	25
4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน	39
4.3 ผลการหาอายุชั้นตะกอนดิน	50
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
เอกสารอ้างอิง	54

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 4.1. ตารางความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของธาตุกัมมันตรังสี (หน่วย ppm หรือ %) และอัตราการแผ่รังสีต่อปี (หน่วย μGy) (Bell, 1979)	35
ตาราง 4.2. ผลการหาอายุของตัวอย่างตะกอนในพื้นที่บริเวณบ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence, TL)	50
ตาราง 5.1. ตารางจัดจำแนกชนิดรอยเลื่อน (Keller และ Pinter, 1996)	52

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูป 1.1.	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณตามแนวรอยเลื่อนแม่จัน (Mae Chan Fault)	2
รูป 1.2.	แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเชียงราย (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)	6
รูป 1.3.	แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)	7
รูป 1.4.	แผนที่แสดงแนวรอยเลื่อนแม่จัน (Mae Chan Fault) และตำแหน่งร่องสำรวจบ้านหาดชมพู ตำบลท่าตอน อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงใหม่	8
รูป 1.5.	แสดงผนังร่องสำรวจบ้านหาดชมพู ตำบลท่าตอน อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงใหม่	9
รูป 2.1.	ภาพถ่ายดาวเทียม satellite ที่ได้จากโปรแกรม Google Earth ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา บริเวณกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน	11
รูป 2.2.	ภาพภูมิประเทศ จากข้อมูล DEM ที่มีความละเอียด 90 เมตร แสดงลักษณะธรณีสัณฐานบริเวณกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน	11
รูป 2.3.	แผนที่แสดงผลการแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) แสดงโครงสร้างแนวเส้น ของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน	12
รูป 2.4.	แผนที่แสดงผลการแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) แสดงโครงสร้างแนวเส้นที่มีโอกาสเป็นแนวรอยเลื่อนย่อย ของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน	13
รูป 2.5.	ภาพแสดงแนวการวางตัวของโครงสร้างแนวเส้น(Lineament) ในพื้นที่ศึกษา โดยส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้	13
รูป 3.1.	ผาสามเหลี่ยม ขนานกับรอยเลื่อนแม่จันส่วนแม่จัน(เส้นสีแดง) บริเวณบ้านอีโก้ป่าบงงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย มีแนวการวางตัวในทิศตะวันออก-ตะวันตก และหันหน้าไปทางด้านทิศเหนือ	15
รูป 3.2.	หินโผล่ บริเวณบ้านอีโก้ป่าบงงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะของรอยเลื่อนตัดผ่านหินแกรนิต และมีตะกอนดินปิดทับ	16

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 3.3.	ผาสามเหลี่ยม ขนาดกับรอยเลื่อนแม่จันส่วนแม่จัน บริเวณบ้านป่าตึง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย มีแนวการวางตัวในทิศ ตะวันออก-ตะวันตก และหันหน้าไปทางด้าน	17
รูป 3.4.	หินโผล่ บริเวณบ้านป่าตึง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย พบ ลักษณะของรอยแตกตัดผ่านหินผุ ที่มีสีส้มแดง คล้ายกับตะกอนดิน	17
รูป 3.5.	หินโผล่ บริเวณบ้านดอยจำปี ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัด เชียงราย พบลักษณะของรอยแตกตัดผ่านหินค่อนข้างผุพัง คล้ายกับ ตะกอนดิน มีสีส้มอิฐ สีม่วงแดง	18
รูป 3.6.	หินโผล่ บริเวณบ้านดอยศรีแก้ว ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัด เชียงราย พบลักษณะของรอยแตกตัดผ่านหินค่อนข้างผุพัง คล้ายกับ ตะกอนดิน มีสีส้มอิฐ	19
รูป 3.7.	เวียงหนองหล่ม อำเภอเชียงแสน และอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย	20
รูป 3.8.	หินโผล่ บริเวณบ้านวังลาว ตำบลเวียง อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะของรอยแตกตัดผ่านหินค่อนข้างผุพัง คล้ายกับตะกอนดิน มี สีส้มน้ำตาล	21
รูป 3.9.	แสดงผนังที่สำรวจบ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย	24
รูป 4.1.	(ก) ลักษณะโครงข่ายของผลึก (Lattice) ที่สมบูรณ์ (ข) รูปแบบโครงข่าย ผลึกที่มีประจุ (ionic crystal) อย่างง่ายที่เกิดความผิดปกติโดย เรียงลำดับจากซ้ายไปขวา ได้แก่ ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบหายไป จากตำแหน่งที่ควรอยู่ (Negative – ion vacancy) ความผิดปกติ เนื่องจากประจุลบแทรกอยู่ระหว่างกลาง (Negative – ion interstitial) และความผิดปกติเนื่องจากการแทนที่ของศูนย์กลางความไม่บริสุทธิ์ (Substitution impurity center) (ค) ลักษณะของหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน (Electron trap) และ (ง) การกระตุ้นอิเล็กตรอนด้วยแสงหรือความร้อน	26
รูป 4.2.	รูปจำลองแสดงระดับพลังงานในระหว่างกระบวนการเรืองแสง ความร้อน	27

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า	
รูป 4.3.	การประยุกต์หลักการเรื่องแสงความร้อนกับการกำหนดอายุวัสดุที่ได้รับ ความร้อน เช่น หินอัคนี หินแปร อิฐ ถ้วย ชามสังคโลกโบราณคดี โดย แสดงอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอิเล็กตรอนฝังตัวในหลุม กักเก็บและเวลา (Feathers, 2003)	28
รูป 4.4.	การประยุกต์หลักการเรื่องแสงความร้อนกับการกำหนดอายุของตะกอน ดิน โดยแสดงอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณอิเล็กตรอนที่ฝัง ตัวในหลุมกักเก็บและเวลา (Won-in, 2003)	30
รูป 4.5.	แผนภูมิแสดงกระบวนการปฏิบัติงานการเตรียมตัวอย่างเพื่อการ วิเคราะห์และกำหนดอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน (Takashima and Honda, 1989)	32
รูป 4.6.	เครื่อง Thermoluminescence Detector (TLD) ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	33
รูป 4.7.	(ก) Glow curve แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณอิเล็กตรอนที่มีอยู่ใน ตัวอย่าง (หน่วย count/sec) ในแต่ละระดับอุณหภูมิ ซึ่งวัดได้จากเครื่อง TLD และ (ข) Growth curve แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าปริมาณอิเล็กตรอน (หน่วย count/sec) ที่มีอยู่ในตัวอย่างและปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่ ทราบค่า (Gy)	34
รูป 4.8.	ประสิทธิภาพการทะลุทะลวงที่แตกต่างกันของอนุภาคแอลฟา เบตาและ แกมมา (Aitken, 1985)	36
รูป 4.9.	อัตราการลดทอนความสามารถในการทะลุทะลวง ของอนุภาคแอลฟา (K) ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของเม็ดตะกอน (Aitken, 1985)	37
รูป 4.10.	อัตราการลดทอนความสามารถในการทะลุทะลวงของอนุภาคเบตา (B) ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของเม็ดตะกอน (Aitken, 1985)	37
รูป 4.11.	(ก) ประสิทธิภาพการทะลุทะลวงของอนุภาคเมื่อไม่ผ่านตัวกลางที่มีน้ำ เป็นองค์ประกอบ (ข) การลดทอนความสามารถในการทะลุทะลวงของ อนุภาคกัมมันตภาพรังสีจากสาเหตุความชื้นในตัวอย่าง (Aitken, 1985)	38

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูป 4.12. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF1	39
รูป 4.13. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF2	39
รูป 4.14. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF3	40
รูป 4.15. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF4	40
รูป 4.16. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF5	41
รูป 4.17. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF1 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 9400 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 20 Gy และตัวอย่างอาบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 1500 Gy, 3000 Gy และ 5000 Gy	42
รูป 4.18. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF2 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 3800 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 0 Gy และตัวอย่างอาบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 2500 Gy, 5000 Gy และ 7000 Gy	43
รูป 4.19. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF3 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 3650 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 0 Gy และตัวอย่างอาบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 500 Gy, 1000 Gy และ 1500 Gy	44
รูป 4.20. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF4 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 4700 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 1500 Gy และตัวอย่างอาบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 1000 Gy, 1500 Gy และ 2400 Gy	45

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูป 4.21. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF5 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 7200 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 1000 Gy และตัวอย่างอบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 1000 Gy, 2000 Gy และ 4000 Gy	46
รูป 4.22. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF1 จากเครื่อง Gamma Spectrometry	47
รูป 4.23. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF2 จากเครื่อง Gamma Spectrometry	48
รูป 4.24. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF3 จากเครื่อง Gamma Spectrometry	48
รูป 4.25. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF4 จากเครื่อง Gamma Spectrometry	49
รูป 4.26. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF5 จากเครื่อง Gamma Spectrometry	49
รูป 5.1. แสดงผนังพื้นที่สำรวจ และผลการกำหนดอายุของชั้นตะกอนแต่ละชั้น บริเวณบ้านอิ๊กป่าบงงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัด เชียงราย	53

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 หลักการและเหตุผล (Theme and Background)

สืบเนื่องจากเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งเป็นภัยทางธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางด้านธรณีวิทยาของโลก ที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติต่างๆมากมาย ทั้งเหตุการณ์ แผ่นดินไหว สึนามิ ภูเขาไฟระเบิด หลุมยุบ และดินถล่ม และยังส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นผิวโลก โดยพบว่าสถานการณ์ธรณีพิบัติภัยในปัจจุบันมีจำนวนมากขึ้นกว่าอดีตกาลมาก และเกิดขึ้นในแทบทุกภูมิภาคทั่วโลก รวมทั้งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทยด้วย

ดังเช่นสถานการณ์แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในประเทศพม่า ในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา พบว่ามีจำนวนบ่อยครั้ง และส่งผลกระทบต่อหลายจังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะเหตุการณ์เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2554 เกิดแผ่นดินไหวรุนแรงในประเทศพม่า ขนาด 6.7 ริกเตอร์ ซึ่งมีศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ทางตะวันออกเฉียงของรัฐบาล ประเทศพม่า โดยมีจุดเกิดแผ่นดินไหวลึกลงไป 10 กิโลเมตร ทำให้รับรู้ถึงแรงสั่นสะเทือนได้ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และอาคารสูงในกรุงเทพมหานครหลายแห่ง และยังเกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและโบราณสถานเก่าแก่หลายแห่งในภาคเหนือ อีกทั้งยังมีผู้ได้รับบาดเจ็บและผู้เสียชีวิตอีกด้วย

เหตุการณ์แผ่นดินไหวที่พบดังที่กล่าวมาข้างต้นมีความสัมพันธ์กับทางตอนเหนือของประเทศไทย ส่วนมากเกิดจากการขยับตัวของรอยเลื่อนตามแนวระดับ ของกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังขนาดใหญ่บริเวณชายแดนประเทศไทย-พม่า เช่น รอยเลื่อนน้ำมาในประเทศลาว และรอยเลื่อนแม่จันในประเทศไทย จากข้อมูลดังกล่าวทำให้พื้นที่บริเวณรอยเลื่อนแม่จัน จัดอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินไหว ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหวบริเวณกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหว และเพื่อประเมินพิบัติภัยแผ่นดินไหวในพื้นที่ดังกล่าว

1.2 นิยามปัญหา (Problem Defined)

การศึกษารอยเลื่อนแม่จัน จะพบหลักฐานที่แสดงถึงลักษณะการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนในยุคปัจจุบันหรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objective)

ศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหวตามแนวรอยเลื่อนแม่จัน

1.4 สมมติฐาน (Hypothesis)

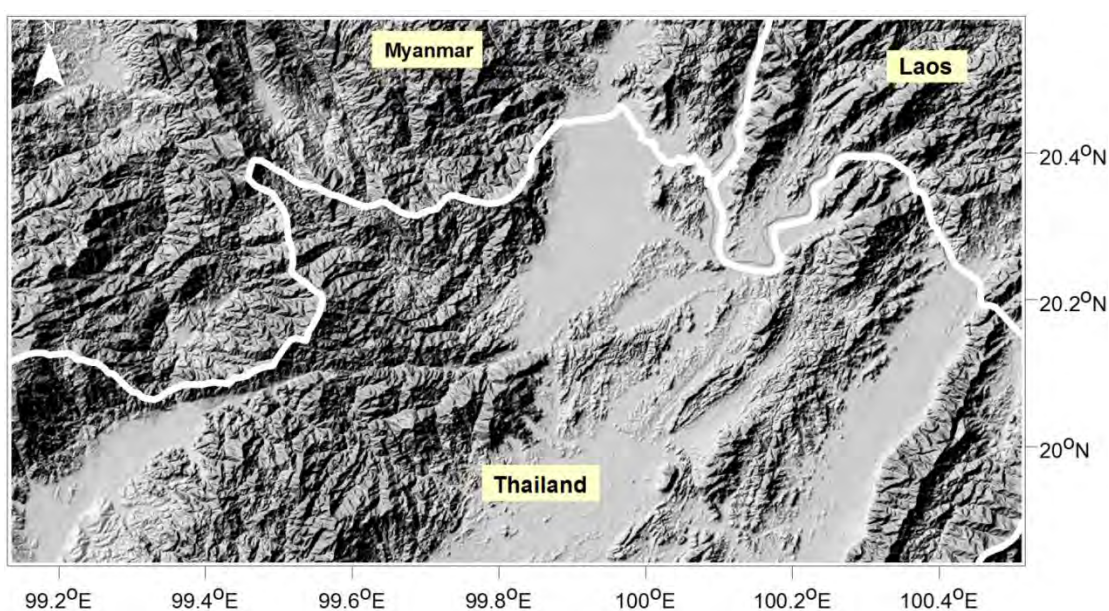
กลุ่มรอยเลื่อนแม่จันน่าจะแสดงลักษณะทางธรณีวิทยาที่บ่งชี้ถึงการเลื่อนตัวและการเกิดแผ่นดินไหวในอดีต

1.5 ขอบเขตของการวิจัย (Scope of study)

การศึกษาจะทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจากบริเวณรอยเลื่อนตัดผ่านชั้นตะกอนตามถนนทางหลวงหมายเลข 1089 เป็นหลัก ซึ่งเป็นถนนทางหลวงที่พาดผ่านรอยเลื่อนแม่จัน และพื้นที่บริเวณห่างจากถนนทางหลวงหมายเลข 1089 รัศมีไม่เกิน 3 กิโลเมตร และนำตะกอนที่ได้มาทำการ Dating หาอายุจากธาตุกัมมันตรังสี

1.6 พื้นที่ศึกษา (Study Area)

พื้นที่ศึกษาบริเวณตามแนวรอยเลื่อนแม่จัน (Mae Chan Fault) พาดผ่านอำเภอฝาง อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแม่จัน อำเภอเชียงแสน และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ - ตะวันตกเฉียงใต้ ในละติจูดที่ $N19^{\circ}49'$ ถึง $N20^{\circ}34'$ และลองจิจูดที่ $E99^{\circ}07'$ ถึง $E100^{\circ}31'$

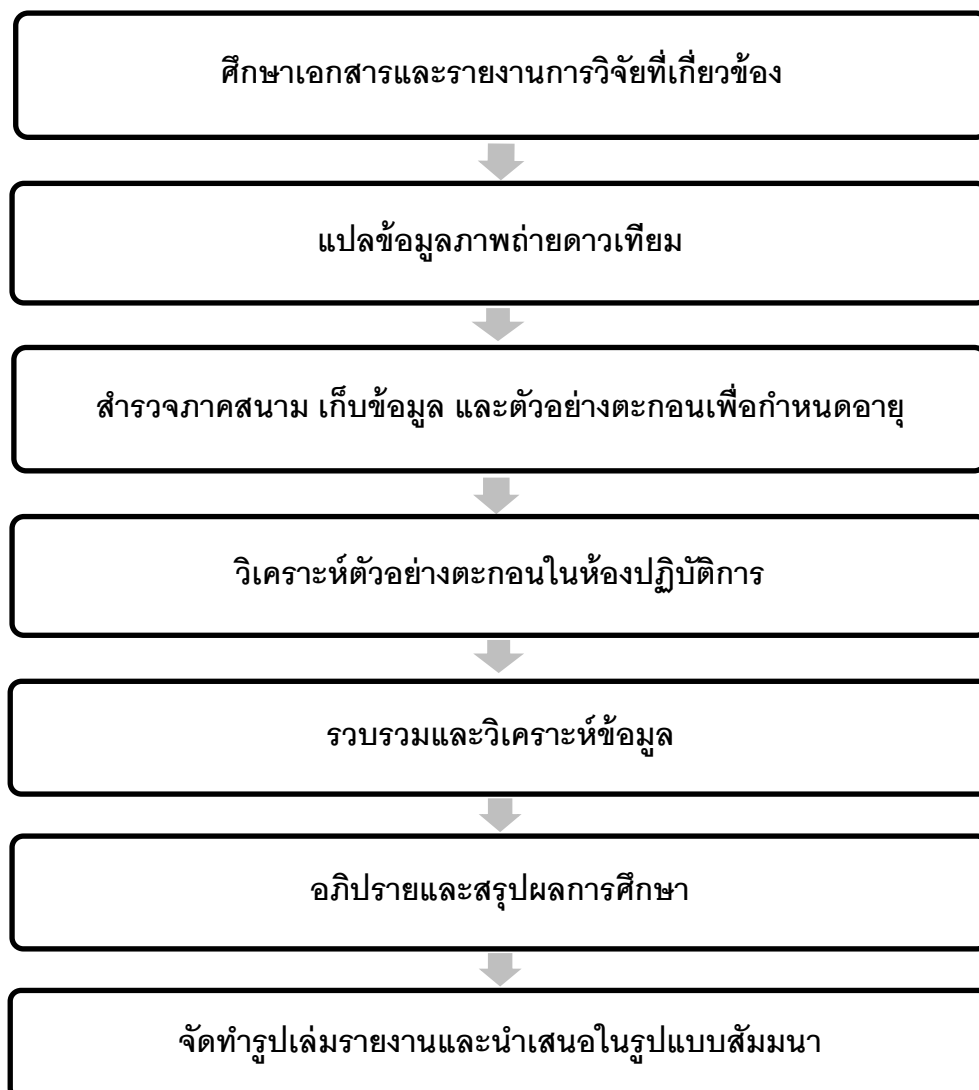


รูป 1.1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณตามแนวรอยเลื่อนแม่จัน (Mae Chan Fault)

1.7 ระเบียบวิธีวิจัย (Research methodology)

1. ศึกษาเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 รวบรวมข้อมูลพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้าง ข้อมูลลำดับชั้นหิน ข้อมูลโครงสร้างหินชั้น ในบริเวณพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียง
 - 1.2 ศึกษางานวิจัยที่เคยมีผู้ทำการศึกษามาแล้ว
2. แปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม
 - 2.1 วิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) ที่แสดงถึงลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน เช่น หน้าผารอยเลื่อน ทางน้ำหักงอ เนินเขาขวาง หนองน้ำยุบตัว เป็นต้น
 - 2.2 ศึกษาลักษณะโครงสร้างแนวเส้น (Lineament)
 - 2.3 แปลความหมายโครงสร้างแนวเส้น (Lineament) เพื่อจัดทำแผนที่แนวเส้นธรณีโครงสร้างของกลุ่ม รอยเลื่อนแม่จัน
3. สัมภาษณ์ภาคสนาม เก็บข้อมูล และตัวอย่างตะกอนเพื่อกำหนดอายุ
 - 3.1 ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) บริเวณพื้นที่ศึกษา พร้อมถ่ายภาพต่อเนื่อง
 - 3.2 สัมภาษณ์จุดศึกษาที่มีการตัดผ่านของรอยเลื่อน
 - 3.3 เก็บข้อมูลแนวการวางตัวของรอยเลื่อน และเก็บตัวอย่างตะกอนในชั้นดิน
4. วิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนในห้องปฏิบัติการ
 - 4.1 เตรียมตัวอย่างตะกอน โดยการคัดแยกแร่ควอตซ์ออกจากตะกอนตัวอย่าง
 - 4.2 วิเคราะห์หาอายุด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence dating)
5. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
6. อภิปรายและสรุปผลการศึกษา
7. จัดทำรูปเล่มรายงานและนำเสนอในรูปแบบสัมมนา

ขั้นตอนการศึกษา



1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย (Expected benefits and application)

หลักฐานการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนที่ตัดผ่านชั้นตะกอนดิน และ ช่วงเวลาของการเกิดแผ่นดินไหวบรรพกาลในบริเวณรอยเลื่อนแม่จัน (เพิ่มเติมจากงานวิจัยในอดีต)

1.9 ข้อมูลพื้นฐานทางธรณีวิทยา

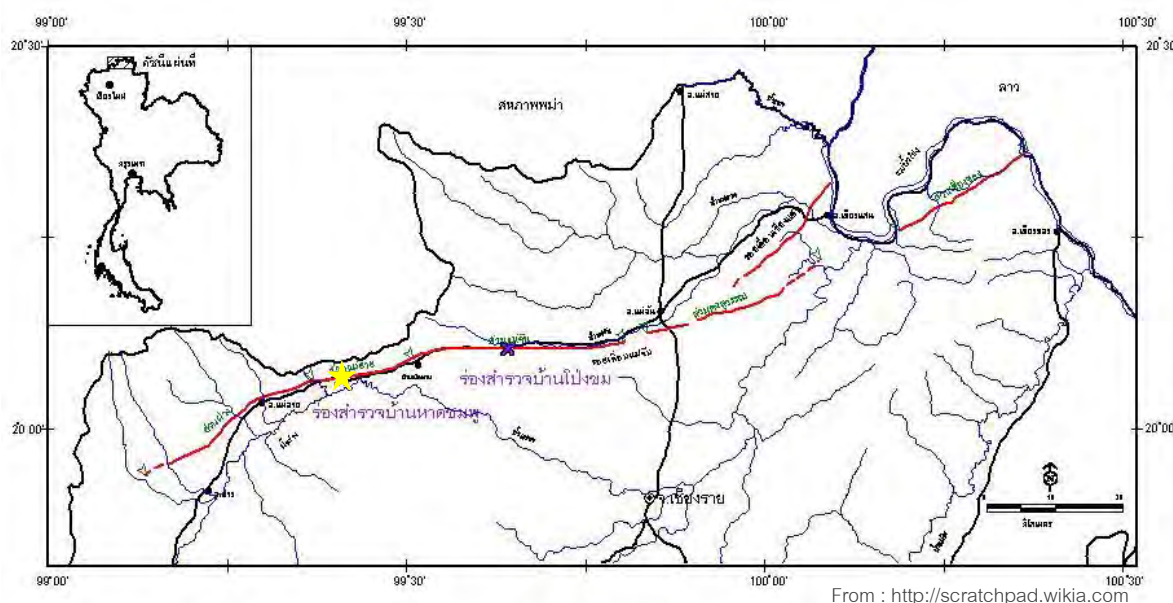
ธรณีวิทยาภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบน ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง สลับซับซ้อนต่อเนื่องกันในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้นั้น ประกอบด้วยหินยุคต่างๆกัน โดยเทือกเขาเหล่านี้มักถูกกำหนดโดยลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง และชนิดของหิน ที่ปรากฏ

ชั้นหินที่สำคัญในแนวเชียงใหม่-เชียงใหม่-เถินนี้ประกอบด้วยหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แนว คือ แนวด้านตะวันตกที่ชั้นหินเป็นหินเชิร์ตและหินปูนมีซากดึกดำบรรพ์ซึ่งไม่ถูกแปรสภาพ ส่วนอีกแนวด้านตะวันออกเป็นหินแปรเกรดต่ำ ประกอบด้วย หินควอร์ตโซเฟลด์สแปติกชีสต์ หินฟิลไลต์ หินควอร์ตไซต์ และหินเชิร์ต ซึ่งแผ่กระจายปกคลุมบริเวณด้านตะวันออกของเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก บริเวณด้านตะวันออกของอำเภอเถิน ดอยขุนตาล จังหวัดลำปาง และบริเวณดอยลังกา จังหวัดเชียงราย โดยมีหินแกรนิตแทรกดันตัวเข้ามาในบางพื้นที่ เช่น ที่ดอยขุนตาล ดอยหมอกและดอยลังกา

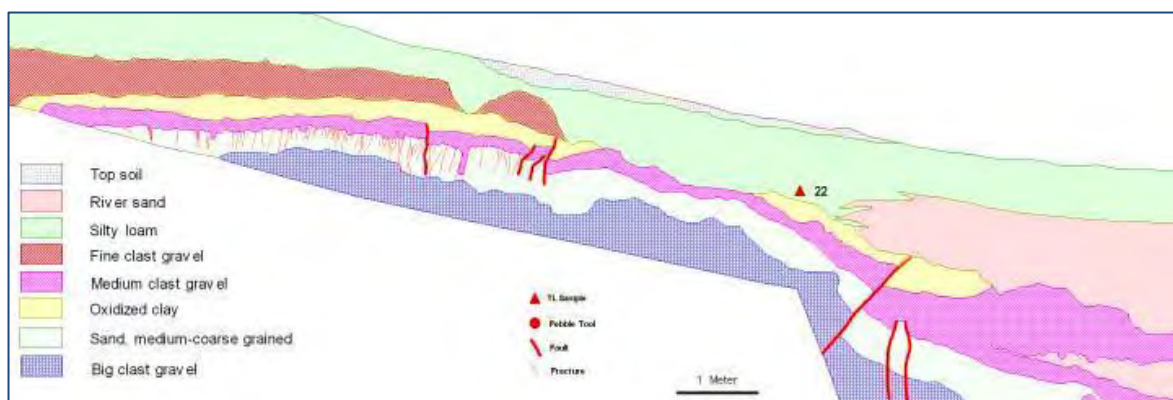
หินอัคนีในภาคเหนือและภาคตะวันตกตอนบนมีทั้งหินอัคนีแทรกซอนและหินอัคนีพุ หินอัคนีแทรกซอนเป็นพวกหินแกรนิตและหินไนส์ลิกแกรนิต แบ่งออกได้เป็น 3 แนว ได้แก่ แนวด้านตะวันออกผ่านเขตของจังหวัดเชียงใหม่-พะเยา-น่าน-อุตรดิตถ์ หินแกรนิตเป็นพลูตอนขนาดเล็ก ลักษณะเนื้อหินค่อนข้างหยาบ อายุหินประมาณ 208 ± 4 ถึง 213 ± 10 ล้านปี แนวตอนกลางผ่านทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดเชียงใหม่-ลำปาง และตาก หินแกรนิตเป็นแบบมวลไพศาล เนื้อหินแสดงลักษณะการเรียงตัวของผลึกแร่และในบางพื้นที่ผลึกแร่มีการหลอม ตัวบางส่วน อายุหินประมาณ 212 ± 12 ถึง 236 ± 5 ล้านปี แนวหินแกรนิตด้านตะวันตก เป็นพลูตอนเล็กๆต่อกันเป็นแนวดันแทรกผ่านชั้นหินมหายุคพาลีโอโซอิกและหิน แกรนิตแนวที่อยู่ตอนกลางบางแห่ง เนื้อหินแสดงลักษณะผลึกแร่เนื้อดอกหยาบและเนื้อหยาบปานกลาง อายุหินประมาณ 130 ± 4 ล้านปี ส่วนหินอัคนีพุนั้นปรากฏให้เห็นเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่ทางด้านทิศตะวันออก ของจังหวัดเชียงใหม่ผ่านพะเยา-ลำปาง-แพร่ลงไปถึงจังหวัดตาก หินส่วนใหญ่เป็นหินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินไรโอลิติกทัฟฟ์ หินแอนดีซิติคทัฟฟ์ และหินบะซอลต์ โดยมีหินแกบโบร และหินไพรอกซิไนต์บ้าง อายุของหินอัคนีพุมีตั้งแต่ยุค ไสลูเรียนถึงจูแรสซิก สำหรับหินบะซอลต์ที่พบในเขตอำเภอแม่ทะ อำเภอเกาะคา และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง มีอายุประมาณ 5 ถึง 8 แสนปี ที่บริเวณบ้านเชียงเคี่ยน อำเภอเทิงและที่ริมแม่น้ำโขง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย มีอายุประมาณ 1.7 ± 0.12 ล้านปี และที่บ้านบ่อแก้ว อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ มีอายุประมาณ 5.64 ± 0.28 ล้านปี

1.10 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review of relate literature)

Kosuwan และคณะ (2000) เป็นการศึกษาธรณีแปรสัณฐานของรอยเลื่อนแม่จัน ส่วนแม่อาย (Mae Ai Segments) บริเวณบ้านหาดชมพู่ อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อหาหลักฐานการเกิดแผ่นดินไหวในอดีต โดยทำการขุดร่องสำรวจความยาว 7 เมตร และลึก 3.5 เมตร ซึ่งพบว่ารอยเลื่อนแม่จันส่วนแม่อายมีการเคลื่อนที่ในลักษณะเหลื่อมซ้ายใน แนวราบและเลื่อนย้อนในแนวตั้ง ในทิศ $N 70^\circ - 85^\circ E$ และเฉียงตัวจากแนวราบ $65^\circ - 85^\circ$ ไปทางทิศเหนือ บริเวณตำแหน่งร่องสำรวจและบริเวณใกล้เคียงพบหลักฐานของธรณีสัณฐานที่ถูกรอยเลื่อนมีพลังนี้กระทำ ได้แก่ ลักษณะลำธารหักเลื้อน และผารอยเลื่อน เป็นต้น จากการศึกษาพบว่ารอยเลื่อนที่พบบริเวณร่องสำรวจตัดผ่านชั้นเนินตะกอนน้ำพารูปพัด 3 ชั้น ส่วนชั้นเนินตะกอนน้ำพาชั้นบนสุดไม่พบหลักฐานว่าถูกรอยเลื่อนตัดผ่านหรือไม่ ซึ่งจากการประเมินระดับความรุนแรงของเหตุการณ์แผ่นดินไหวในอดีตคาดว่าไม่น้อยกว่า 7 ริกเตอร์ และจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence dating) พบว่าเคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวในอดีต 4 ครั้งด้วยกัน คือ 35,300, 35,300-34,900, 17,000 และไม่น้อยกว่า 17,000 ปีที่ผ่านมา



รูป 1.4. แผนที่แสดงแนวรอยเลื่อนแม่จัน (Mae Chan Fault) และตำแหน่งร่องสำรวจ บ้านหาดชมพู่ ตำบลท่าตอน อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ (จุดดาวสีเหลือง)



From : <http://scratchpad.wikia.com>

รูป 1.5. แสดงผนังร่องสำรวจบ้านหาดชมพู ตำบลท่าตอน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่

Fenton และคณะ (2003) เป็นการสำรวจเกี่ยวกับแผ่นดินไหวโบราณ บริเวณรอยเลื่อนมีพลังทางภาคเหนือ และภาคตะวันตกของประเทศไทย ซึ่งหนึ่งในนั้นคือรอยเลื่อนแม่จัน อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย โดยพบว่ารอยเลื่อนแม่จันมีการเคลื่อนที่ในลักษณะเหลี่ยมซ้าย และพบการเลื่อนตัวของแม่น้ำบริเวณทางด้านตะวันตกของรอยเลื่อน โดยแม่น้ำสายเก่ามีการเลื่อนตัวไปประมาณ 600 เมตร ขณะที่แม่น้ำสายใหม่มีการเลื่อนตัวไปเพียง 100 – 300 เมตร นอกจากนี้ยังพบการเลื่อนตัวของสันเขาในบริเวณใกล้เคียงอีกด้วย จากข้อมูลการเลื่อนตัวสามารถใช้ในการวิเคราะห์หาอัตราการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่จันได้ว่า มีอัตราการเลื่อนตัวประมาณ 0.3 – 3 มิลลิเมตร/ปี และสามารถประเมินหาขนาดความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหวในอดีตสูงถึง 7.5 ริคเตอร์

Wood และคณะ (2004) ศึกษาเกี่ยวกับ Radiocarbon Dating โดยทำการศึกษาชั้นตะกอน จากการเจาะหลุมสำรวจความลึก 2.7 เมตร บริเวณเวียงหนองหล่ม อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย พบชั้นถ่าน (charcoal) ณ 2 ตำแหน่ง คือ ที่ความลึก 0.48 เมตร และความลึก 1.05 เมตร เมื่อนำชั้นถ่านที่ได้ไปทำการวิเคราะห์หาอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 (AMS Radiocarbon Dating) จากผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบช่วงเวลาสะสมตัวของตะกอนทั้ง 2 ตำแหน่งว่ามีอายุประมาณ 218 ปี และ 9,830 ปีที่ผ่านมา ตามลำดับ บ่งบอกช่วงเวลาเกิดแผ่นดินไหวจากบันทึกทางประวัติศาสตร์ ซึ่งเชื่อว่าทำให้เกิดการจมตัวของเวียงหนองหล่มในอดีตได้

บทที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลโทรสัมผัส (Remote Sensing Analysis)

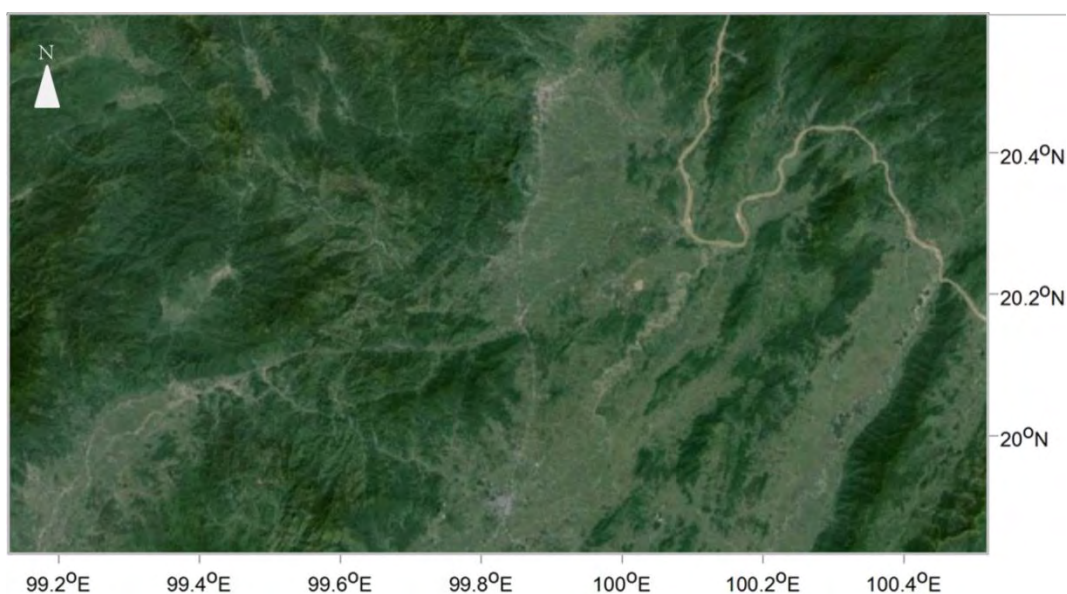
การศึกษากลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน (Mae Chan Fault Zone) ในงานวิจัยครั้งนี้ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอฝาง อำเภอแม่ฮาด อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอแม่จัน อำเภอเชียงแสน อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ระหว่างละติจูดที่ $N 19^{\circ} 49'$ ถึง $20^{\circ} 34'$ และลองจิจูดที่ $E 99^{\circ} 07'$ ถึง $100^{\circ} 31'$ โดยใช้ข้อมูลโทรสัมผัส (Remote-sensing data) ได้แก่ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) เพื่อใช้ในการแปลความหมายทางด้านธรณีวิทยาและโครงสร้างทางธรณีวิทยา ก่อนทำการลงสำรวจในภาคสนามต่อไป

2.1 การศึกษาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การศึกษาข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม นั้น เป็นภาพถ่ายจากดาวเทียมซึ่งโคจรรอบโลก ถ่ายภาพพื้นผิวโลก โดยดาวเทียมจะรับสัญญาณจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่โลกปล่อยมา แล้วแปลงสัญญาณที่ได้มาให้เป็นข้อมูลดิจิทัล ที่แสดงออกมาในลักษณะของรูปภาพ และส่งภาพลงมาที่ศูนย์รับสัญญาณดาวเทียมที่โลก ซึ่งข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่น่าสนใจในการศึกษาด้านธรณีวิทยา และใช้ศึกษาเกี่ยวกับแผ่นดินไหว โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM)

2.1.1 ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม

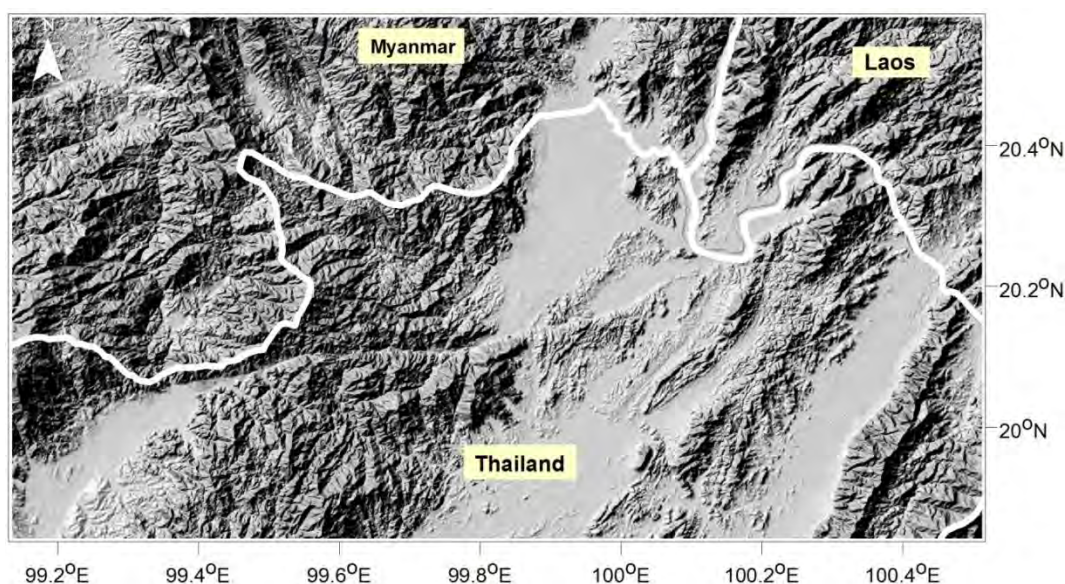
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS satellite ได้มาจากโปรแกรม Google Earth เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยม โดยโปรแกรม Google Earth ใช้แผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหารายละเอียดข้อมูล แสดงตำแหน่ง ที่ตั้งของสถานที่ต่างๆ เช่น ที่ตั้งโรงพยาบาล สถานีตำรวจ สนามบิน ตลอดจนเส้นทาง การเดินทาง และข้อมูลอื่นๆ อีกมากมาย โดยในการศึกษาครั้งนี้ เราจะนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากโปรแกรม Google Earth โดยจะนำมาประยุกต์ใช้กับงานทางด้านธรณีวิทยา ซึ่งจะใช้ในการแปลความหมายข้อมูลด้านธรณีวิทยา ธรณีสิ่งแวดล้อม และโครงสร้างธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา



รูป 2.1. ภาพถ่ายดาวเทียม satellite ที่ได้จากโปรแกรม Google Earth ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา บริเวณกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน

2.1.2 ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข(DEM)

ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข หรือ Digital Elevation Model: DEM จัดเป็นข้อมูลดาวเทียมอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดจุดระดับความสูงต่ำของพื้นผิวโลกและข้อมูลที่ได้มานั้นจะเป็นข้อมูลแบบดิจิทัล ซึ่งจะนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D) หรือแบบจำลองแผนที่ภูมิประเทศ เพื่อแสดงให้เห็นถึงสภาพภูมิประเทศของพื้นผิวโลกที่ปรากฏให้เห็นจริง โดยในการศึกษาครั้งนี้ เราจะใช้ข้อมูล DEM90 ที่มีความละเอียด 90 เมตร ในการศึกษาด้านธรณีสารสนเทศ เพื่อแปลความหมายของโครงสร้างธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา



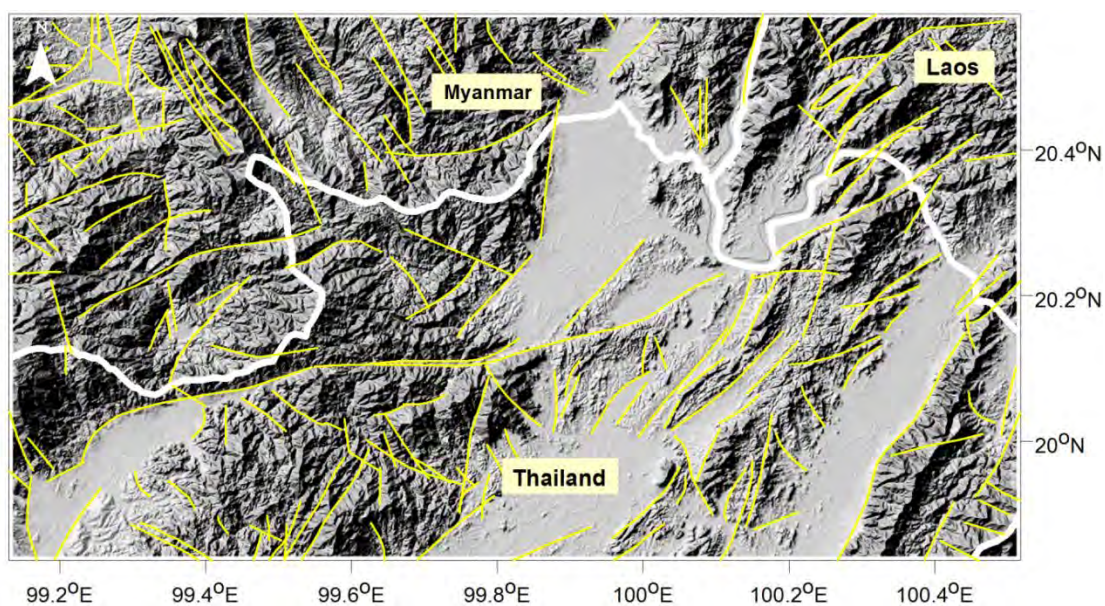
รูป 2.2. ภาพภูมิประเทศ จากข้อมูล DEM ที่มีความละเอียด 90 เมตร แสดงลักษณะธรณีสารสนเทศบริเวณกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน

2.2 การแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM)

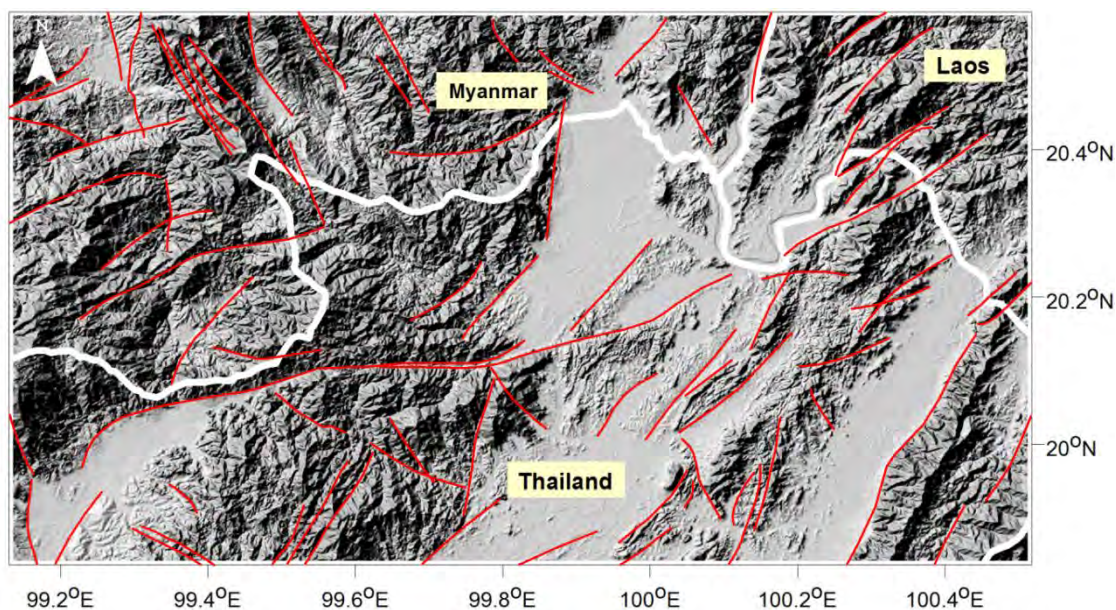
ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการแปลข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) ซึ่งอาศัยความแตกต่างของลักษณะทางธรณีสัณฐานที่ชัดเจนในการแปลความหมาย โดยผลการแปลความหมายที่ได้จะเน้นหลักๆในการศึกษาโครงสร้างแนวเส้น (Lineament) ที่มีลักษณะแนวเส้นปรากฏให้เห็นชัดเจนและมีความต่อเนื่อง โดยเฉพาะโครงสร้างที่ตัดผ่านแอ่งชั้นตะกอนปัจจุบัน(การสะสมตัวในช่วงโฮโลซีน) ที่มีอายุการสะสมตัวตั้งแต่ 10,000 ปี ถึงปัจจุบัน ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าโครงสร้างเชิงเส้นที่ปรากฏให้เห็นนี้มีโอกาสที่จะเป็นรอยเลื่อนมีพลังได้

2.2.1 ผลการแปลความหมายพื้นที่ศึกษา

ผลการแปลความหมายโครงสร้างแนวเส้น(Lineament) ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) พบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษามีโครงสร้างแนวเส้นกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งพื้นที่(รูป 2.3.) ส่วนใหญ่อยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา ส่วนตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นแอ่ง จึงไม่ค่อยพบโครงสร้างแนวเส้น รูปแบบของเส้นส่วนใหญ่มักจะเป็นเส้นตรงและโค้งเว้าบางส่วน และจากการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐาน เช่น ผาสามเหลี่ยม หนองน้ำยุบตัว และสันขวางกัน โดยละเอียด พบแนวโครงสร้างแนวเส้นที่ชัดเจนและต่อเนื่อง(รูป 2.4.) บ่งชี้ว่าโครงสร้างแนวเส้นเหล่านี้ มีโอกาสเกิดจากการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนย่อยในพื้นที่ศึกษา

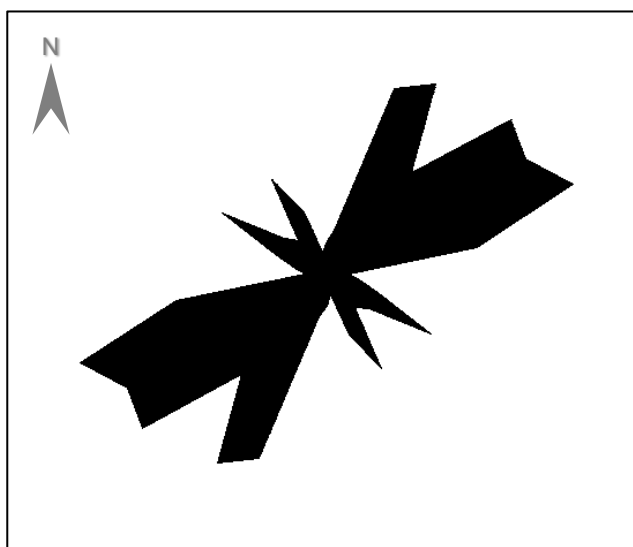


รูป 2.3. แผนที่แสดงผลการแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) แสดงโครงสร้างแนวเส้น(เส้นสีเหลือง) ของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน



รูป 2.4. แผนที่แสดงผลการแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) แสดงโครงสร้างแนวเส้น(เส้นสีแดง) ที่มีโอกาสเป็นแนวรอยเลื่อนย่อยของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน

จากนั้นนำผลข้อมูลโครงสร้างแนวเส้นในพื้นที่ศึกษาที่ได้มาหาแนวการวางตัว พบว่าโครงสร้างแนวเส้นส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้เป็นหลัก (รูป 2.5.) ซึ่งสัมพันธ์กับแนวการวางตัวของรอยเลื่อนแม่จัน



รูป 2.5. ภาพแสดงแนวการวางตัวของโครงสร้างแนวเส้น(Lineament) ในพื้นที่ศึกษา โดยส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้

บทที่ 3

งานสำรวจภาคสนาม (Field Investigation)

หลังจากที่ได้แปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) แล้ว ก็จะได้ข้อมูลที่แสดงลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน ต่อมาก็จะทำการสำรวจในภาคสนาม ซึ่งเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบลักษณะธรณีสัณฐานที่บ่งบอกความมีพลังของรอยเลื่อนในกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน เพื่อใช้กำหนดตำแหน่งในการสำรวจเก็บตัวอย่างตะกอนดินที่มีความสัมพันธ์กับการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน และนำตัวอย่างที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาอายุของตะกอนดิน เพื่อให้ทราบถึงช่วงเวลาของการเกิดแผ่นดินไหวบรรพกาลในบริเวณกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน

3.1 การสำรวจภาคสนาม

ในการสำรวจภาคสนามครั้งนี้ มีจุดประสงค์หลักที่จะดำเนินการสำรวจตามถนนทางหลวงหมายเลข 1089 ซึ่งเป็นถนนทางหลวงที่เชื่อมผ่านระหว่างจังหวัด เชียงราย – เชียงใหม่ และเป็นถนนที่พาดผ่านรอยเลื่อนแม่จันเป็นระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร แต่ในการสำรวจภาคสนามครั้งนี้ จะเน้นการสำรวจกลุ่มรอยเลื่อนแม่จันในบริเวณอำเภอแม่จัน และอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย เป็นหลัก โดยพื้นที่ศึกษาได้ทำการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อดูลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของรอยเลื่อน ซึ่งจากการตรวจสอบในการสำรวจภาคสนาม พบว่า มีพื้นที่ที่แสดงลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของรอยเลื่อนในกลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน มีทั้งหมด 6 พื้นที่ ดังนี้

พื้นที่ 1 บ้านอีโก้ป่าบงงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

พื้นที่ 2 บ้านป่าตึง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

พื้นที่ 3 บ้านดอยจำปี ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

พื้นที่ 4 บ้านดอยศรีแก้ว ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

พื้นที่ 5 เวียงหนองหล่ม อำเภอเชียงแสน และอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

พื้นที่ 6 บ้านวังลาว ตำบลเวียง อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

3.1.1 ผลการสำรวจภาคสนาม

3.1.1.1 พื้นที่ 1 บ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ก. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่

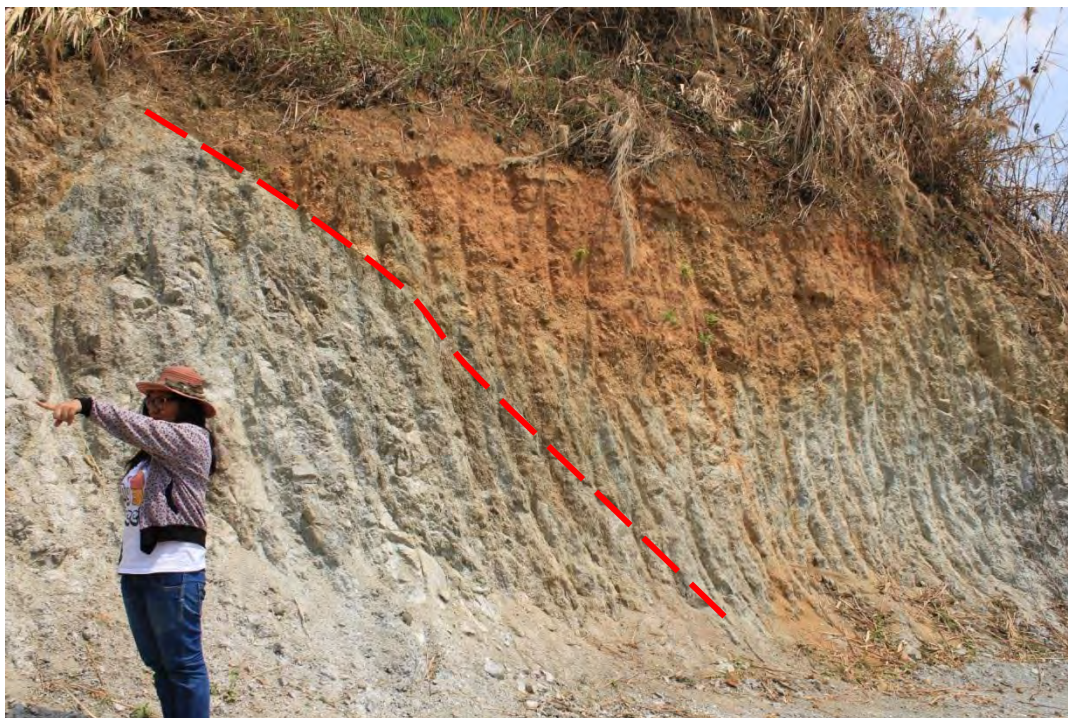
พื้นที่บ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของอำเภอแม่จันห่างไปประมาณ 27 กิโลเมตร การเข้าถึงพื้นที่เริ่มจากอำเภอเมืองเชียงรายตามถนนทางหลวงหมายเลข 1 ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ถึงอำเภอแม่จัน จากนั้นเลี้ยวซ้ายไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 1089 ถนนสายอำเภอแม่จัน-แม่อาว (เชียงราย-เชียงใหม่) ระยะทางประมาณ 12 กิโลเมตร จะพบบริเวณพื้นที่สำรวจอยู่ทางทิศตะวันตกของถนนทางหลวงหมายเลข 1089 พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นเนินเขาที่ปลูกแปลงข้าวโพดสลับกับพืชสวน สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ประกอบด้วย หินอัคนีภูเขาไฟ ยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก ซึ่งถูกปิดทับด้วยตะกอนตะพักลำน้ำ และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง ของยุคควอเทอร์นารี (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

ข. ข้อมูลภาคสนาม

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง และที่ราบระหว่างหุบเขาจะเป็นอาคารบ้านเรือน ถนน รวมถึงพื้นที่การเกษตรต่างๆ เช่น แปลงข้าวโพดสวนลิ้นจี่ สวนลำไย เป็นต้น และพบลักษณะธรณีสัณฐานที่บ่งบอกถึงรอยเลื่อนมีพลังในบริเวณพื้นที่สำรวจ ได้แก่ ผาสามเหลี่ยม(รูป 3.1.) ที่วางตัวในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก หันหน้าไปทางทิศเหนือ และจากการเดินสำรวจในบริเวณใกล้เคียง ที่พิกัด 0579353E / 2223927N พบลักษณะของหินโผล่(รูป 3.2.) ยาวประมาณ 50 เมตร สูงประมาณ 5 เมตร ที่มีลักษณะของรอยเลื่อนตัดผ่าน และมีตะกอนดินปิดทับ ซึ่งแสดงถึงการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนตามแนวตั้ง ที่น่าจะเป็นผลจากการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่จันในแนวระดับ



รูป 3.1. ผาสามเหลี่ยม ขนานกับรอยเลื่อนแม่จันส่วนแม่จัน(เส้นสีแดง) บริเวณบ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย มีแนวการวางตัวในทิศตะวันออก-ตะวันตก และหันหน้าไปทางด้านทิศเหนือ



รูป 3.2. หินโคล่ บริเวณบ้านอีก่อป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะของรอยเลื่อน(เส้นประสีแดง) ตัดผ่านหินแกรนิต และมีตะกอนดินปิดทับ (หมายเหตุ: นางสาวสิริลักษณ์ ผาจันทร์ สูง 157 ซม.)

3.1.1.2 พื้นที่ 2 บ้านป่าตึง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

ก. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่

พื้นที่บ้านป่าตึง ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของอำเภอแม่จันห่างไปประมาณ 19 กิโลเมตร การเข้าถึงพื้นที่เริ่มจากอำเภอเมืองเชียงรายตามถนนทางหลวงหมายเลข 1 ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ถึงอำเภอแม่จัน จากนั้นเลี้ยวซ้ายไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 1089 ถนนสายอำเภอแม่จัน-แม่สาย (เชียงราย-เชียงใหม่) ระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร จะพบบริเวณพื้นที่สำรวจ อยู่ทางทิศเหนือของบ้านป่าตึง พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นที่อยู่อาศัย นาข้าว แปลงถั่ว และไร่ข้าวโพด สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ประกอบด้วย หินอัคนีภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก ซึ่งถูกปิดทับด้วยตะกอนตะพักลำน้ำ และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง ของยุคควอเทอร์นารี(กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

ข. ข้อมูลภาคสนาม

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ลักษณะภูมิประเทศทางด้านทิศใต้เป็นภูเขาสูง ส่วนทางด้านทิศเหนือเป็นที่ราบ และพบลักษณะธรณีสัณฐานที่บ่งบอกถึงรอยเลื่อนมีพลังในบริเวณพื้นที่สำรวจ ได้แก่ ผาสามเหลี่ยม(รูป 3.3.) ที่วางตัวในแนวทิศตะวันออกเฉียง-ตะวันตก หันหน้าไปทางทิศเหนือ และจากการเดินสำรวจในบริเวณใกล้เคียง ที่พิกัด 0585281E / 2226602N พบลักษณะของหินโผล่(รูป 3.4.) ยาวประมาณ 500 เมตร สูงประมาณ 8 เมตร ที่ค่อนข้างผุพัง มีสีส้มแดง คล้ายกับตะกอนดิน และพบลักษณะของรอยแตก(fracture)ตัดผ่าน



รูป 3.3. ผาสามเหลี่ยม ขนานกับรอยเลื่อนแม่จันส่วนแม่จัน(เส้นสีแดง) บริเวณบ้านป่าตั้ง ตำบลป่าตั้ง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย มีแนวการวางตัวในทิศตะวันออกเฉียง-ตะวันตก และหันหน้าไปทางด้าน



รูป 3.4. หินโผล่ บริเวณบ้านป่าตั้ง ตำบลป่าตั้ง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะของรอยแตก(เส้นประสีเหลือง) ตัดผ่านหินผุ ที่มีสีส้มแดง คล้ายกับตะกอนดิน (หมายเหตุ: นางสาวชวีศา ภูเจริญชัยวรรณ สูง 165 ซม.)

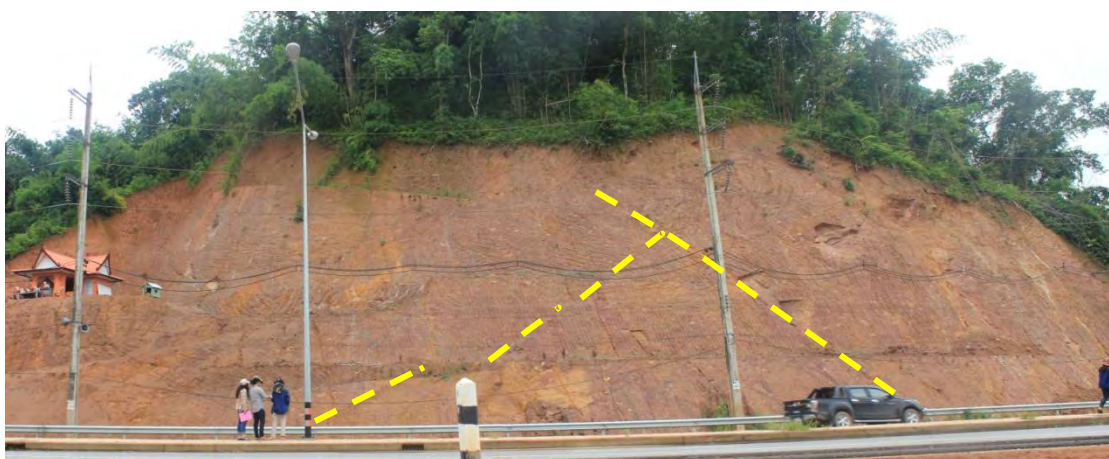
3.1.1.3 พื้นที่ 3 บ้านดอยจำปี ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

ก. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่

พื้นที่บ้านดอยจำปี ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอเชียงแสนห่างไปประมาณ 40 กิโลเมตร การเข้าถึงพื้นที่เริ่มจากอำเภอเมืองเชียงรายตามถนนทางหลวงหมายเลข 1 ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ถึงอำเภอแม่จัน จากนั้นเลี้ยวขวาไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 1016 มุ่งหน้าไปอำเภอเชียงแสน ระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร จะพบบริเวณพื้นที่สำรวจอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้านดอยจำปี พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นที่อยู่อาศัย นาข้าวสลับแปลงถั่วสภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ประกอบด้วย หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก ซึ่งถูกปิดทับด้วยตะกอนตะพักลำน้ำ กรวด ททราย ททรายแป้ง ศิลาแลง และดินเหนียว ของยุคควอเทอร์นารี (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

ข. ข้อมูลภาคสนาม

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ลักษณะภูมิประเทศทางด้านทิศใต้เป็นเนินเขาขนาดเล็ก ส่วนทางด้านทิศเหนือเป็นที่ราบ และมีลำห้วยขนาดเล็กไหลผ่าน ซึ่งเป็นลำห้วยสาขาของแม่น้ำโขง และจากการเดินสำรวจพบลักษณะธรณีสัณฐานที่บ่งบอกถึงรอยเลื่อนมีพลังในบริเวณพื้นที่สำรวจ ในบริเวณ ที่พิกัด 0607262E / 2243341N พบลักษณะของหินโผล่(รูป 3.5.) ยาวประมาณ 30 เมตร สูงประมาณ 10 เมตร ค่อนข้างผุพัง คล้ายกับตะกอนดิน มีสีส้มอิฐ สีม่วงแดง และพบลักษณะของรอยแตกตัดผ่านหลายแนว



รูป 3.5. หินโผล่ บริเวณบ้านดอยจำปี ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะของรอยแตก(เส้นประสีเหลือง) ตัดผ่านหินค่อนข้างผุพัง คล้ายกับตะกอนดิน มีสีส้มอิฐ สีม่วงแดง (หมายเหตุ: นางสาวสิริลักษณ์ ผาจันทร์(คนซ้ายสุด) สูง 157 ซม.)

3.1.1.4 พื้นที่ 4 บ้านดอยศรีแก้ว ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

ก. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่

พื้นที่บ้านดอยศรีแก้ว ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอเชียงแสนห่างไปประมาณ 37 กิโลเมตร การเข้าถึงพื้นที่เริ่มจากอำเภอเมืองเชียงรายตามถนนทางหลวงหมายเลข 1 ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ถึงอำเภอแม่จัน จากนั้นเลี้ยวขวาไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 1016 มุ่งหน้าไปอำเภอเชียงแสน ระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร จะพบบริเวณพื้นที่สำรวจอยู่ทางทิศตะวันออกของบ้านดอยศรีแก้ว พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นาข้าวสลับแปลงถั่ว สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ประกอบด้วย หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก ซึ่งถูกปิดทับด้วยตะกอนตะพักลำน้ำกรวด ทราย ทรายแป้ง ศิลาแลง และดินเหนียว ของยุคควอเทอร์นารี (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

ข. ข้อมูลภาคสนาม

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ลักษณะภูมิประเทศทางด้านทิศใต้เป็นเนินเขาขนาดเล็ก ส่วนทางด้านทิศเหนือเป็นที่ราบ และมีลำห้วยขนาดเล็กไหลผ่าน ซึ่งเป็นลำห้วยสาขาของแม่น้ำโขง จากการเดินสำรวจพื้นที่บริเวณบ้านดอยศรีแก้ว ในบริเวณ ที่พิกัด 0608800E / 2242926N พบลักษณะของหินโผล่(รูป 3.6.) ยาวประมาณ 20 เมตร สูงประมาณ 4.5 เมตร ค่อนข้างผุพัง คล้ายกับตะกอนดิน มีสีส้มอิฐ และพบลักษณะของรอยแตกตัดผ่านหลายแนว



รูป 3.6. หินโผล่ บริเวณบ้านดอยศรีแก้ว ตำบลป่าสัก อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะของรอยแตก(เส้นประสีเหลือง) ตัดผ่านหินค่อนข้างผุพัง คล้ายกับตะกอนดิน มีสีส้มอิฐ (หมายเหตุ: นางสาวอรนันท์ งามนิธิพร(คนซ้ายสุด) สูง 162 ซม.)

3.1.1.5 พื้นที่ 5 เวียงหนองหล่ม อำเภอเชียงแสนและอำเภอแม่จัน จังหวัด

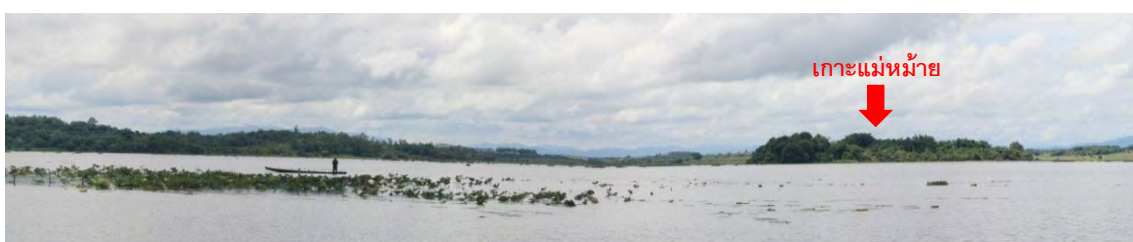
เชียงราย

ก. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่

พื้นที่เวียงหนองหล่ม ตั้งอยู่ที่เขตติดต่อระหว่างตำบลโยนก อำเภอเชียงแสน กับตำบลจันจว้า อำเภอแม่จัน ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอแม่จันห่างไปประมาณ 25 กิโลเมตร การเข้าถึงพื้นที่เริ่มจากอำเภอเมืองเชียงรายตามถนนทางหลวงหมายเลข 1 ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ถึงอำเภอแม่จัน จากนั้นเลี้ยวขวาไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 1016 มุ่งหน้าไปอำเภอเชียงแสน ระยะทางประมาณ 28 กิโลเมตร จะพบบริเวณพื้นที่สำรวจอยู่ทางทิศตะวันออกของบ้านดอยศรีแก้ว พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ประกอบด้วย บริเวณพื้นที่หนองน้ำเป็นตะกอนดินปัจจุบันสะสมตัวอยู่ชั้นบน มีกรวด ทราย และดินในยุควิวเทอรินารี ส่วนบริเวณขอบของพื้นที่หนองน้ำเป็นหินชั้นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวด้วยชั้นทราย ชั้นทรายกรวด ชั้นดินดานและชั้นทรายแป้ง ยุคเทอร์เชียรี และหินแกรนิต ไบโอไทต์-มัสโคไวต์ แกรนิตที่แสดงการเรียงตัวแบบยุคคาร์บอนิเฟอรัส (กรมทรัพยากรธรณี, 2547)

ข. ข้อมูลภาคสนาม

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ลักษณะภูมิประเทศทางด้านทิศใต้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนทางด้านทิศเหนือเป็นเนินเขาขนาดเล็ก และพบเกาะดอนอยู่กลางหนองน้ำ ชื่อว่า เกาะแม่หม้าย ซึ่งจากหลักทางประวัติศาสตร์และหลักฐานแนวรอยเลื่อนทางธรณีวิทยาที่เห็นในปัจจุบัน(จากการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าตำแหน่งที่ตั้งของเวียงหนองหล่มวางตัวในแนวที่สัมพันธ์กับแนวรอยเลื่อน) จึงคาดว่าเวียงหนองหล่ม เคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่จันในอดีต จึงทำให้เกิดการยุบตัวในบริเวณดังกล่าว



รูป 3.7. เวียงหนองหล่ม อำเภอเชียงแสน และอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

3.1.1.6 พื้นที่ 6 บ้านวังลาว ตำบลเวียง อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

ก. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่

พื้นที่บ้านวังลาว ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอเชียงแสนห่างไปประมาณ 43 กิโลเมตร การเข้าถึงพื้นที่เริ่มจากอำเภอเมืองเชียงรายตามถนนทางหลวงหมายเลข 1 ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ถึงอำเภอแม่จัน จากนั้นเลี้ยวขวาไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 1016 มุ่งหน้าไปอำเภอเชียงแสน ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร ต่อจากนั้นเลี้ยวซ้ายไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 1290 มุ่งหน้าไปอำเภอแม่สาย ระยะทางประมาณ 17 กิโลเมตร จะพบบริเวณพื้นที่สำรวจอยู่ทางทิศเหนือของบ้านวังลาว พื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นไร่ข้าวโพด สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ประกอบด้วย หินอัคนีภูเขาไฟยุคควอเทอร์นารี ซึ่งถูกปิดทับด้วยตะกอนตะพักลำน้ำ กรวดทราย ทรายแป้ง ศิลาแลง และดินเหนียว ของยุคควอเทอร์นารี (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

ข. ข้อมูลภาคสนาม

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินเขาสูง ทั้งทางด้านทิศใต้และทางด้านทิศเหนือ ทางน้ำสายสำคัญในบริเวณพื้นที่สำรวจ คือ แม่น้ำโขง(แม่น้ำที่เป็นพรมแดนกั้นระหว่างไทยกับลาว) และแม่น้ำรวก(แม่น้ำที่เป็นพรมแดนกั้นระหว่างไทยกับพม่า) จากการเดินสำรวจพื้นที่บริเวณบ้านวังลาว ในบริเวณ ที่พิกัด 0611586E / 2252552N พบลักษณะของหินโผล่ (รูป 3-8) ยาวประมาณ 150 เมตร สูงประมาณ 8 เมตร ค่อนข้างผุพัง คล้ายกับตะกอนดิน มีสีส้ม น้ำตาล และพบลักษณะของรอยแตกตัดผ่านหลายแนว



รูป 3.8. หินโผล่ บริเวณบ้านวังลาว ตำบลเวียง อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะของรอยแตก(เส้นประสีเหลือง) ตัดผ่านหินค่อนข้างผุพัง คล้ายกับตะกอนดิน มีสีส้ม น้ำตาล (หมายเหตุ: นางสาวสิริลักษณ์ ผาจันทร์(คนซ้ายสุด) สูง 157 ซม.)

3.2 การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ผลจากการสำรวจสภาพพื้นที่จริงทั้ง 6 พื้นที่ศึกษา พบว่าพื้นที่ศึกษาพื้นที่ 1 บ้านอีโก้ป่าบงงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน เนื่องจากพบลักษณะธรณีสัณฐานที่บ่งบอกถึงรอยเลื่อนมีพลังในบริเวณพื้นที่สำรวจ ได้แก่ ผาสามเหลี่ยม ที่วางตัวในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก หันหน้าไปทางทิศเหนือ และพบหินโผล่มีลักษณะของรอยเลื่อนตัดผ่านชั้นหินแกรนิตชัดเจน ทำให้หินแกรนิตมีการเลื่อนตัว แล้วมีตะกอนดินปิดทับ โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน เพื่อนำไปกำหนดหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence dating)

3.2.1 ขั้นตอนการศึกษา

โดยมีขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างตะกอนดินดังนี้

1. ทำการวัดขนาดของหินโผล่ และดูแนวการวางตัวของรอยเลื่อน
2. แต่งผนังหินโผล่ที่จะทำการสำรวจให้เรียบ จากนั้นเลือกปักหมุดตำแหน่งที่จะทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน 5 ตัวอย่าง (รูป 3-9)
3. เก็บตัวอย่างตะกอนดิน โดยการเก็บตัวอย่างตะกอนดินนี้ ต้องระมัดระวังไม่ตะกอนดินที่เก็บมาโดนแสง เนื่องจากอาจจะทำให้ค่าอายุของตะกอนดินมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นระหว่างที่ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจึงต้องนำผ้าสีดำที่บวมคลุม เพื่อป้องกันแสง
4. ตัวอย่างตะกอนดินที่เก็บมาต้องเก็บใส่ไว้ในถุงสีดำที่บวมและปิดผนึกอย่างแน่นหนา
5. นำตัวอย่างตะกอนดินมาหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence dating) ในห้องปฏิบัติการต่อไป

3.2.2 ผลการศึกษา

พื้นที่ 1 บ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

หินโผล่ที่สำรวจมีความยาวประมาณ 50 เมตร สูงประมาณ 5 เมตร วางตัวในแนวเกือบเหนือ-ใต้ โดยผลจากการสำรวจปรากฏชั้นตะกอนที่ได้รับผลกระทบจากการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน และพบการลำดับชั้นตะกอน 3 ชั้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

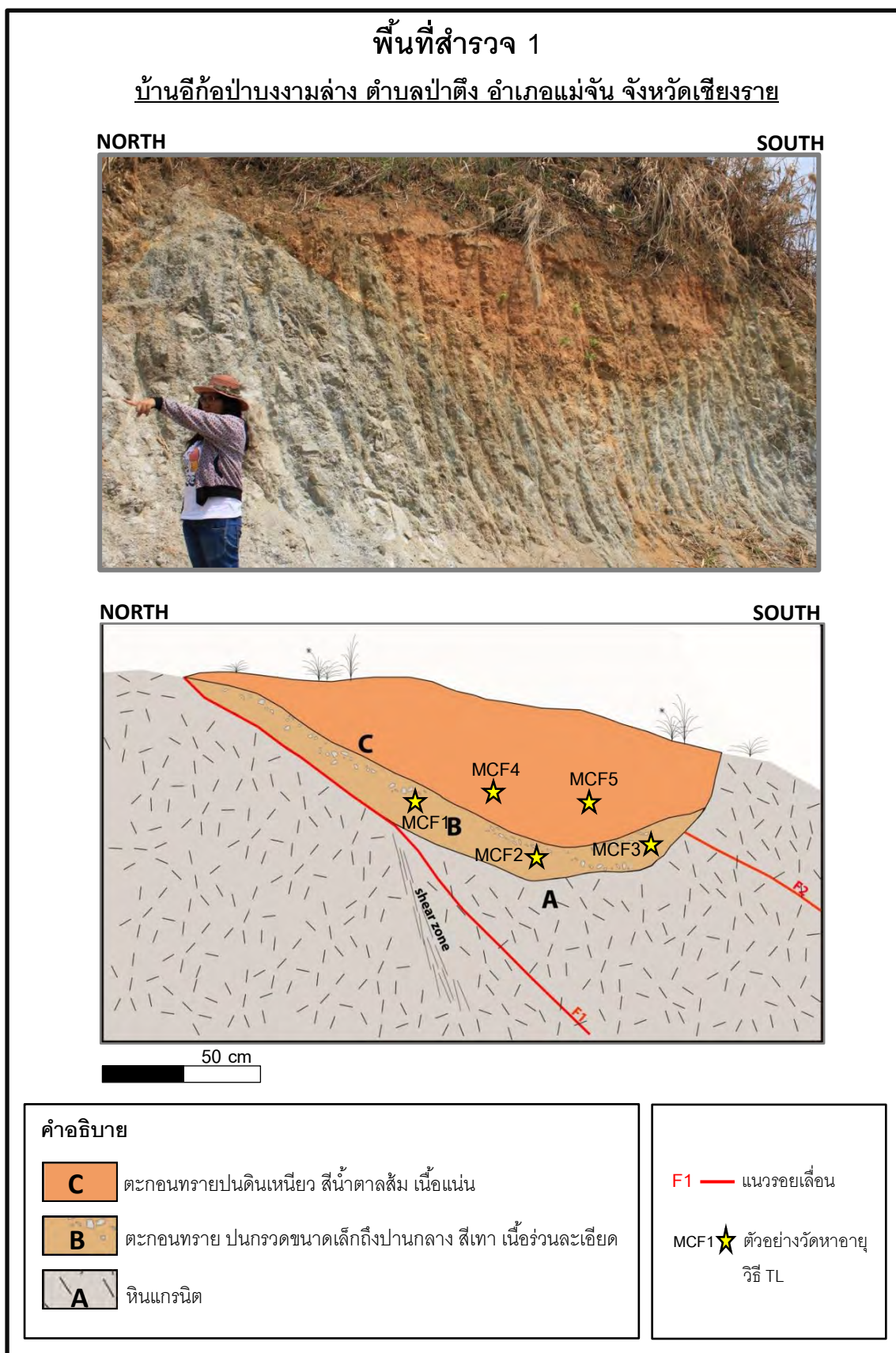
หน่วยตะกอน C : ชั้นตะกอนทรายปนดินเหนียว สีน้ำตาลส้ม เนื้อแน่น พบเศษรากพืช บางบริเวณพบกรวดละเอียดปน เม็ดกรวดขนาด 0.3-0.5 เซนติเมตร รูปร่างเม็ดกรวดค่อนข้างเหลี่ยม ชั้นตะกอนหนาประมาณ 50-80 เซนติเมตร

หน่วยตะกอน B : ชั้นตะกอนทราย ปนกรวดขนาดเล็กถึงปานกลาง สีเทา เนื้อร่วน ตะกอนทรายเนื้อปานกลางถึงหยาบ เม็ดกรวดขนาด 1-5 เซนติเมตร รูปร่างเม็ดกรวดค่อนข้างเหลี่ยม ชนิดของกรวดเป็นเศษหินแกรนิตเป็นส่วนใหญ่ ชั้นตะกอนหนาประมาณ 40 เซนติเมตร

หน่วยหิน A : เป็นชั้นหินแกรนิตผุพังสูง สีเทา ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างที่พบ อยู่ทางด้านทิศเหนือ และทิศใต้ พบเป็นแนวรอยเลื่อนในชั้นหิน รอยเลื่อนมีค่าการวางตัว $125^{\circ}/31^{\circ}$ SW และ $112^{\circ}/25^{\circ}$ SW

นอกจากนี้ยังได้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินเพื่อนำไปกำหนดหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence dating) จำนวน 5 ตัวอย่าง ดังนี้

- ตะกอนหน่วย C ทำการเก็บตะกอนตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง คือ MCF4 และ MCF5
- ตะกอนหน่วย B ทำการเก็บตะกอนตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง คือ MCF1, MCF2 และ MCF3



รูป 3.9. แสดงผนังพื้นที่สำรวจบ้านอีโก้ป่าบงงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

บทที่ 4

การวัดหาอายุของชั้นตะกอน (Dating)

การศึกษาด้านธรณีวิทยาแผ่นดินไหว จำเป็นต้องมีขั้นตอนในการหาอายุของรอยเลื่อนว่าเคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดรอยเลื่อนเมื่อไหร่ และอายุที่ได้จะสามารถบ่งบอกได้ว่ารอยเลื่อนนั้นเป็นรอยเลื่อนมีพลังหรือไม่มีพลังอีกต่อไป ซึ่งการวัดหาอายุของรอยเลื่อนในงานวิจัยครั้งนี้ จะหาจากชั้นตะกอนดินที่โดนรอยเลื่อนตัดผ่าน โดยใช้วิธีการหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence, TL) สามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1 การหาอายุด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence, TL)

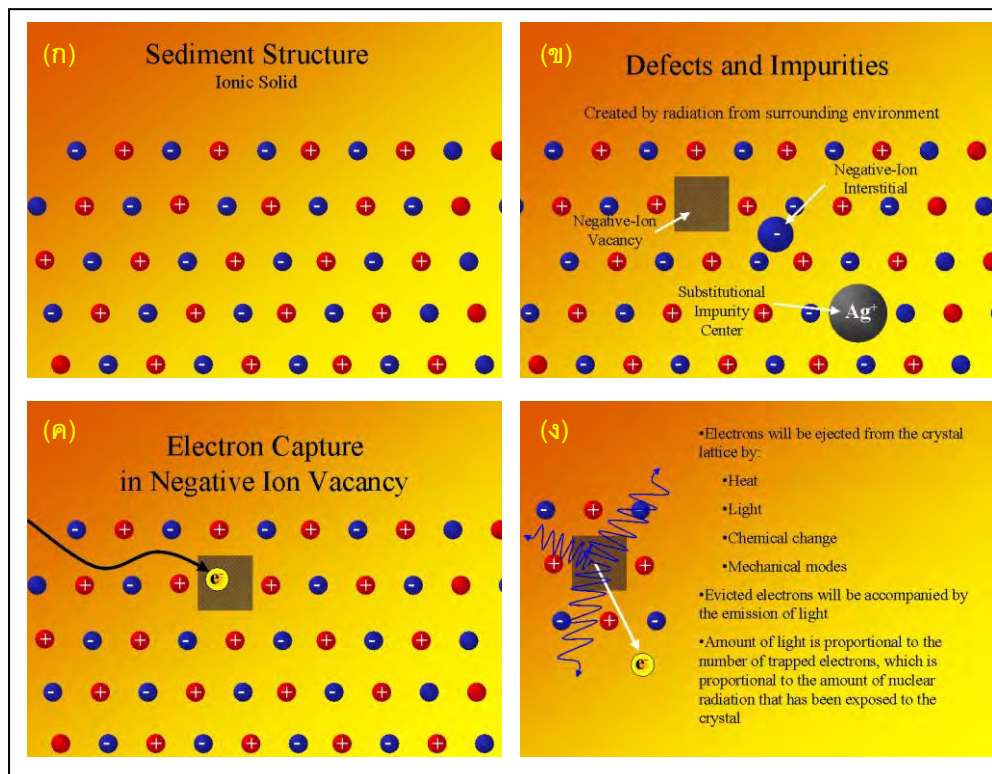
4.1.1 หลักการเรืองแสงความร้อน

การอธิบายเรื่องหลักการเรืองแสงความร้อน ที่เข้าใจง่ายที่สุด คือ การอธิบายผลึกแร่ในรูปของของแข็ง (Solid state physics) ซึ่งจะเกี่ยวกับระดับพลังงานของอิเล็กตรอนและการกักเก็บอิเล็กตรอน (Electron trap) โดยในทางทฤษฎีแล้วผลึกที่สมบูรณ์ โดยทั่วไปจะประกอบด้วยโครงข่ายของผลึก (Lattice) ของประจุลบ (Electron) และประจุบวก (Proton) ที่ยึดเหนี่ยวอยู่ด้วยกันอย่างสมดุล (รูป 4.1.ก)

อย่างไรก็ตาม ผลึกแร่ในธรรมชาติ นั้นมักจะเกิดความบกพร่อง (Defected mineral) ขึ้นได้ อันเนื่องมาจากเกิดความบกพร่องจากหลายกรณี เช่น เกิดจากการแทนที่โดยประจุของธาตุมลทิน เกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วจากขั้นตอนการหลอมเหลวหรือเกิดจากการทำลายโดยการแผ่แกมมันตราฟรังสี จากรูป 4.1.ข แสดงรูปแบบของโครงข่ายผลึก อย่างง่ายที่เกิดความผิดปกติโดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา ได้แก่ ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบหายไปจากตำแหน่งที่ควรอยู่ (Negative – ion vacancy) ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบแทรกอยู่ระหว่างกลาง (Negative – ion interstitial) และความผิดปกติเนื่องจากการแทนที่ข้อ ศูนย์กลางความไม่บริสุทธิ์ (Substitution impurity center) ซึ่งเมื่อผลึกเกิดความบกพร่อง ทำให้ลักษณะของโครงข่ายผลึกของแร่มีตำแหน่งของประจุลบบางตำแหน่งไม่พบประจุลบวางอยู่ จึงทำให้ตำแหน่งนั้นประจุติดัวกลายเป็นหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน (Electron traps) และมักเป็นจุดดึงดูดอิเล็กตรอนอื่นๆ ที่กระจายตัวอยู่บริเวณรอบข้างให้เข้ามาฝังตัวอยู่ในหลุม (รูป 4.1.ค)

เมื่อได้รับการกระตุ้นจากพลังงานต่างๆ ซึ่งถ่ายทอดจากสิ่งรอบข้าง เช่น พลังงานจากการแผ่รังสีนิวเคลียร์ของธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติ เช่น ยูเรเนียม ทอเรียม และ โปแตสเซียม

(K, Th, U) โดยที่ประจุอิเล็กตรอนเหล่านี้ สามารถหลุดออกมาได้ตลอดเวลาเมื่อมีการกระตุ้นอีกครั้งด้วยพลังงานรูปต่าง ๆ เช่น ความร้อน (Thermal) หรือแสง (Optical) (รูป 4.1.ง)



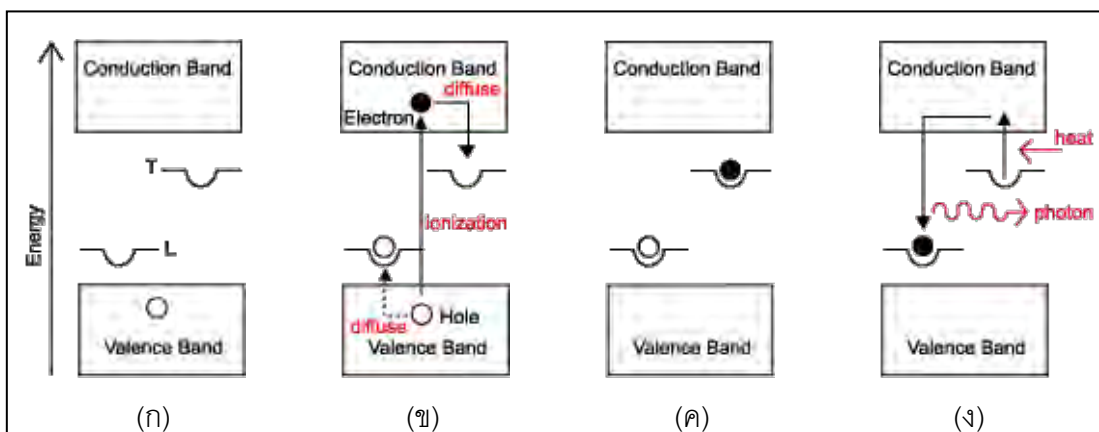
รูป 4.1. (ก) ลักษณะโครงข่ายของผลึก (Lattice) ที่สมบูรณ์ (ข) รูปแบบโครงข่ายผลึกที่มีประจุ (ionic crystal) อย่างง่ายที่เกิดความผิดปกติโดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา ได้แก่ ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบหายไปจากตำแหน่งที่ควรอยู่ (Negative – ion vacancy) ความผิดปกติเนื่องจากประจุลบแทรกอยู่ระหว่างกลาง (Negative – ion interstitial) และความผิดปกติเนื่องจากการแทนที่ของศูนย์กลางความไม่บริสุทธิ์ (Substitution impurity center) (ค) ลักษณะของหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน (Electron trap) และ (ง) การกระตุ้นอิเล็กตรอนด้วยแสงหรือความร้อน ([http:// www.rses.anu.edu.au](http://www.rses.anu.edu.au))

4.1.2 ทฤษฎีระดับพลังงานกับการเรืองแสง

นอกจากการอธิบายหลักการการเรืองแสงโดยใช้แบบจำลองอย่างง่ายดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ทฤษฎีการเรืองแสงสามารถอธิบายด้วยทฤษฎีระดับพลังงาน ได้ดังนี้ (ดูรูป 4.2 ประกอบ)

สถานะของผลึกที่ไม่สมบูรณ์ (Defected lattice) จะประกอบไปด้วยหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน (T) และศูนย์กลางการเรืองแสง (Luminescence centers, L) ซึ่งหลุมกักเก็บอิเล็กตรอนนี้จะมีระดับพลังงานอยู่ในช่วงระหว่าง ชั้น Valence band ที่อยู่ในสถานะพื้น

1. (Ground state) ซึ่งเป็นชั้นที่มีความเสถียรสูง และชั้น Conduction band หรือสถานะกระตุ้น (Excited state) ซึ่งเป็นสถานะที่ไม่เสถียร (รูป 4.2.ก)
2. ขั้นการแผ่รังสี (Irradiation) เกิดจากอิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากการแผ่กัมมันตภาพรังสีจากธาตุกัมมันตรังสีในธรรมชาติ ทำให้อิเล็กตรอนถูกกระตุ้นขึ้นไปในสถานะไม่เสถียรที่ชั้น Conduction band เกิดการกักเก็บอิเล็กตรอน ในหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน (รูป 4.2.ข)
3. ขั้นการกักเก็บ (Storage) โดยค่าช่วงชีวิต (Life-time) คือ ระดับความลึกของหลุมกักเก็บอิเล็กตรอนนั้นต้องมีพลังงานมากกว่าหรือลึกเพียงพอสำหรับการกักเก็บจำนวนของอิเล็กตรอน (ซึ่งจำนวนของอิเล็กตรอนในหลุมกักเก็บมีความสัมพันธ์กับอายุของตัวอย่าง) ส่วนการเล็ดลอดของอิเล็กตรอนออกจากหลุมกักเก็บในช่วงระยะเวลาการกักเก็บนั้นเกิดขึ้นน้อยมาก จึงไม่นำมาพิจารณา (รูป 4.2.ค)
4. ขั้นการให้ความร้อน (Heating) เมื่อมีการให้ความร้อนแก่ตัวอย่าง เพื่อขับไล่อิเล็กตรอนออกจากหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน ซึ่งหลังจากอิเล็กตรอนถูกขับไล่ออกมา จะเกิดกระบวนการรวมตัวกันอีกครั้ง (Recombination) ที่บริเวณศูนย์กลางการเรืองแสง และมีการเรืองแสง (Luminescence) เกิดขึ้น (รูป 4.2.ง)

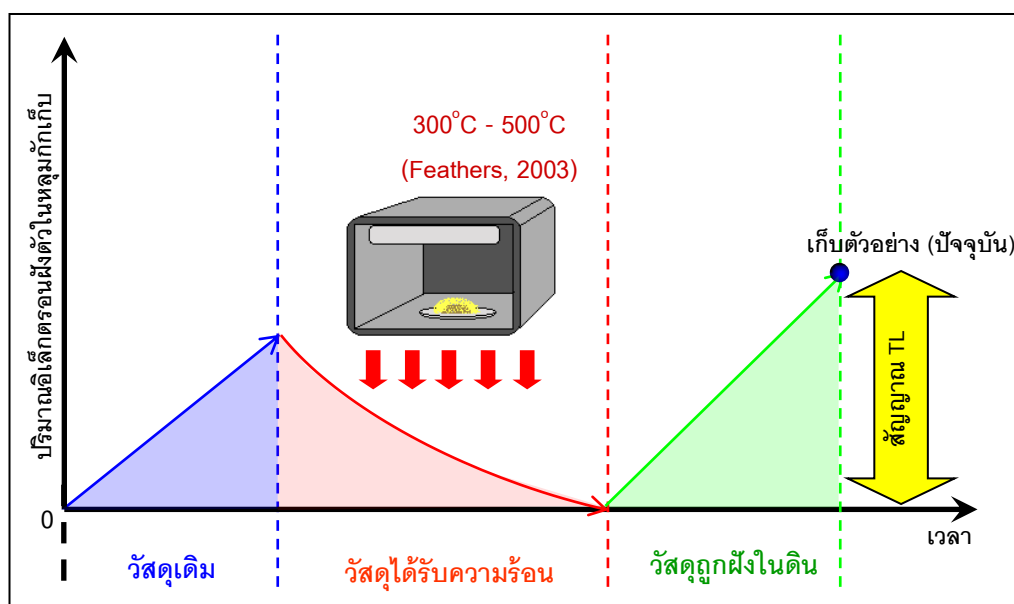


รูป 4.2. รูปจำลองแสดงระดับพลังงานในระหว่างกระบวนการต่างๆ ของการเรืองแสงความร้อน

4.1.3 การประยุกต์หลักการเรื่องแสงความร้อนกับการกำหนดอายุวัสดุ

4.1.3.1 การกำหนดอายุวัสดุที่ได้รับความร้อน

“วัสดุที่ได้รับความร้อน” ในที่นี้ เช่น หินอัคนี หินแปร อีฐ ถ้วย ชามสังคโลกทางโบราณคดี เป็นต้น โดยกระบวนการเริ่มต้นจากวัสดุเดิมนั้นมีการสะสมอิเล็กตรอนอยู่ตลอดเวลาตามปัจจัยของเวลาและอัตราการแผ่กัมมันตภาพรังสีของธาตุกัมมันตรังสีในธรรมชาติ (ดังได้กล่าวไว้ในตอนต้น) จนถึง ณ เวลานั้น ซึ่งวัสดุนั้นได้รับความร้อน ด้วยอุณหภูมิ $300^{\circ}\text{C} - 500^{\circ}\text{C}$ (Feathers, 2002) ขึ้นไป ยกตัวอย่างในธรรมชาติ เช่น ลาวาที่กลายเป็นหินอัคนี หินดั้งเดิมที่ถูกแปรสภาพด้วยความดันและอุณหภูมิสูง อีฐ ถ้วย ชามสังคโลกที่ถูกเผาในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งสาเหตุต่างๆ เหล่านี้ ทำให้วัสดุดั้งเดิมซึ่งเคยมีอิเล็กตรอนสะสมตัวอยู่ ถูกขับออกจนหมดเหมือนกับการหมุนเข็มนาฬิกาที่ตำแหน่งศูนย์ จากนั้นวัสดุนั้นจึงเริ่มต้นสะสมอิเล็กตรอนใหม่อีกครั้ง จนถึงวันที่นำตัวอย่างมาตรวจวัดปริมาณอิเล็กตรอนหรือปริมาณสัญญาณ TL เพื่อทำการกำหนดอายุวัสดุ ปริมาณอิเล็กตรอนที่ได้ จึงมีค่าเทียบเคียงได้กับปริมาณอิเล็กตรอนที่สะสมตัว นับตั้งแต่วันที่วัสดุนั้นได้รับความร้อนครั้งสุดท้ายจบจนถึงปัจจุบัน (ดูรูป 4.3. ประกอบ)



รูป 4.3. การประยุกต์หลักการเรื่องแสงความร้อนกับการกำหนดอายุวัสดุที่ได้รับความร้อน เช่น หินอัคนี หินแปร อีฐ ถ้วย ชามสังคโลกโบราณคดี โดยแสดงอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอิเล็กตรอนฝังตัวในหลุมกักเก็บและเวลา (Feathers, 2003)

4.1.3.2 การกำหนดอายุของตะกอนดิน

ในการกำหนดอายุตะกอนดินนั้น จะมีข้อแตกต่างเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการกำหนดอายุวัสดุที่ได้รับความร้อน โดยกระบวนการเริ่มต้นจากหินหรือตะกอนดั้งเดิมมีการสะสมตัวของอิเล็กตรอน จนกระทั่งหินหรือตะกอนเหล่านั้นถูกปัจจัยทางธรณีวิทยาต่างๆ เช่น น้ำ ลม ฯลฯ กัดกร่อนและเกิดการฟุ้งเป็นเม็ดตะกอน จากนั้นตะกอนเกิดการพัดพาจากแหล่งกำเนิดตะกอนลงสู่แหล่งสะสมตะกอน ซึ่งในระหว่างช่วงเวลาของการพัดพา เม็ดตะกอนจะค่อยๆสูญเสียปริมาณอิเล็กตรอนหรือสัญญาณ TL เนื่องจากสัมผัสกับแสงอาทิตย์ซึ่งเรียกว่า การอาบแดด (Bleaching) จนกระทั่งสัญญาณที่มีอยู่เดิมถูกลบล้างออกไป และเริ่มต้นสะสมปริมาณอิเล็กตรอนใหม่อีกครั้ง โดยมีเม็ดตะกอนชั้นบนที่ปิดทับเป็นตัวป้องกันแสงอาทิตย์ ดังนั้นเมื่อมาถึงปัจจุบันปริมาณอิเล็กตรอน ที่มีอยู่ในดินจะสะท้อนถึงปริมาณอิเล็กตรอนที่สะสมตัว นับตั้งแต่ตะกอนนั้นสะสมตัวครั้งสุดท้ายจนถึงปัจจุบัน

การอาบแดด ในทางทฤษฎีแล้วคาดว่าสามารถลบล้างปริมาณอิเล็กตรอนที่มีอยู่เดิมหมดจนหมด แต่ในทางปฏิบัติไม่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากยังคงมีสัญญาณ TL หรือปริมาณอิเล็กตรอนหลงเหลืออยู่ทุกครั้ง ถึงแม้ว่าจะอาบแดดนานเท่าใดก็ตาม สัญญาณที่เหลืออยู่ เรียกว่า ค่าคงเหลือ (Residual) ซึ่งจะแตกต่างกับการได้รับความร้อน ดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น ดังนั้นในการกำหนดตะกอน เราจึงต้องนำค่าคงเหลือนี้มาพิจารณาเพื่อหักลบออกจากค่าที่เราวัดได้ เพื่อให้ค่าสัญญาณที่ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด (ดูรูป 4.4. ประกอบ)

ดังนั้น หากเราสามารถวัดปริมาณอิเล็กตรอนที่ฝังตัวอยู่ในหลุมกักเก็บอิเล็กตรอนได้ และสามารถหาอัตราการแผ่รังสีต่อปีของสิ่งแวดล้อมรอบข้างที่เป็นตัวกระตุ้นให้อิเล็กตรอนเข้าไปเติมในหลุมกักเก็บอิเล็กตรอนได้ เราก็สามารถหาอายุของวัสดุนั้นได้ จากสมการความสัมพันธ์ของการกำหนดอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน คือ

$$\text{อายุวัสดุ} = \frac{\text{Equivalent dose (ED)}}{\text{Annual dose (AD)}} \quad \text{----- (สมการ 4.1)}$$

Equivalent dose (ED) หรือ ค่า Paleodose คือ ค่าปริมาณอิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นให้ไปอยู่ในระดับ Meta state อันเนื่องมาจากการกระตุ้นจากการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีในบริเวณรอบข้าง (หน่วย เกรย์ (Grey))

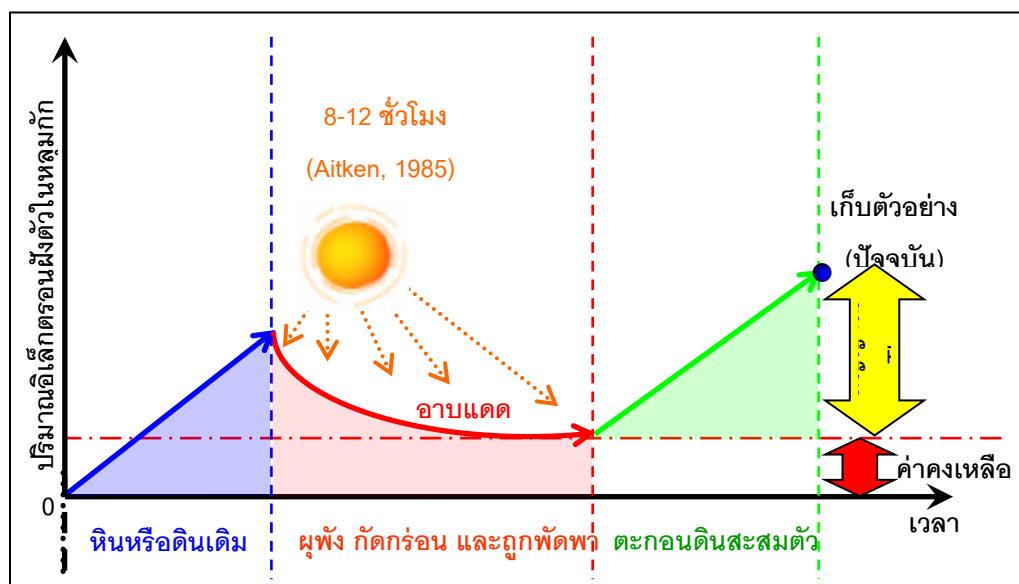
Annual dose (AD) คือ อัตราการแผ่รังสีต่อปีของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในบริเวณรอบข้าง ซึ่งธาตุกัมมันตรังสีที่สำคัญ ได้แก่ ยูเรเนียม (U), ทอเรียม (Th), โพแทสเซียม (K) และรังสีคอสมิกจากชั้นบรรยากาศ ซึ่งมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (หน่วย เกรย์ต่อปี (Grey/year))

ซึ่งผลจากการหารของสองค่านี้ ทำให้ได้ผลลัพธ์ในหน่วยปี และเป็นอายุนับตั้งแต่แร่นั้น ได้รับความร้อนทำให้ลบล้างสัญญาณจนหมด (ในกรณีวัสดุถูกเผา) หรือเป็นอายุนับตั้งแต่ตะกอนสะสมตัวครั้งสุดท้ายจนถึงปัจจุบัน

4.1.4 การคัดเลือกตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมากำหนดอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อนมีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ต้องมีหลักฐานสนับสนุนว่าตัวอย่างที่เก็บนั้นสัมผัสกับแสงในตอนกลางวันหรือได้รับความร้อนมากเพียงพอที่ลบล้างสัญญาณ TL เดิมให้เหลือน้อยที่สุด ก่อนที่จะสะสมตัวครั้งสุดท้าย (มีค่าเท่ากับศูนย์ในกรณีของวัสดุที่ถูกเผา และมีค่าเท่ากับค่าคงเหลือในกรณีของตะกอนดิน) ในกรณีของการกำหนดอายุตะกอน ข้อมูลเหล่านี้สามารถตัดสินใจได้จากการแปลความหมายทางตะกอนวิทยา ว่าสภาพแวดล้อมในอดีตนั้นมีความเป็นมาอย่างไร เช่น ตะกอนลมหอบ (Loess) หรือตะกอนที่ถูกพัดพามาด้วยพลังงานต่ำๆ มักจะมีเวลาในการถูกแสงมากกว่า ตะกอนที่ไม่มีการพัดพาหรือตะกอนที่พัดพาอย่างรวดเร็ว เช่น ตะกอนดินถล่ม เป็นต้น
2. ก่อนการเก็บตัวอย่างเพื่อกำหนดอายุ ควรขูดผิวหน้าของตัวอย่าง เพื่อป้องกันผิวตัวอย่างที่สัมผัสแสงเข้ามาปะปน
3. ควรมีการบันทึกรายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเก็บและสภาพรอบข้างของบริเวณเก็บตัวอย่างโดยละเอียด



รูป 4.4. การประยุกต์หลักการเรืองแสงความร้อนกับการกำหนดอายุของตะกอนดิน โดยแสดงอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณอิเล็กตรอนที่ฝังตัวในหลุมกักเก็บและเวลา (Won-in, 2003)

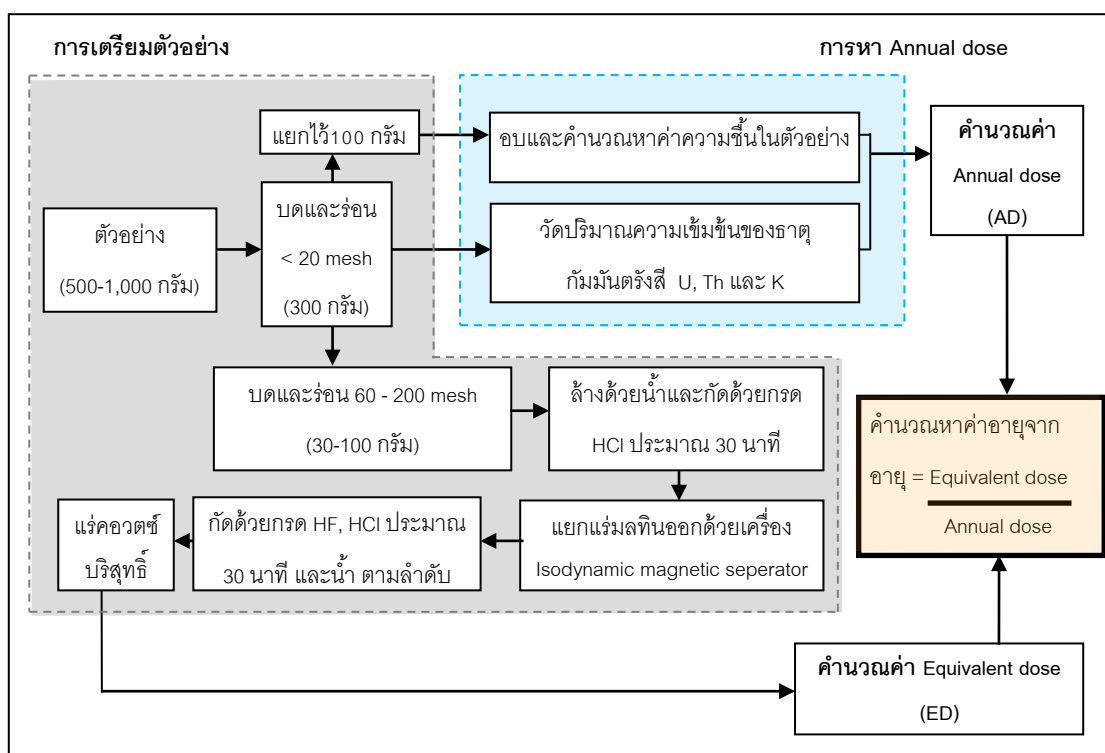
4.1.5 การเตรียมตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างของชั้นตะกอนดินเพื่อวัดหาอายุโดยวิธีเรืองแสงความร้อน ต้องเก็บตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 500-700 กรัมเป็นอย่างน้อย ในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างนั้น เป็นการเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ 2 ส่วน คือ 1) วิเคราะห์อัตราการแผ่รังสีต่อปี (Annual dose) และ 2) วิเคราะห์ค่าปริมาณสัญญาณ TL ที่มีอยู่ในตัวอย่าง (Equivalent dose) ซึ่งตลอดกระบวนการนับตั้งแต่การเก็บตัวอย่างจนถึงกระบวนการวัดสัญญาณจากตัวอย่างนั้น จำเป็นต้องทำในห้องมืด (Red subdue room) เพื่อป้องกันการสูญเสียสัญญาณอันเนื่องมาจากแสงที่กระตุ้น โดยในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดเฉพาะแร่ควอตซ์ ซึ่งนิยมใช้เป็นแร่ตัวแทนในการกำหนดอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน (Aitken, 1985) รายละเอียดการเตรียมตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนนั้น สรุปได้ ดังนี้ (รูป 4.5.)

1. อบตัวอย่างให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส และแบ่งตัวอย่างส่วนหนึ่ง นำไปหาปริมาณความชื้นในตัวอย่างนั้น (Water content)
2. บดตัวอย่างที่แห้งเบาๆ ด้วยครกไม้ หรือครกสแตนเลส และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 Mesh (<0.85 mm) ในปริมาณ 250-300 กรัม ใส่ภาชนะพลาสติกปิด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้เกิดการสมดุลในตัวอย่าง
3. นำตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 20 Mesh ที่เหลือ บดด้วยครกไม้ต่อและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 60 Mesh (ขนาด 250 μm) และค้ำบนตะแกรงเบอร์ 200 Mesh (ขนาด 74 μm)
4. นำตัวอย่างจากข้อ 3 ล้างด้วยน้ำกลั่นประมาณ 10 ครั้ง จากนั้นกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 50 % เป็นเวลา 30 นาที โดยใส่ไว้ในเครื่องอุ่นตัวอย่าง (water bath) เพื่อเร่งปฏิกิริยา หลังจากนั้นเทกรดทิ้งแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นอีกประมาณ 10 ครั้ง
5. จากนั้นนำตัวอย่าง (ใส่ในถ้วยพลาสติก) มากัดด้วยกรดกัดแก้ว (HF) ที่ความเข้มข้น 24 % เป็นเวลา 30 นาที เพื่อสลายแร่เฟลด์สปาร์ โดยใส่ไว้ในเครื่องอุ่นตัวอย่าง จากนั้นเทกรดทิ้ง และล้างด้วยน้ำอีกประมาณ 10 ครั้ง แล้วจึงเติมกรดเกลือ (HCl) อีกครั้ง ดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนข้อ 4 ต่อจากนั้นอบให้แห้งเป็นเวลา 1 วัน
6. นำตัวอย่างที่แห้งสนิทแล้วไปแยกแรมลทินออกด้วยเครื่องแยกแม่เหล็ก Isodynamic magnetic separator โดยผ่านกระแสไฟฟ้าขนาด 1.4 แอมแปร์ ณ ที่ความเอียงประมาณ 25 องศา

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการสกัดแร่ควอตซ์(ข้อ1-6)เรียบร้อยแล้วจะได้ตัวอย่าง 3 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1 ตัวอย่างสำหรับวัดค่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุกัมมันตรังสีในตัวอย่าง เช่น ยูเรเนียม, ทอเรียม และโปแตสเซียม เพื่อคำนวณค่าอัตราการแผ่รังสีต่อปีของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในบริเวณรอบข้าง (Annual Dose)
- ส่วนที่ 2 ตัวอย่างควอตซ์บริสุทธิ์ สำหรับนำไปวัดค่าปริมาณรังสีหรือค่าปริมาณอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่ในตัวอย่าง
- ส่วนที่ 3 ค่าปริมาณความชื้นในตัวอย่าง ซึ่งจะใช้สำหรับการคำนวณอัตราการแผ่รังสีต่อปีของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในบริเวณรอบข้าง (Annual Dose) ในกระบวนการคำนวณ

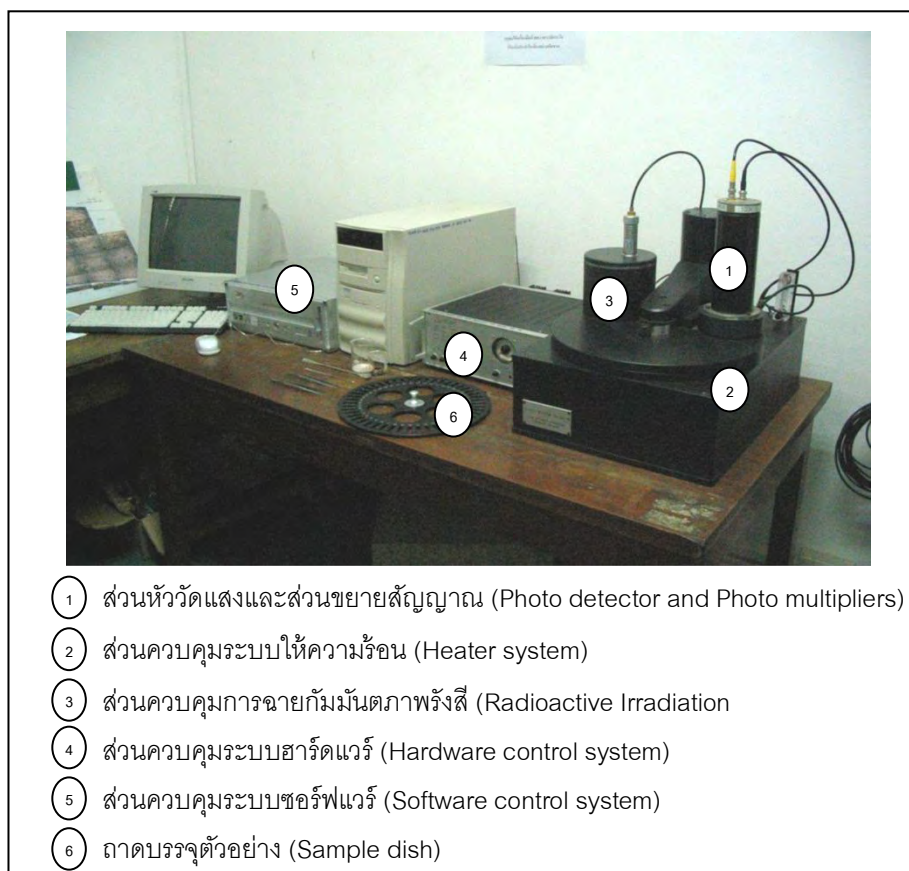


รูป 4.5. แผนภูมิแสดงกระบวนการปฏิบัติงานการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์และกำหนดอายุด้วยวิธีเรืองแสงความชื้น (Takashima and Honda, 1989)

4.1.6 การคำนวณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่าง (Equivalent dose)

เนื่องจากเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน ไม่สามารถวัดค่ากัมมันตภาพรังสี หรือ Equivalent Dose ในหน่วยกัมมันตภาพรังสี (หน่วย Gy) ได้โดยตรง ดังนั้นจึงมีการคิดค้นวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งค่ากัมมันตภาพรังสีที่มีอยู่ในตัวอย่าง ในหน่วยที่เราต้องการ ในที่นี้เราใช้เครื่องมือกระตุ้นด้วยความร้อนและตรวจวัดปริมาณการเรืองแสงของตัวอย่างเป็นเครื่องมือในการตรวจวัด ซึ่งเครื่องมือนี้เรียกว่า Thermoluminescence Detector (TLD) (รูป 4.6.)

หลักการของการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีนั้นเริ่มต้นจากการให้ความร้อนแก่ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อถูกกระตุ้นด้วยความร้อน อิเล็กตรอนจะปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของการเรืองแสง จากนั้นวัดปริมาณโฟตอนของแสง ด้วยหัววัดแสง (Photo detector) และขยายสัญญาณให้เด่นชัดขึ้นด้วยเครื่องขยายสัญญาณ (Photo multiplier) ผลที่ได้จากการตรวจวัด แสดงอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างระดับอุณหภูมิที่กระตุ้นให้ตัวอย่างในหน่วยองศาเซลเซียส (แกนแนวนอน) ต่อปริมาณอิเล็กตรอนที่ตรวจวัดได้ในแต่ละระดับอุณหภูมิ ในหน่วย count/sec (แกนตั้ง) ดังแสดงในรูป 4.7.ก กราฟความสัมพันธ์นี้เรียกว่า “Glow curve”

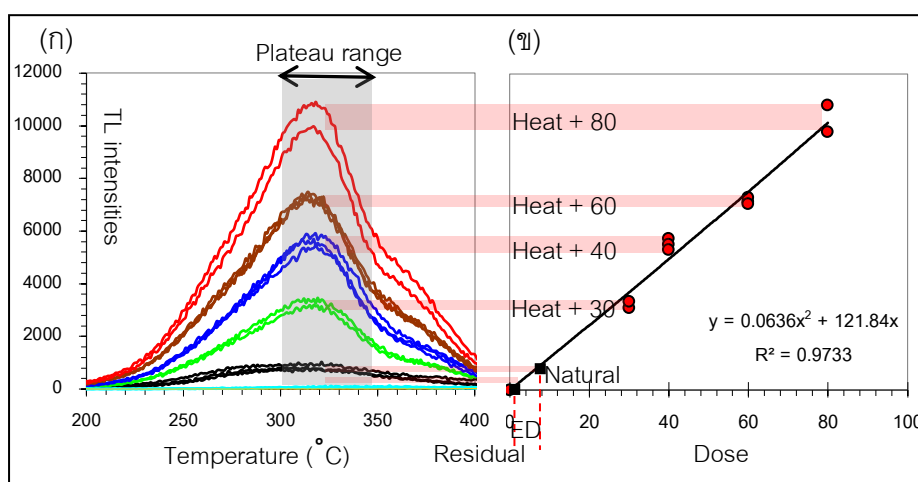


- ① ส่วนหัววัดแสงและส่วนขยายสัญญาณ (Photo detector and Photo multipliers)
- ② ส่วนควบคุมระบบให้ความร้อน (Heater system)
- ③ ส่วนควบคุมการฉายกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Irradiation)
- ④ ส่วนควบคุมระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware control system)
- ⑤ ส่วนควบคุมระบบซอฟต์แวร์ (Software control system)
- ⑥ ถาดบรรจุตัวอย่าง (Sample dish)

รูป 4.6. เครื่อง Thermoluminescence Detector (TLD)

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถึงตรงนี้ สิ่งที่เราต้องวิเคราะห์ต่อในการกำหนดอายุ คือ ทำอย่างไรจึงจะทราบว่ามีปริมาณอิเล็กตรอน (หน่วย count/sec) ที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่อง TLD นั้นมีค่าเทียบเคียงได้กับค่ากัมมันตภาพรังสีในหน่วย Gy เท่าใด จากคำถามดังกล่าว ส่งผลให้เราต้องสรรหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งค่ากัมมันตภาพรังสีตามที่เราต้องการ โดยวิธีการที่เราสามารถทำได้ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่มีอยู่ในตัวอย่าง (Gy) และปริมาณอิเล็กตรอนที่วัดได้ (Count/sec) โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ที่เรียกว่า Growth curve (รูป 4.7.ข) และเทียบปัญญิตไตรยางค์ เพื่อหาความสัมพันธ์ (ดูรูป 4.7. ประกอบ)



รูป 4.7. (ก) Glow curve แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณอิเล็กตรอนที่มีอยู่ในตัวอย่าง (หน่วย count/sec) ในแต่ละระดับอุณหภูมิ ซึ่งวัดได้จากเครื่อง TLD และ (ข) Growth curve แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าปริมาณอิเล็กตรอน (หน่วย count/sec) ที่มีอยู่ในตัวอย่างและปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่ทราบค่า (Gy)

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณรังสีในตัวอย่างในหน่วย Gy

- วัดปริมาณอิเล็กตรอนจากตัวอย่างธรรมชาติ ได้ 100 ตัว
- นำตัวอย่างธรรมชาติตัวเดียวกันไปอบรังสีที่เราทราบค่า 10 Gy และวัดปริมาณอิเล็กตรอนได้ 200 ตัว
- กำหนดให้ N คือ ค่าปริมาณอิเล็กตรอนในตัวอย่างในหน่วย Gy ซึ่งวัดปริมาณอิเล็กตรอนได้ 100 ตัว

$$\text{ดังนั้น } N+10 \text{ Gy} = 200 \text{ (count/sec)} \text{ ----- (1)}$$

$$N \text{ Gy} = 100 \text{ (count/sec)} \text{ ----- (2)}$$

เมื่อนำ (1) หาดด้วย (2) ได้ว่า $(N + 10)/N = 2$

$$\text{ดังนั้น } N = 10 \text{ Gy}$$

4.1.7 การคำนวณอัตราการแผ่รังสีต่อปี (Annual dose)

ในการคำนวณอัตราการแผ่รังสีในธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นดิน ธาตุกัมมันตรังสีที่สำคัญ ได้แก่ ธาตุยูเรเนียม (U), ทอเรียม (Th) และโปแตสเซียม (K) ซึ่งทั้ง 3 ธาตุนี้จะสลายตัวตามหลักการของครึ่งชีวิต (Half-Life) ของธาตุแต่ละตัว และในระหว่างการสลายตัวจะแผ่รังสีออกมาในปริมาณต่างๆกัน ในรูปของรังสีแอลฟา, เบตา และแกมมา นอกจากนี้ยังมีรังสีบางส่วนที่ได้รับจากนอกโลกหรืออวกาศ เช่น รังสีคอสมิก (Cosmic ray) แต่เป็นส่วนน้อย

หลังจากเตรียมตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของธาตุต่างๆที่มีอยู่ในดิน ด้วยวิธีทางเทคนิคต่างๆ เช่น วิธี Neutron Activation Analysis (NAA), วิธี Gamma Spectrometry หรือ วิธี Inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-MS) โดยที่ผลลัพธ์ที่ได้ของธาตุยูเรเนียมและทอเรียมมีหน่วยความเข้มข้นเป็น ppm ส่วนธาตุโปแตสเซียมมีหน่วยความเข้มข้นเป็น % จากนั้น จึงทำการแปลงค่าที่ได้จากการวัดเป็นหน่วยที่เราต้องการ คือ Gy โดยใช้ตารางมาตรฐานของ Bell(1979) ดังแสดงในตาราง 4.1.

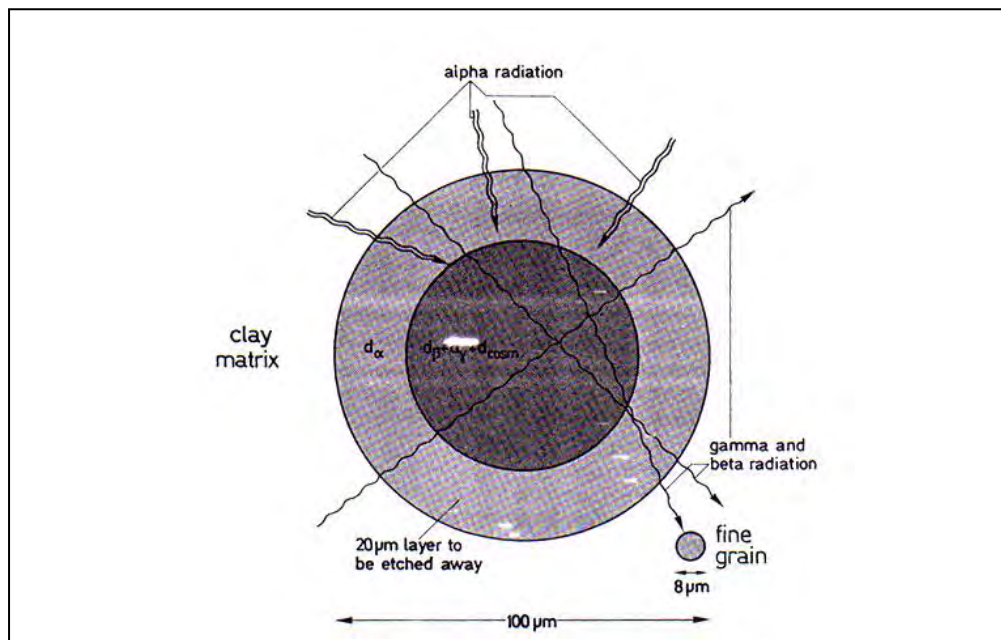
อนุภาค	ความเข้มข้น	ชนิด radionuclide		
		แอลฟา	เบตา	แกมมา
Thorium series	1 ppm ²³² Th			
- no thoron loss		738	28.6	51.4
- 100% thoron loss		309	10.3	20.8
Uranium series	1 ppm ²³⁸ U			
- no radon loss		2783	146.2	114.8
- 100% radon loss		1262	60.9	5.6
Natural potassium	1% K ₂ O	-	689.3	206.9
	1% K	-	830.3	249.2
Natural rubidium	100 ppm Rb	-	46.4	-

ตาราง 4.1. ตารางความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นของธาตุกัมมันตรังสี (หน่วย ppm หรือ %) และอัตราการแผ่รังสีต่อปี (หน่วย μ Gy) (Bell, 1979)

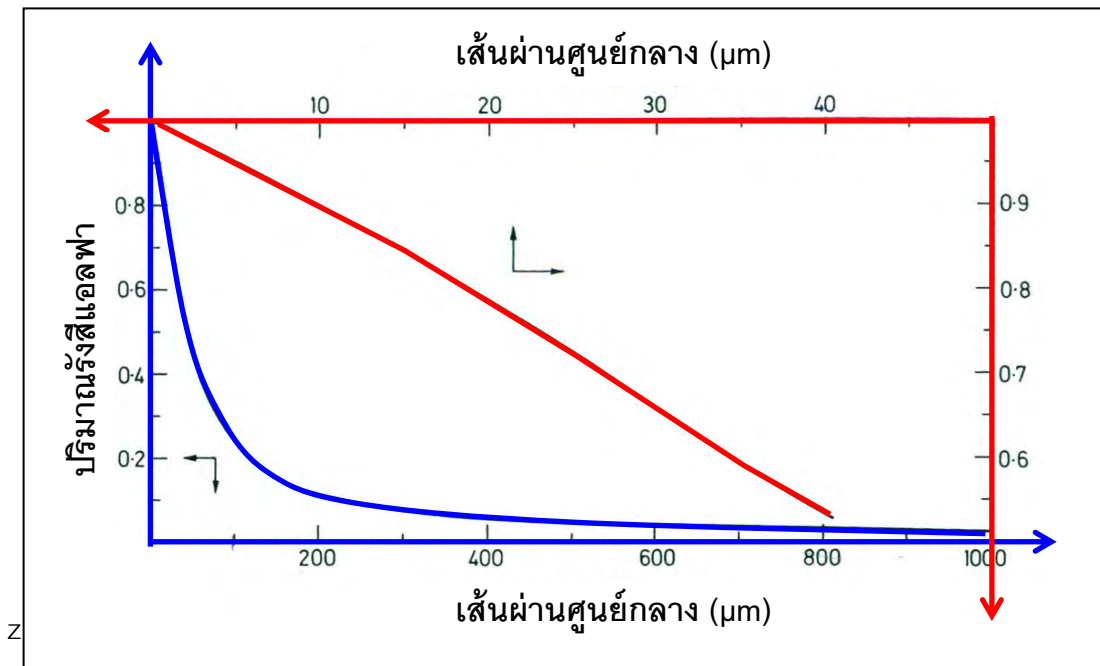
จากค่า AD ที่ได้ถึงขั้นตอนนี้ เป็นค่าอัตราการแผ่รังสีต่อปีในทางอุดมคติ หรือเป็นค่าที่ได้ 100% โดยที่ไม่ได้รับผลกระทบซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการลดทอนของสัญญาณแต่อย่างใด แต่ในทางปฏิบัติสาเหตุของการลดทอนของอัตราการแผ่รังสีนั้นมีอยู่หลายปัจจัยด้วยกัน เช่น การลดทอนของสัญญาณอันเนื่องมาจากขนาดของเม็ดตะกอน และการลดทอนอันเนื่องมาจากปริมาณน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในดินในธรรมชาติ เป็นต้น

เนื่องจากอนุภาคต่างๆ ที่เป็นตัวกระตุ้นอิเล็กทรอนิกส์อน ได้แก่ อนุภาค แอลฟา เบตา แกมมา ซึ่งในแต่ละอนุภาคนั้นมีลักษณะและคุณสมบัติการทะลุทะลวงไม่เท่ากัน ดังรูป 4.8.

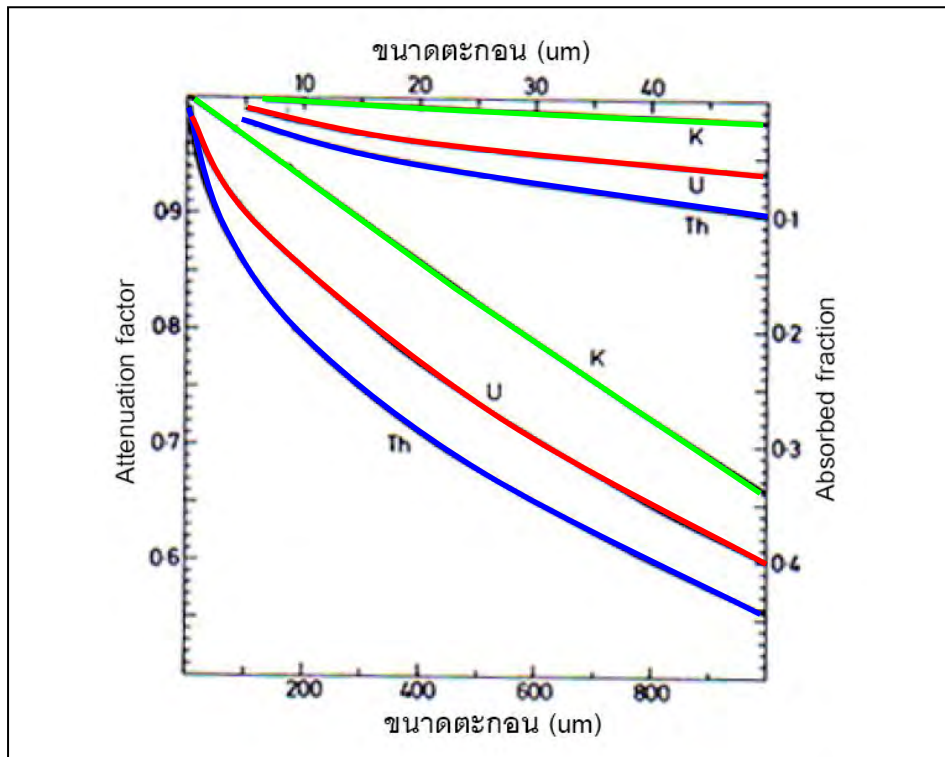
ในกรณีของดิน อนุภาคแกมมามีความสามารถในการทะลุทะลวงได้ถึง 30 เซนติเมตร ส่วนอนุภาคเบตามีความสามารถในการทะลุทะลวงได้ในระยะ 3 เซนติเมตร ในขณะที่อนุภาคแอลฟามีความสามารถในการทะลุทะลวงเพียง 0.3 มิลลิเมตรเท่านั้น ดังนั้นหากพิจารณาเฉพาะสิ่งแวดล้อมในระยะรัศมี 30 เซนติเมตร โดยมีตัวอย่างเป็นจุดศูนย์กลาง อนุภาคแกมมาจะมีประสิทธิภาพการทะลุทะลวงได้ 100% จากที่คำนวณได้ในตอนต้น ในขณะที่อนุภาคเบตาและแอลฟาถูกลดทอนไปตามขนาดของเม็ดตะกอนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้น ซึ่ง Aitken (1985) ได้นำเสนออัตราการลดทอนของอนุภาคเบตาและแอลฟาที่สัมพันธ์กับขนาดของเม็ดตะกอนไว้ดังรูป 4.9. และ 4.10.



รูป 4.8. ประสิทธิภาพการทะลุทะลวงที่แตกต่างกันของอนุภาคแอลฟา เบตาและแกมมา (Aitken, 1985)

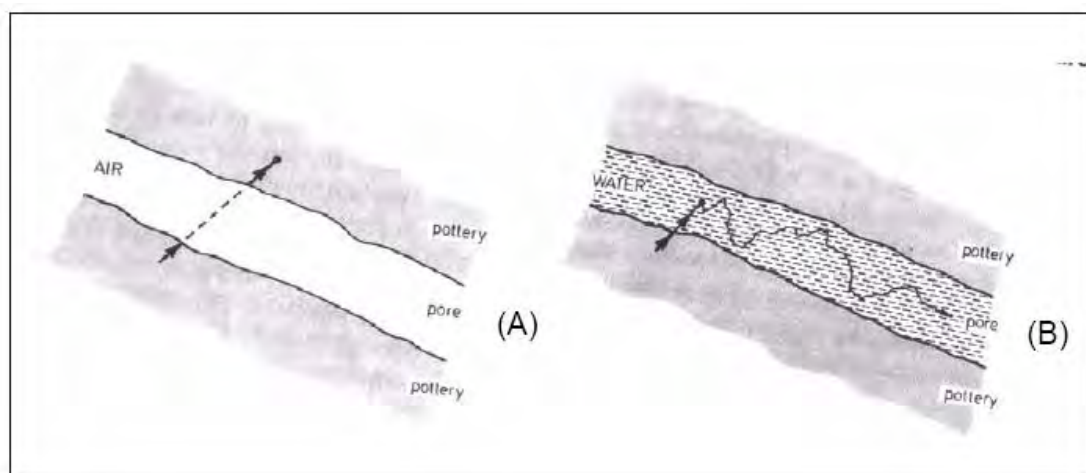


รูป 4.9. อัตราการลดทอนความสามารถในการทะลวงของอนุภาคแอลฟา (K) ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของเม็ดตะกอน (Aitken, 1985)



รูป 4.10. อัตราการลดทอนความสามารถในการทะลวงของอนุภาคเบตา (B) ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของเม็ดตะกอน (Aitken, 1985)

นอกจากการลดทอนความสามารถในการกระตุ้นอันเนื่องมาจากสาเหตุของขนาดตะกอนแล้ว ยังมีปัจจัยที่สำคัญอีกอย่าง คือ ความชื้นหรือปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่างดินในธรรมชาติ ซึ่งมีประสิทธิภาพการลดทอนที่แตกต่างกันในแต่ละอนุภาค (แอลฟา 50%, เบตา 25% และแกมมา 14 %) เช่นเดียวกัน (ดูรูป 4.11.)



รูป 4.11. (ก) ประสิทธิภาพการทะลุทะลวงของอนุภาคเมื่อไม่ผ่านตัวกลางที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ (ข) การลดทอนความสามารถในการทะลุทะลวงของอนุภาคกัมมันตภาพรังสีจากสาเหตุความชื้นในตัวอย่าง (Aitken, 1985)

ดังนั้น สมการอย่างง่ายของการคำนวณอัตราการแผ่รังสีต่อปี (หน่วย mGy) สามารถแสดงได้ ดังนี้

$$D_{\text{แอลฟา}} = K(2.783U+0.783 \text{ Th}) / (1+1.50W),$$

$$D_{\text{เบตา}} = B(0.1462U+0.0286\text{Th}+0.8303K) / (1+1.25W),$$

$$D_{\text{แกมมา}} = (0.1148U+0.0514\text{Th}+0.2492K) / (1+1.14W), \text{ และ}$$

$$D_{\text{คอสมิก}} = \text{กำหนดให้เป็นค่าประมาณคงที่ เท่ากับ } 0.15$$

กำหนดให้

K และ B ขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดตะกอน (ดูรูป 2.14 และ 2.15 ประกอบ)

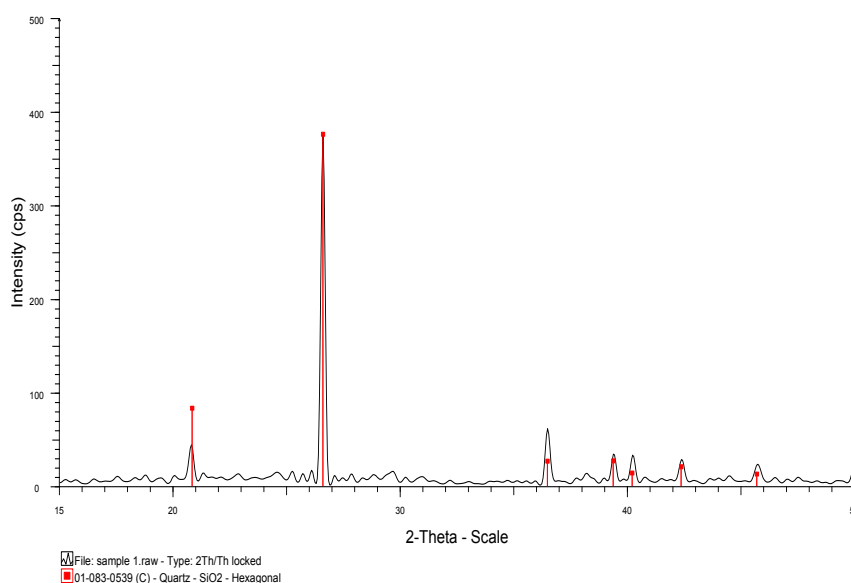
W คือ ปริมาณน้ำหรือความชื้นคิดเป็นร้อยละที่อยู่ในช่องว่างของตะกอนดิน

4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน

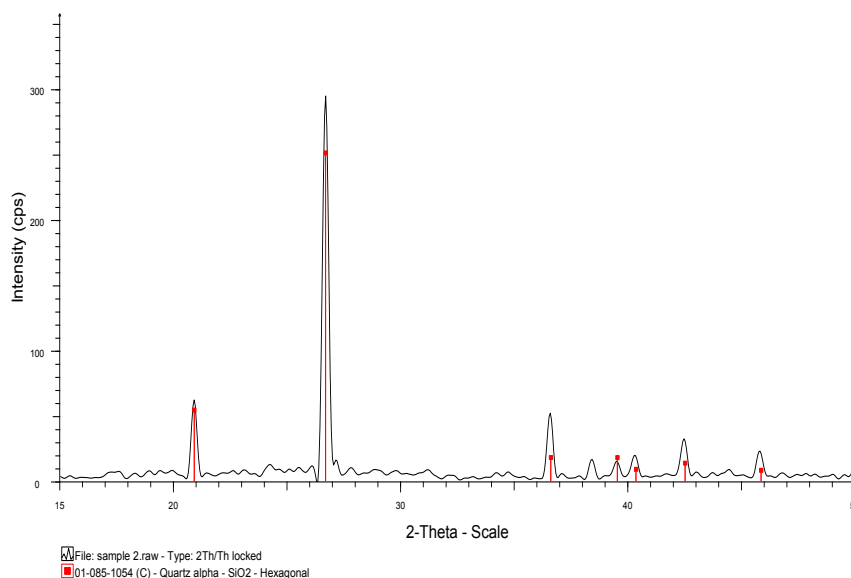
(Thermoluminescence, TL)

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ธรณีเคมีด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer

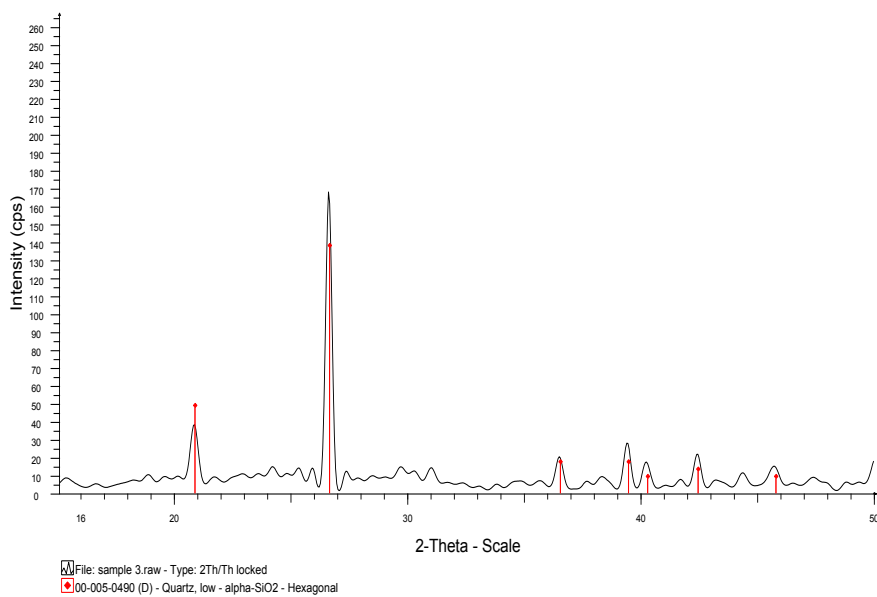
การวิเคราะห์ผลธรณีเคมีด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer (XRD) เป็นขั้นตอนก่อนทำการคำนวณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่าง (Equivalent dose) โดยจะนำตัวอย่างตะกอนที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างมาวิเคราะห์หาชนิดของแร่ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังกราฟ ต่อไปนี้



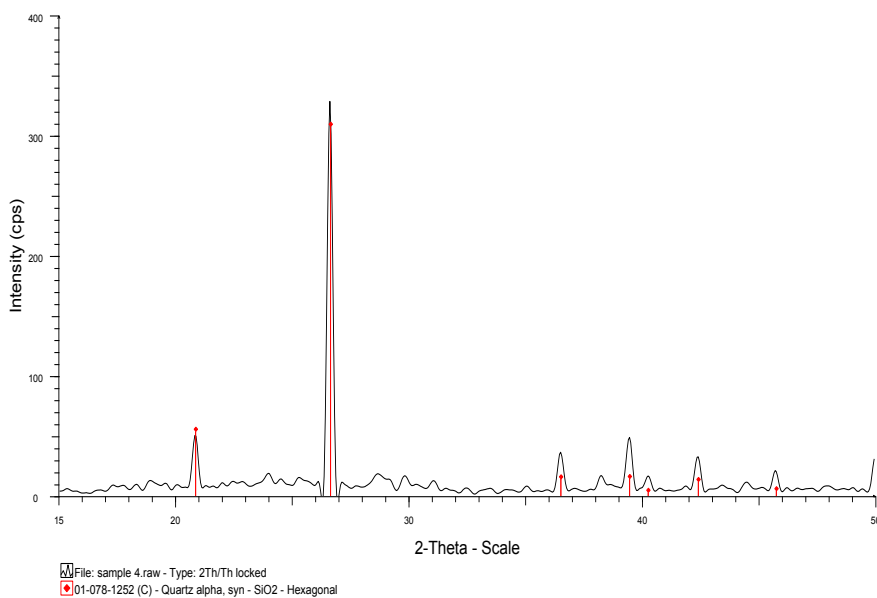
รูป 4.12. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF1



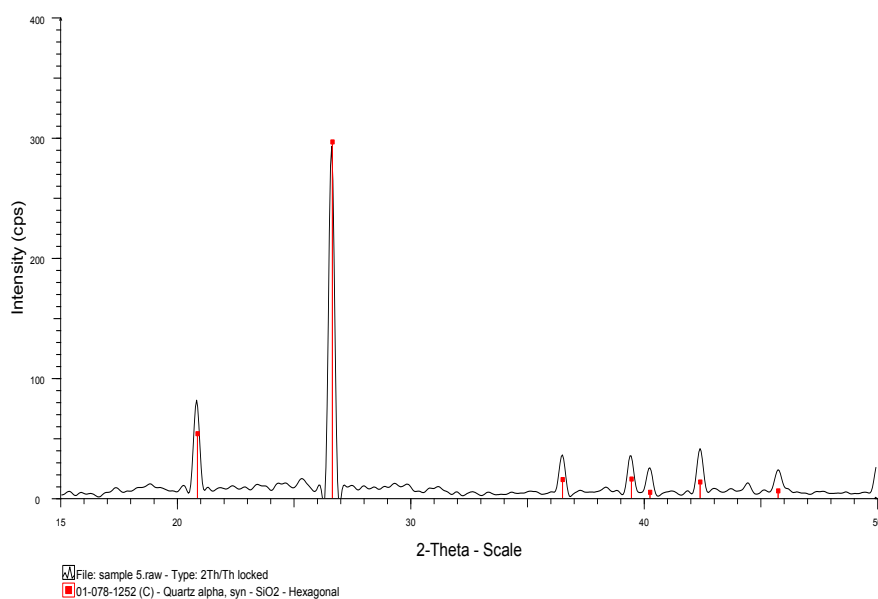
รูป 4.13. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF2



รูป 4.14. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF3



รูป 4.15. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF4

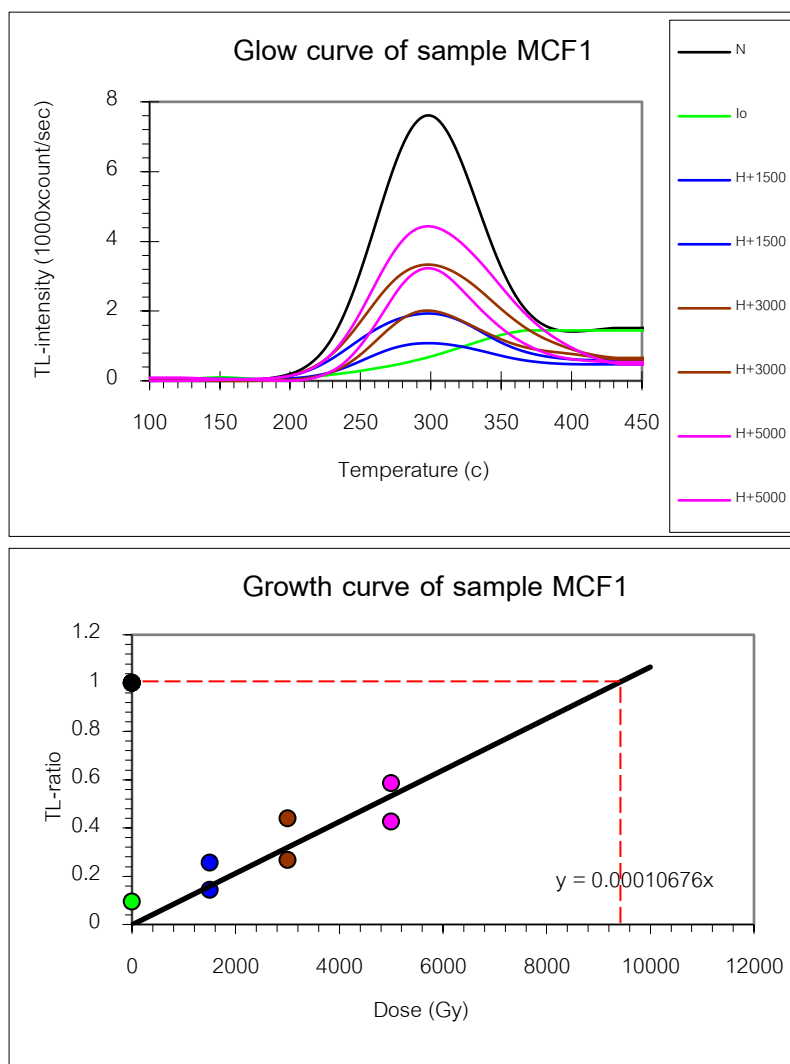


รูป 4.16. กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของแร่โดยเครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Diffractometer ของตัวอย่างตะกอน MCF5

ผลการวิเคราะห์แร่เคมีด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer (XRD) พบว่าตัวอย่างตะกอนที่นำมาทำการวิเคราะห์ทั้ง 5 ตัวอย่าง มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น แร่ควอตซ์ หรือตัวอย่างควอตซ์บริสุทธิ์ ซึ่งตรงกับคุณสมบัติที่สามารถนำไปวัดค่าปริมาณรังสีหรือค่าปริมาณอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่ในตัวอย่างในขั้นตอนต่อไปได้

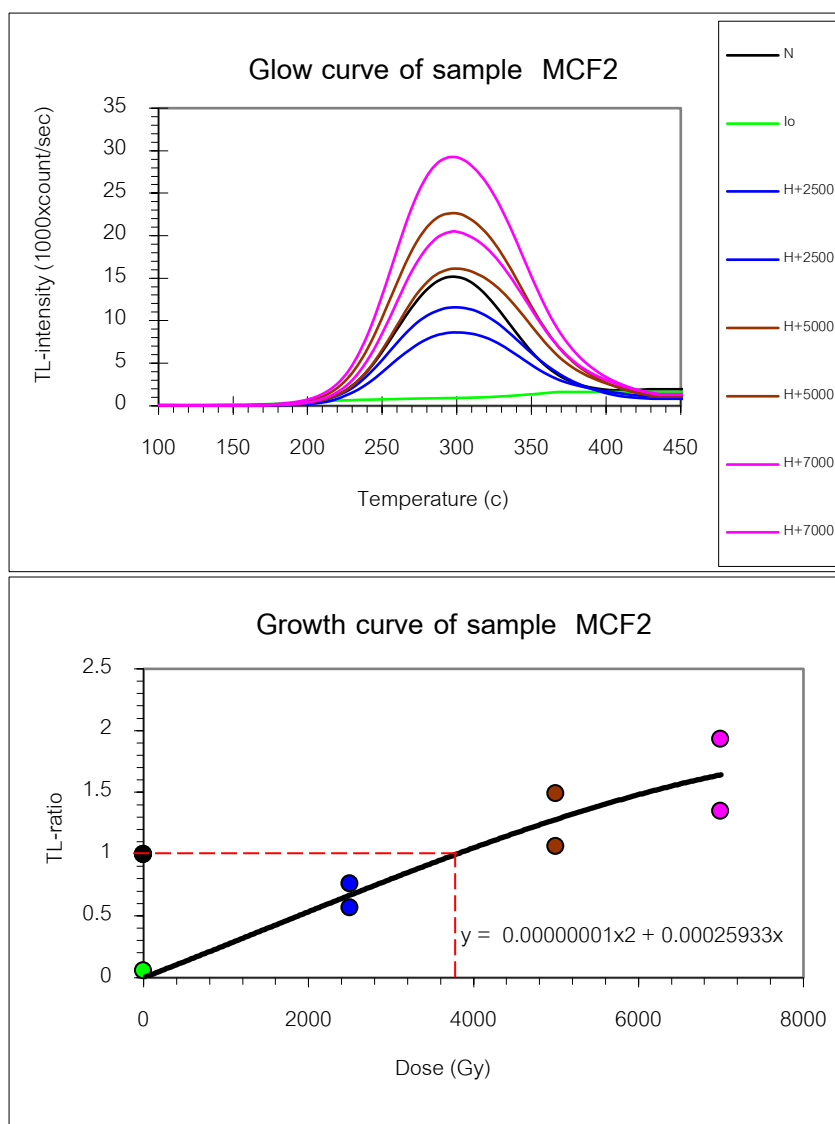
4.2.2 ผลการคำนวณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่าง (Equivalent dose)

ในการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีนั้น ผลที่ได้จะแสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ของปริมาณอิเล็กตรอนที่มีอยู่ในตัวอย่าง (หน่วย count/sec) ในแต่ละระดับอุณหภูมิ หรือที่เรียกว่า Glow curve และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าปริมาณอิเล็กตรอน (หน่วย count/sec) ที่มีอยู่ในตัวอย่างและปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่ทราบค่า (Gy) หรือที่เรียกว่า Growth curve ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างตะกอนทั้ง 5 ตัวอย่าง สามารถแสดงด้วยกราฟดังต่อไปนี้

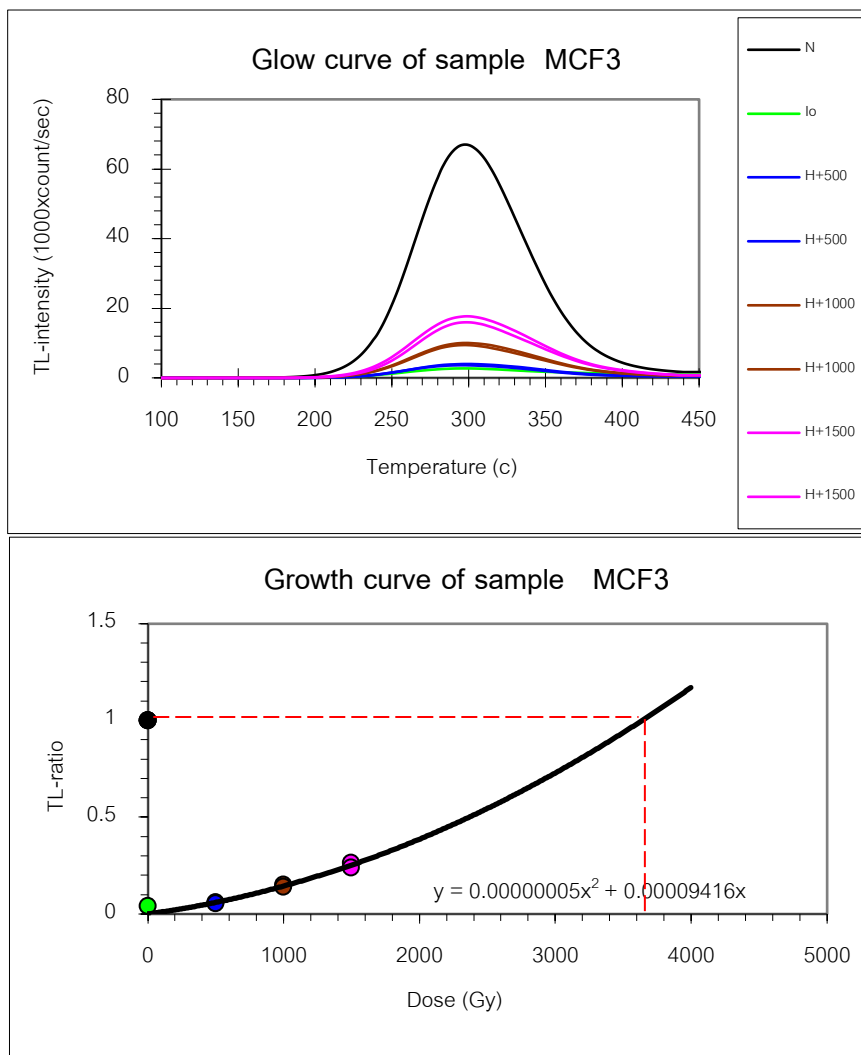


รูป 4.17. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF1

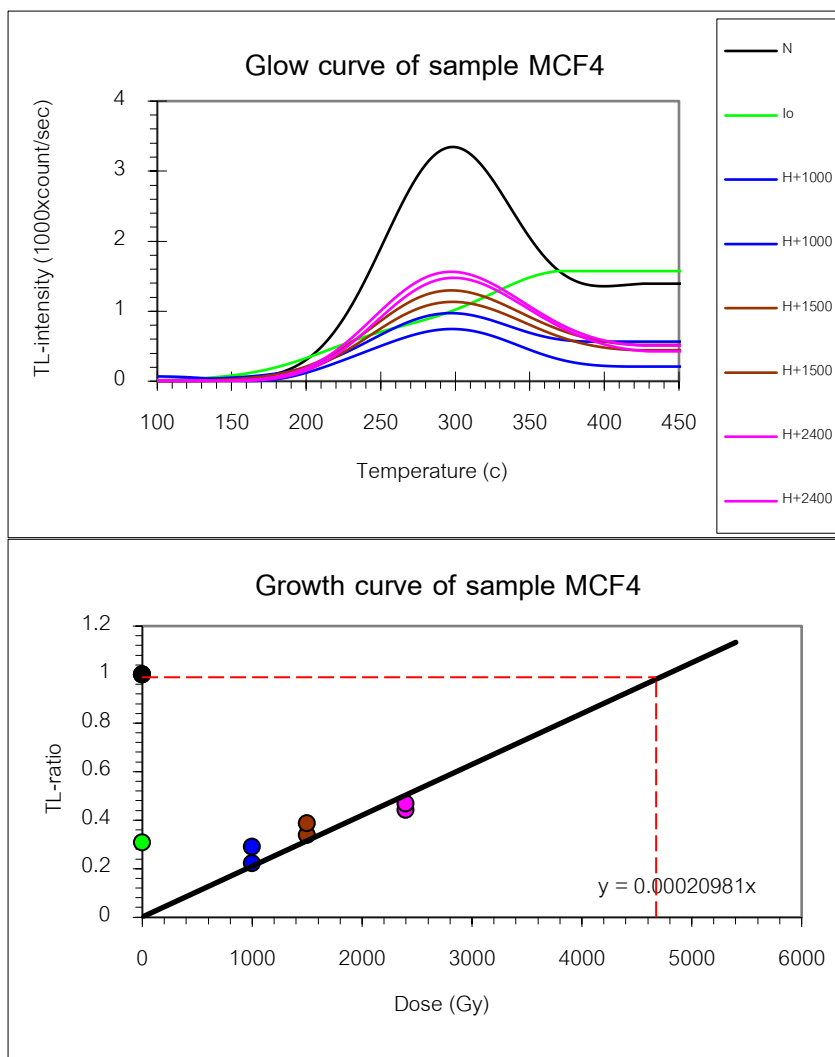
จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 9400 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 20 Gy และตัวอย่างอาบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 1500 Gy, 3000 Gy และ 5000 Gy



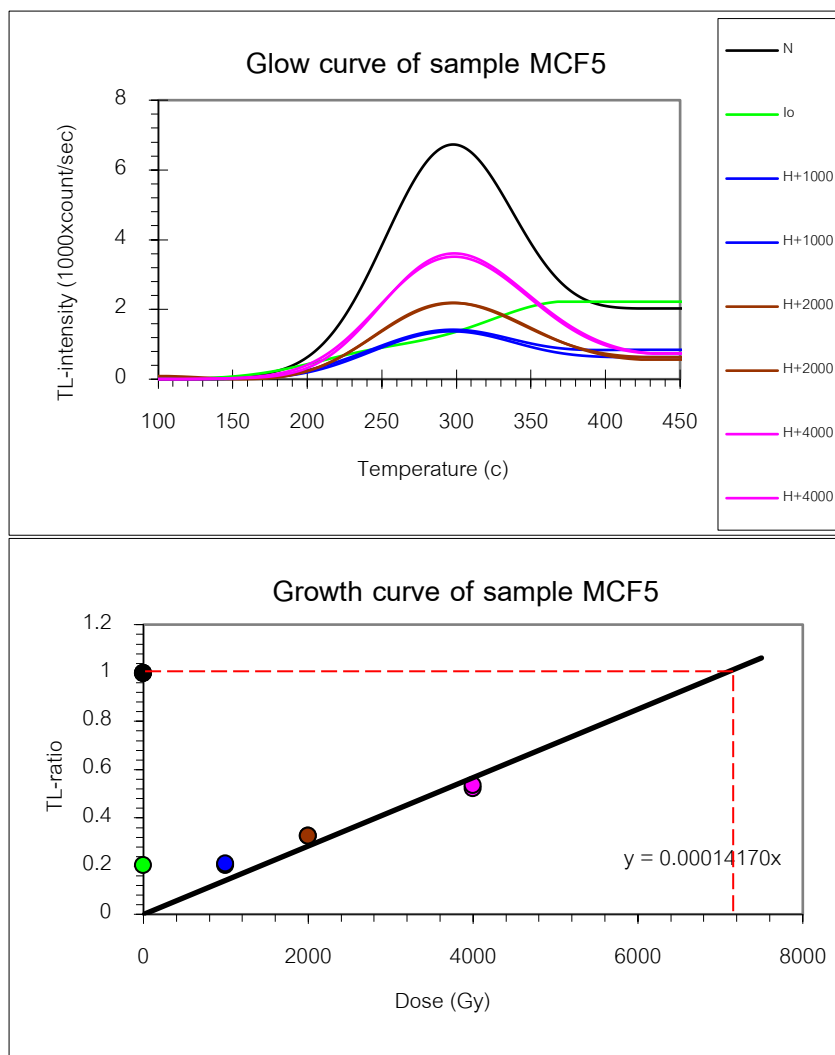
รูป 4.18. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF2
 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 3800 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 0 Gy และตัวอย่างอบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 2500 Gy, 5000 Gy และ 7000 Gy



รูป 4.19. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF3 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 3650 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) = 0 Gy และตัวอย่างอบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 500 Gy, 1000 Gy และ 1500 Gy



รูป 4.20. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF4
 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 4700 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) =
 1500 Gy และตัวอย่างอาบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 1000 Gy, 1500 Gy
 และ 2400 Gy

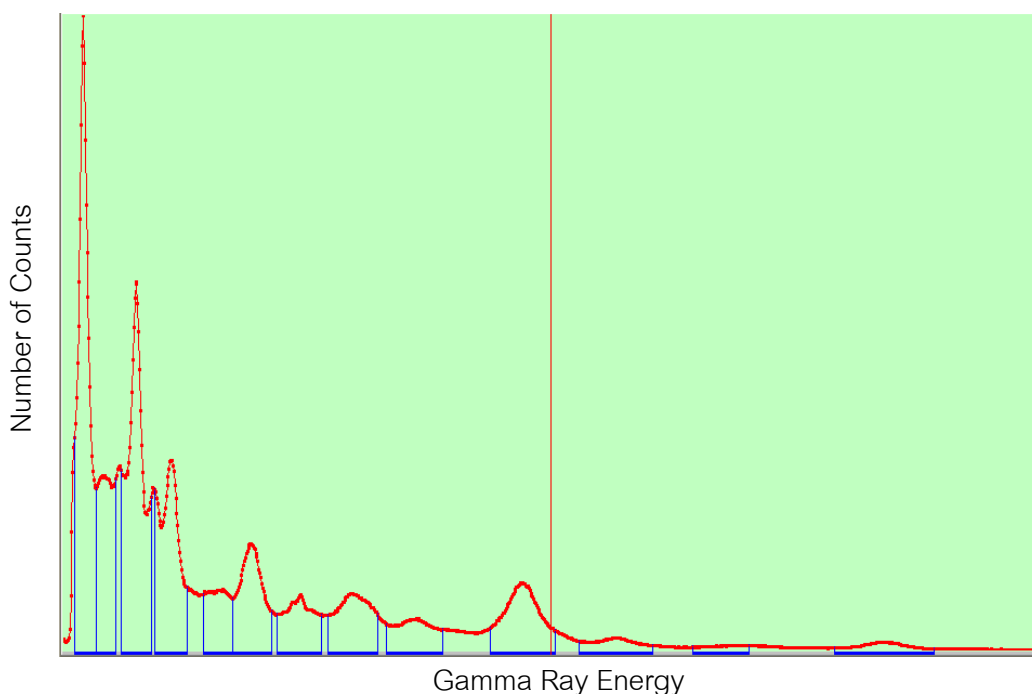


รูป 4.21. (ก) Glow curve และ (ข) Growth curve ของตะกอนตัวอย่าง MCF5
 จากกราฟแสดงค่า Natural(เส้น/จุดสีดำ) = 7200 Gy , Residue(เส้น/จุดสีเขียว) =
 1000 Gy และตัวอย่างอาบรังสีที่ทราบค่าแล้วในหน่วย Gy คือ 1000 Gy, 2000 Gy
 และ 4000 Gy

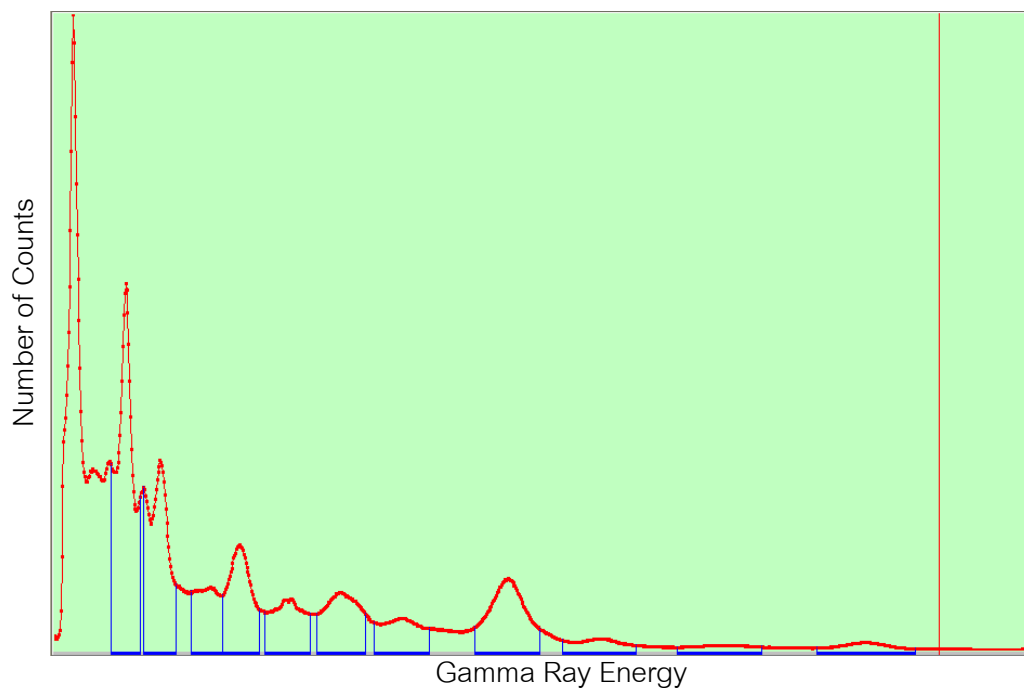
4.2.3 การคำนวณอัตราการแผ่รังสีต่อปี (Annual dose)

การคำนวณอัตราการแผ่รังสีต่อปี จะวัดได้จากค่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุกัมมันตรังสี ได้แก่ ยูเรเนียม(U), ทอเรียม(Th) และโปแตสเซียม(K) ที่มีอยู่ในบริเวณรอบข้าง ซึ่งผลการวิเคราะห์ ปริมาณความเข้มข้นของธาตุกัมมันตรังสีในตัวอย่างตะกอนทั้ง 5 ตัวอย่าง สามารถแสดงด้วยกราฟ (ดังรูป 4.22.-4.26.)

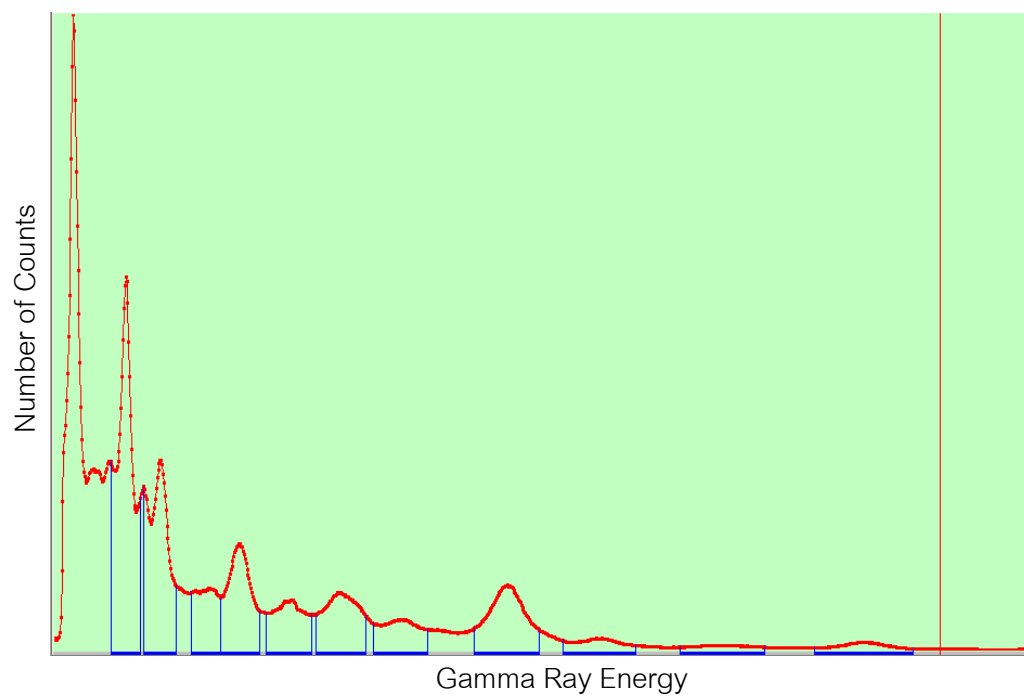
โดยที่ผลลัพธ์ที่ได้จากกราฟของธาตุยูเรเนียมและทอเรียมมีหน่วยความเข้มข้นเป็น ppm ส่วนธาตุโปแตสเซียมมีหน่วยความเข้มข้นเป็น % จากนั้น จึงทำการแปลงค่าที่ได้จากการวัดเป็น หน่วยที่เราต้องการ คือ Gy ในต่อไป



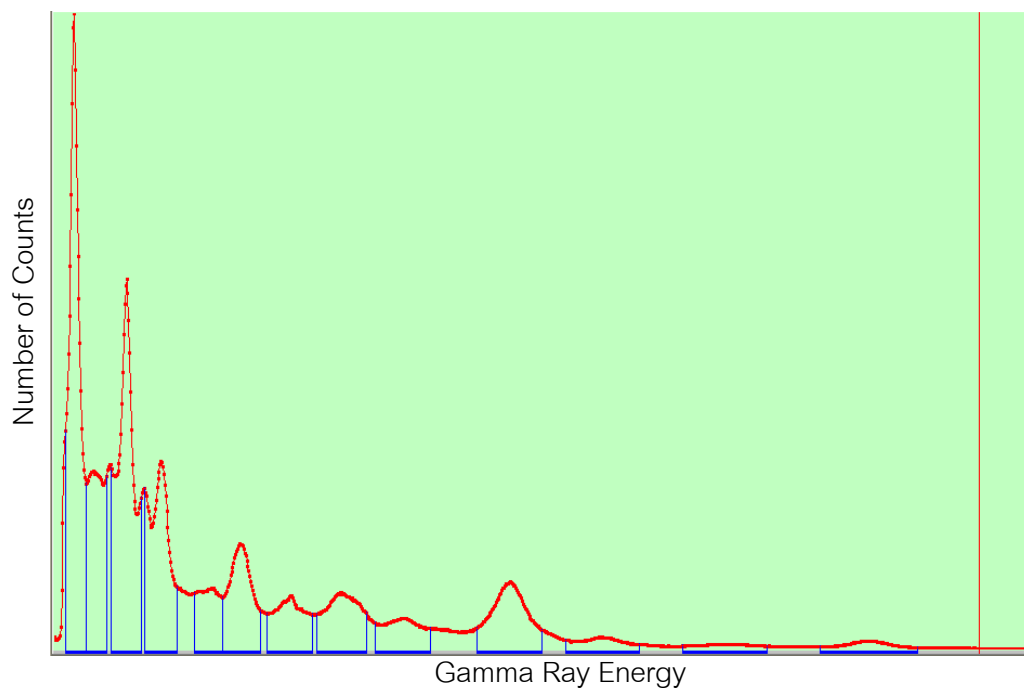
รูป 4.22. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF1 จากเครื่อง Gamma Spectrometry



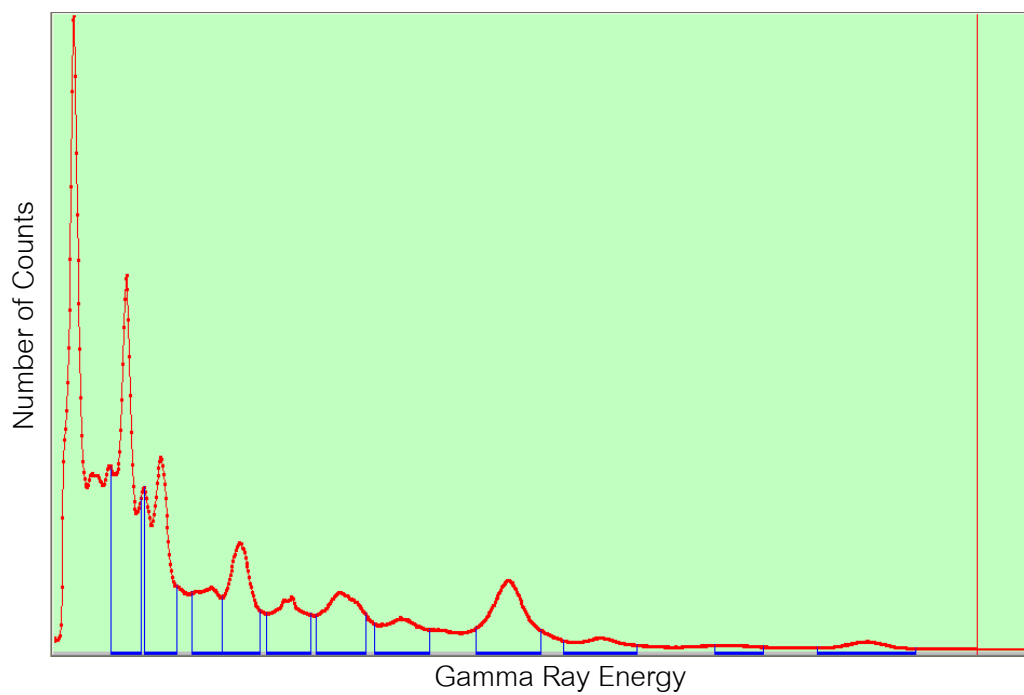
รูป 4.23. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF2 จากเครื่อง Gamma Spectrometry



รูป 4.24. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF3 จากเครื่อง Gamma Spectrometry



รูป 4.25. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF4 จากเครื่อง Gamma Spectrometry



รูป 4.26. ผลจากการวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสี U, Th และ K ของตะกอนตัวอย่าง MCF5 จากเครื่อง Gamma Spectrometry

4.3 ผลการหาอายุชั้นตะกอนดิน

ผลจากการวิเคราะห์หาอายุด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence, TL) จำนวน 5 ตัวอย่าง พื้นที่สำรวจบริเวณบ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย โดยได้สรุปรวมค่าอายุต่างๆไว้ในตาราง ดังนี้

ตาราง 4.2. ผลการหาอายุของตัวอย่างตะกอนในพื้นที่บริเวณบ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence, TL)

Sample No.	Grain size (μm)	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	W (%)	AD (Gy/ka)	ED (Gy)	Age (Yr)
MC1	120.00	8.19 ± 0.82	50.59 ± 5.06	4.21 ± 0.42	12.80	9.76 ± 0.05	1198.83 ± 371.88	122800 ± 7700
MC2	120.00	6.10 ± 0.61	44.57 ± 4.46	4.28 ± 0.43	13.54	8.92 ± 0.04	448.57 ± 106.80	50300 ± 3900
MC3	120.00	6.89 ± 0.69	50.08 ± 5.01	4.01 ± 0.4	12.61	9.24 ± 0.05	355.16 ± 79.20	38400 ± 3200
MC4	120.00	7.44 ± 0.74	51.44 ± 5.14	4.32 ± 0.43	14.00	9.71 ± 0.05	466.23 ± 91.15	48000 ± 3300
MC5	120.00	14.30 ± 1.43	102.09 ± 10.21	12.26 ± 1.23	14.11	22.68 ± 0.29	792.81 ± 224.68	34900 ± 2300

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล (Conclusion)

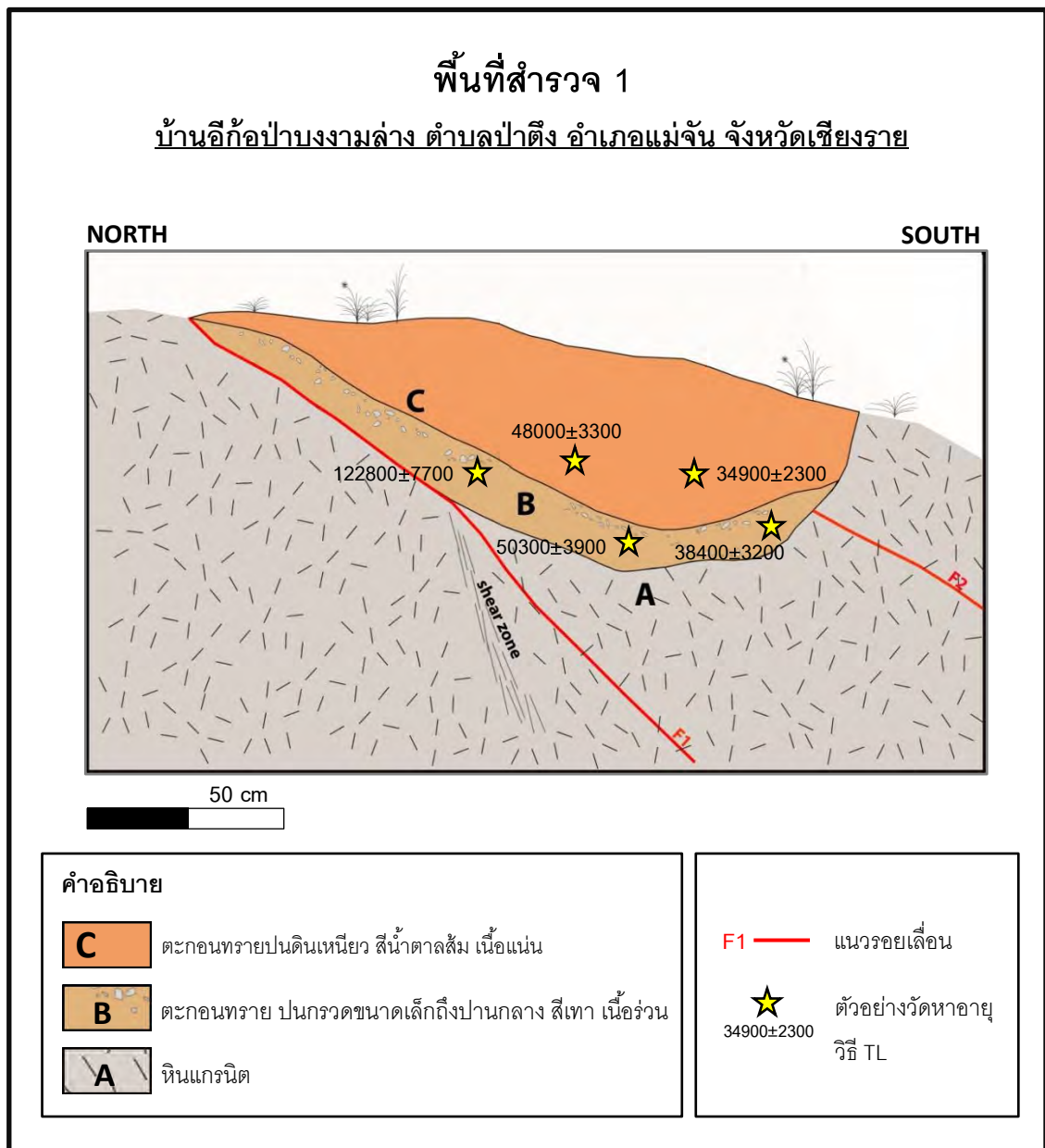
ผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. ในการแปลความหมายข้อมูลโทรสัมผัส พบลักษณะที่บ่งชี้ว่า บริเวณพื้นที่ศึกษา มีลักษณะธรณีฐานที่บ่งบอกว่าเป็นรอยเลื่อน และโครงสร้างแนวเส้นมีแนวการวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้เป็นหลัก ซึ่งสัมพันธ์กับแนวการวางตัวของรอยเลื่อนแม่จัน
 2. ผลการสำรวจภาคสนามพบลักษณะภูมิประเทศที่บ่งบอกว่าเป็นรอยเลื่อน เช่น ผาสามเหลี่ยม(Triangular facet) และหนองน้ำยุบตัว(Sag pond) เป็นต้น
 3. จากการศึกษาลักษณะของหินโผล่ที่พบทั้ง 6 พื้นที่ศึกษา พบว่า หินโผล่ส่วนใหญ่พบรอยแตกที่มีขนาดยาวตัดผ่านอยู่เกือบทุกพื้นที่
 4. ผลการศึกษาพื้นที่บริเวณบ้านอีก่อป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย พบลักษณะการเลื่อนตัวของหินแกรนิตและชั้นตะกอน และผลจากการกำหนดทำให้ทราบอายุของชั้นตะกอนแต่ละชั้น (ดังรูป 5.1.) ผลการกำหนดอายุมีความสอดคล้องกันตามการลำดับของชั้นตะกอน ยกเว้น ตัวอย่างตะกอนบริเวณจุด MCF1 ที่มีอายุมากเกินความเป็นจริง เนื่องจากบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นเนินเขา ดังนั้นตะกอนที่ได้ อาจเกิดการถล่ม จึงทำให้ค่าอายุตัวอย่างตะกอน MCF1 คลาดเคลื่อน ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้แปลความหมายได้ แต่จากข้อมูลการสะสมตัวของตะกอนบริเวณจุด MCF2, MCF3, MCF4 และ MCF5 ที่ได้ เบื้องต้นก็ทำให้บ่งชี้ได้ว่า พื้นที่ศึกษามีบริเวณบ้านอีก่อป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย เคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวทำให้เกิดการเลื่อนตัวอย่างน้อยเมื่อประมาณ 34900 ปีที่ผ่านมา ซึ่งจากการจัดจำแนกชนิดของรอยเลื่อน (Keller และ Pinter, 1996) ดังตาราง 5.1. สามารถจำแนกได้ว่า รอยเลื่อนที่มีอายุน้อยกว่า 10,000 ปี จัดให้เป็นรอยเลื่อนมีพลัง (Active fault), รอยเลื่อนที่มีอายุ 10,000 – 1,650,000 ปี จัดให้เป็นรอยเลื่อนมีศักยภาพที่จะให้พลัง(Potentially active fault) และรอยเลื่อนที่มีอายุมากกว่า 1,650,000 ปี จัดให้เป็นรอยเลื่อนไม่มีพลัง(Inactive fault)
- ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า รอยเลื่อนบริเวณบ้านอีก่อป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงรายนี้ เป็นรอยเลื่อนแบบมีศักยภาพที่จะให้พลัง(Potentially active fault)

ตาราง 5.1. ตารางจัดจำแนกชนิดรอยเลื่อน (Keller และ Pinter, 1996)

TERMINOLOGY RELATED TO DEGREE OF FAULT ACTIVITY.					
Geologic Age			Years Before Present	Fault Activity	
Era	Period	Epoch			
Cenozoic	Quaternary	Historic (Calif.)	200	Active	Potentially active
		Holocene	10,000		
	Tertiary	Pleistocene	1,650,000	Inactive	
		Pre-Pleistocene	65,000,000		
Pre-Cenozoic time			4,500,000,000		
Age of the earth					

(After California State Mining and Geology Board Classification, 1973.)



รูป 5.1. แสดงผนังพื้นที่สำรวจ และผลการกำหนดอายุของชั้นตะกอนแต่ละชั้นบริเวณบ้านอีโก้ป่าบางงามล่าง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

เอกสารอ้างอิง

สถิติข้อมูลแผ่นดินไหวที่มีผลกระทบต่อไทย (ออนไลน์). (2554). สืบค้นจาก : www.tmd.go.th;

สำนักเฝ้าระวังแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา (6 กรกฎาคม 2556)

รอยเลื่อนแม่จัน จ.เชียงราย (ออนไลน์). (2554). สืบค้นจาก : www.geothai.net

(6 กรกฎาคม 2556)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552).

โครงการศึกษาคาบอุบัติซ้ำในพื้นที่ที่แสดงรอยการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนมีพลังใน
จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และพะเยา (กลุ่มรอยเลื่อนแม่จัน และกลุ่มรอยเลื่อน
พะเยา), รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมทรัพยากรธรณี กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

Kosuwan, S., Saithong, P., Lumjuan, A., Takashima, I. and Charusiri, P. (2000).

Preliminary Results of Paleoseismic Studies on the Mae Ai Segment of the Mae Chan Fault Zone, Chiang Mai, Northern Thailand. Technical Meeting on Exodynamic Geohazards in East and Southeast Asia. October 2000.p.19-27.

Fenton, C.H., Charusiri, P. and Wood S.H.(2003). Recent paleoseismic investigations in Northern and Western Thailand. ANNALS OF GEOPHYSICS, VOL. 46, N. 5, October 2003. p. 957-981.

Wood, S.H., Singharajwarapan, F.S., Bundarnsin, T. and Rothwell, E. (2004). Mae Sai Basin and Wiang Nong Lom: Radiocarbon Dating and Relation to the Active Strike-Slip Mae Chan Fault, Northern Thailand. International Conference on Applied Geophysics, Chiang Mai, Thailand. 26-27 November 2004. p. 60-69.

Takashima, I., Charusiri, P., Kosuwan, S., and Won-in, K. (1999).

TL-age Dating Results on The Mae Chan Segment of The Mae Chan Fault, Northern Thailand: Constraints for Quaternary Faulting. Journal of geology. 1999. p. 275-286.

<http://th.wikipedia.org> (2 ธันวาคม 2556)

<http://www.dmr.go.th> (2 ธันวาคม 2556)

<http://www.lddservices.org> (3 ธันวาคม 2556)