

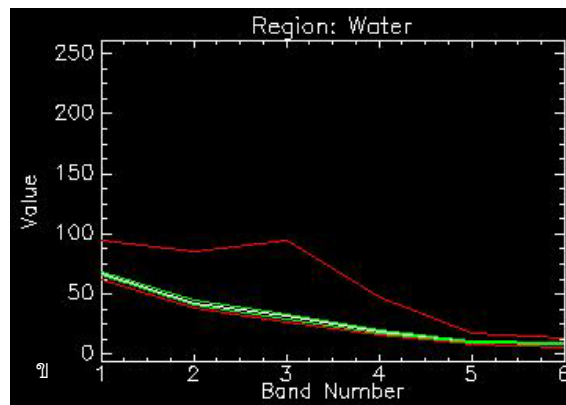
File Statistics Report

File

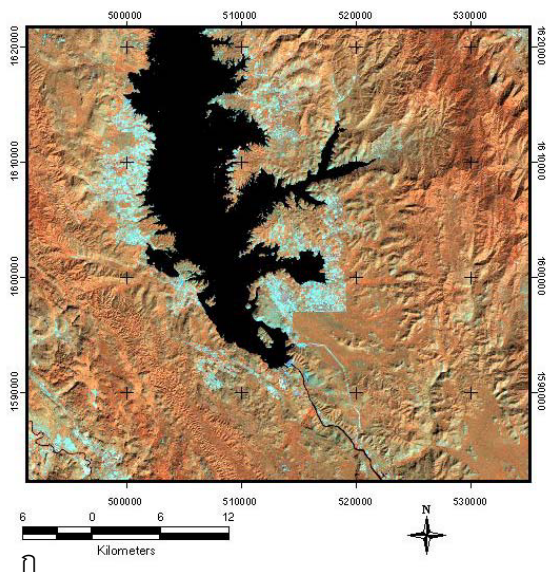
Filename: E:\toodtoo\subset for report
Region: Water

Band	Min	Max	Mean	Stdev
1	62	95	67.347925	1.705161
2	38	85	42.607743	1.849287
3	27	95	31.603733	1.762254
4	16	47	18.706371	1.390024
5	8	18	10.515811	0.778317
6	6	14	9.206633	0.865517

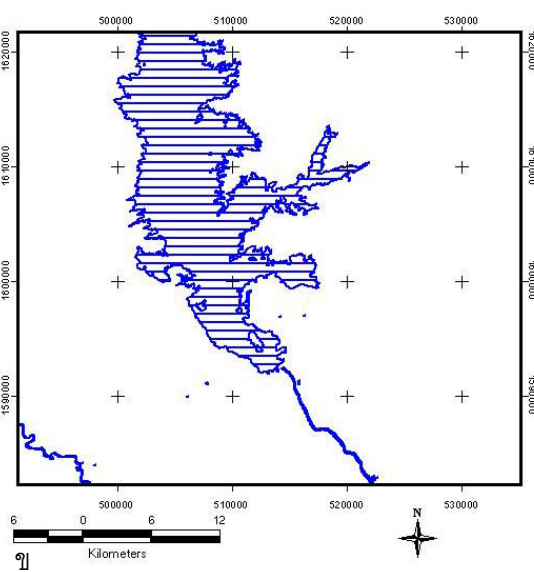
ก



รูป 6.14 ค่าการสะท้อนสัญญาณของแหล่งน้ำ



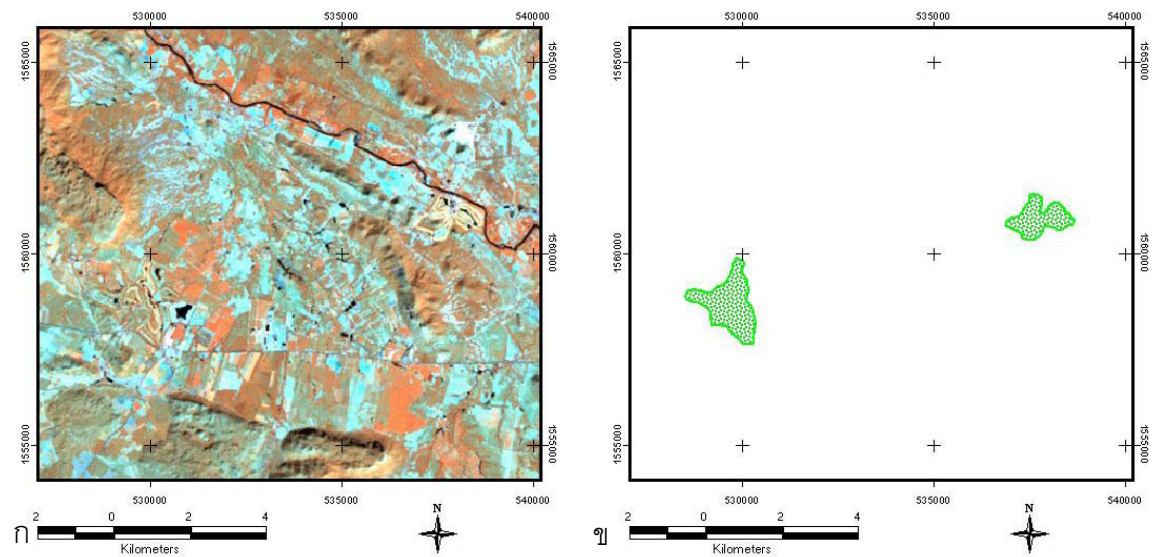
ก



ข

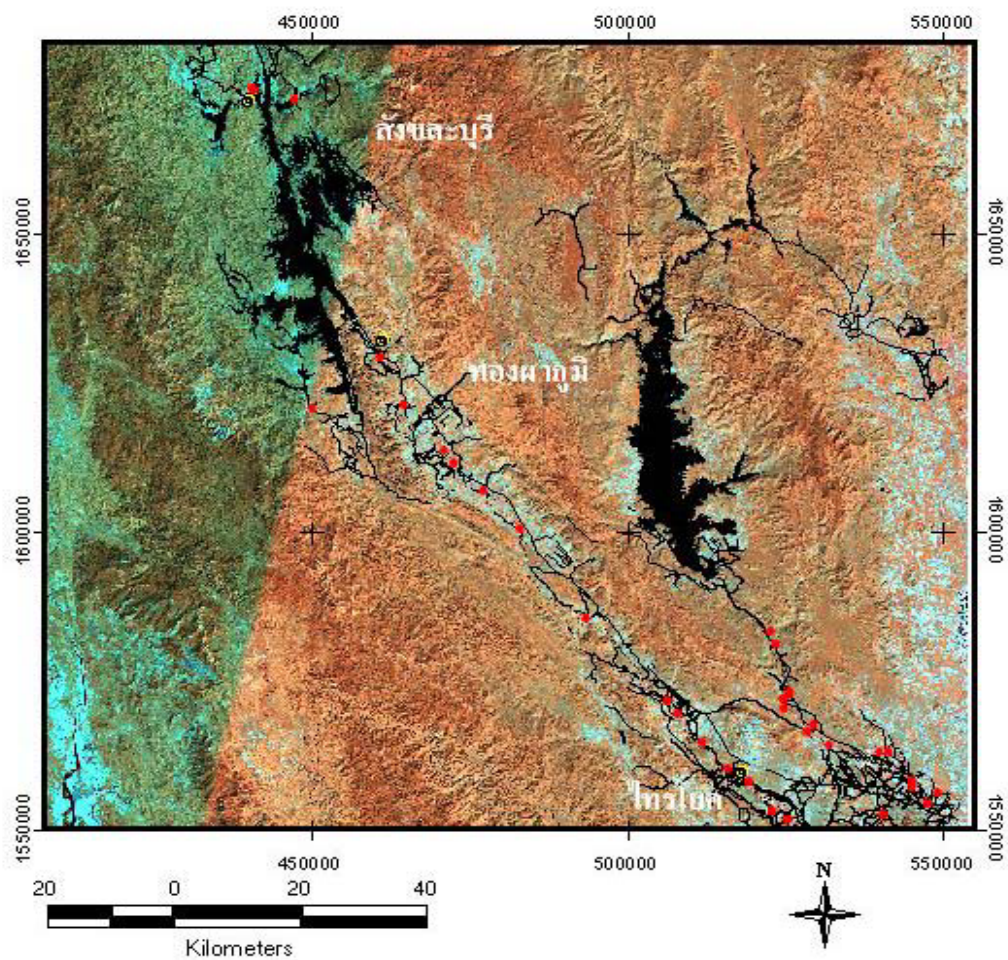
รูป 6.15 พื้นที่แหล่งน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์

ก) ลักษณะข้อมูลภาพจากดาวเทียม และ ข) ผลการแปลความหมาย

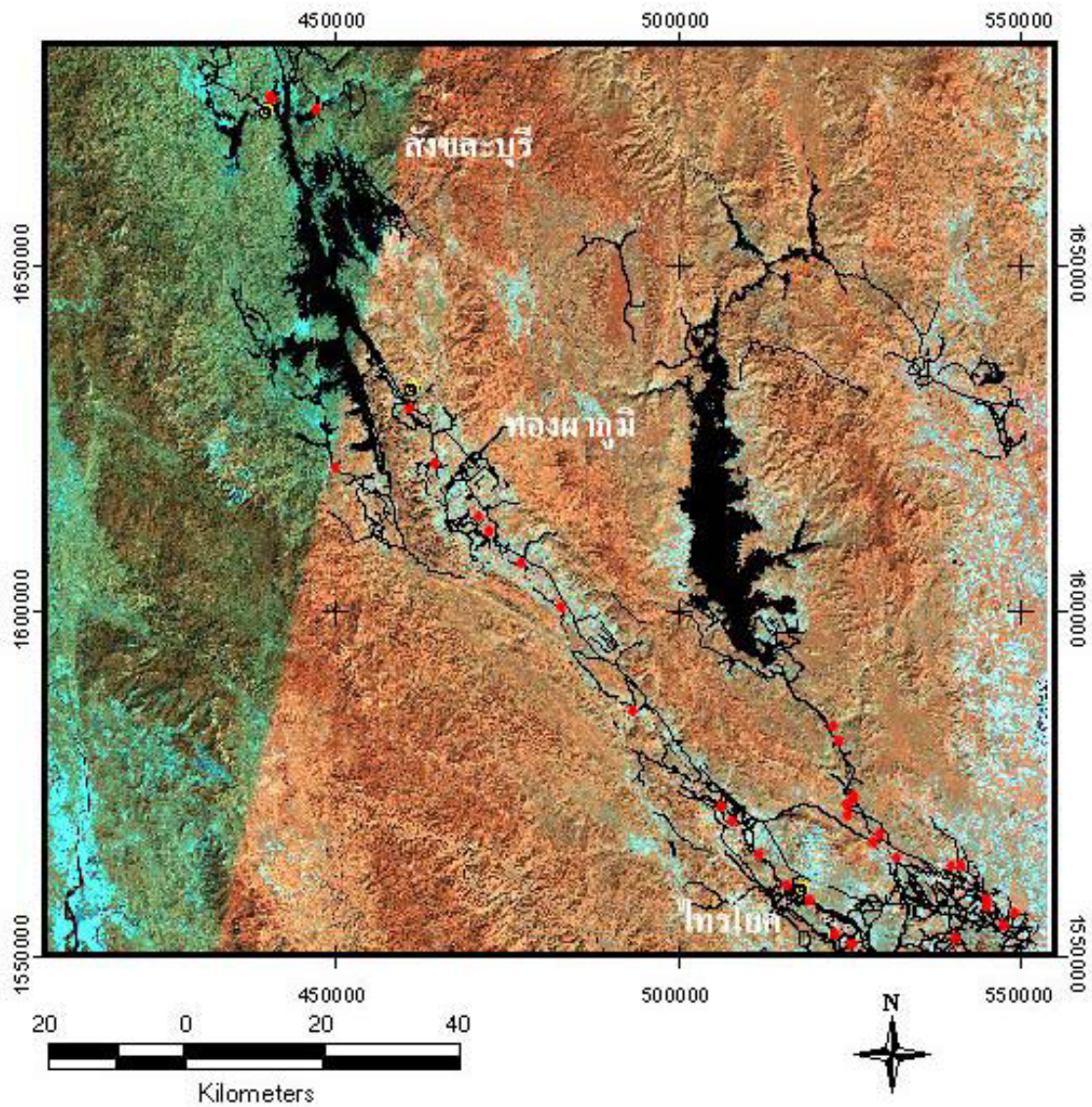


รูป 6.16 พื้นที่สนามกอล์ฟในบริเวณบ้านลาดหญ้า

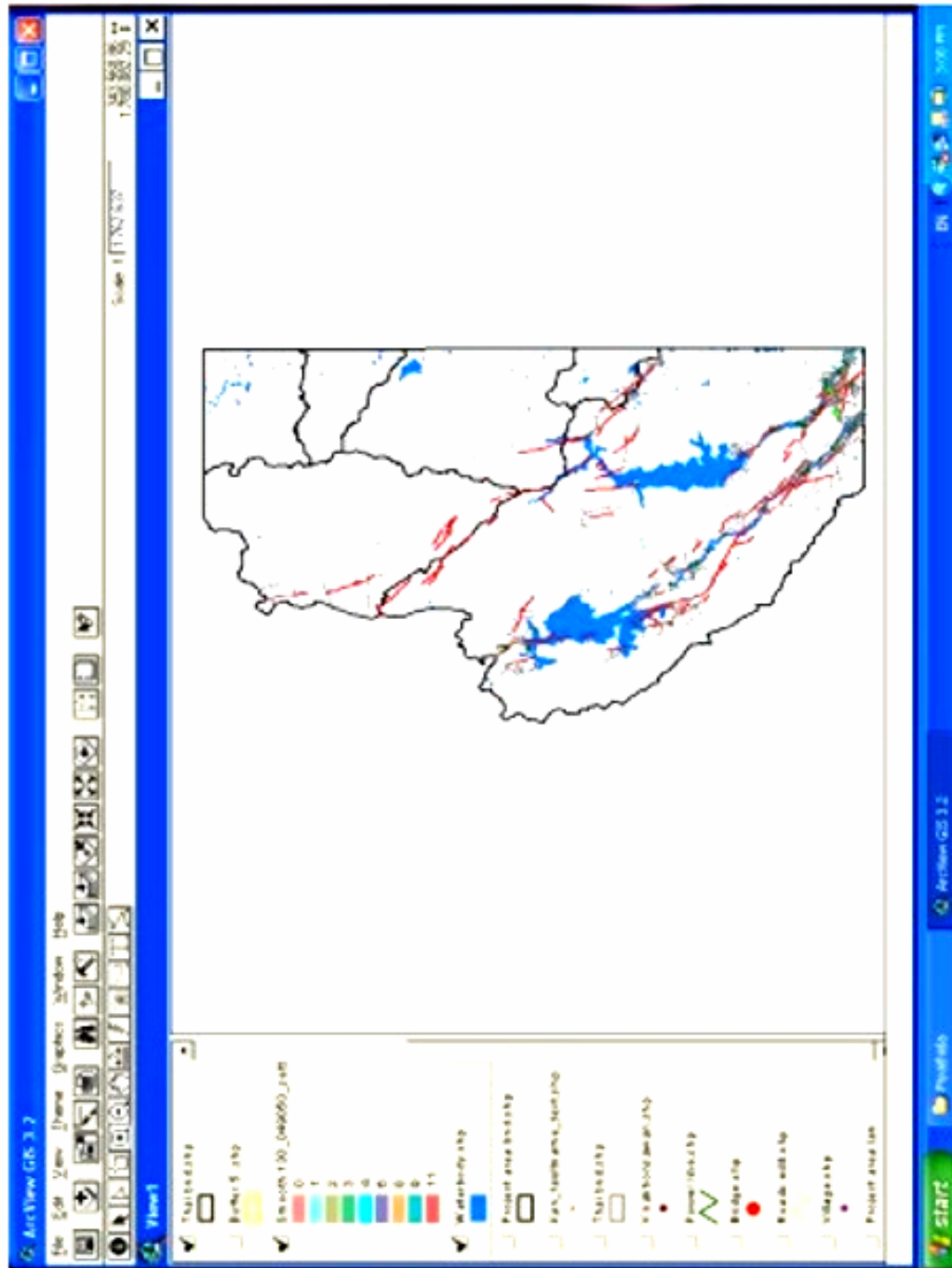
ก) ลักษณะข้อมูลภาพจากดาวเทียม ข) ผลการแปลความหมาย เส้นสีดำคือแม่น้ำ



รูป 6.17 เส้นโครงข่ายถนน (เส้นสีดำ) ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งที่แสดงถึงความหนาแน่นของประชากร และสะพานขนาดใหญ่ (จุดสีแดง) โดยการแปลผลข้อมูลภาพจากดาวเทียม

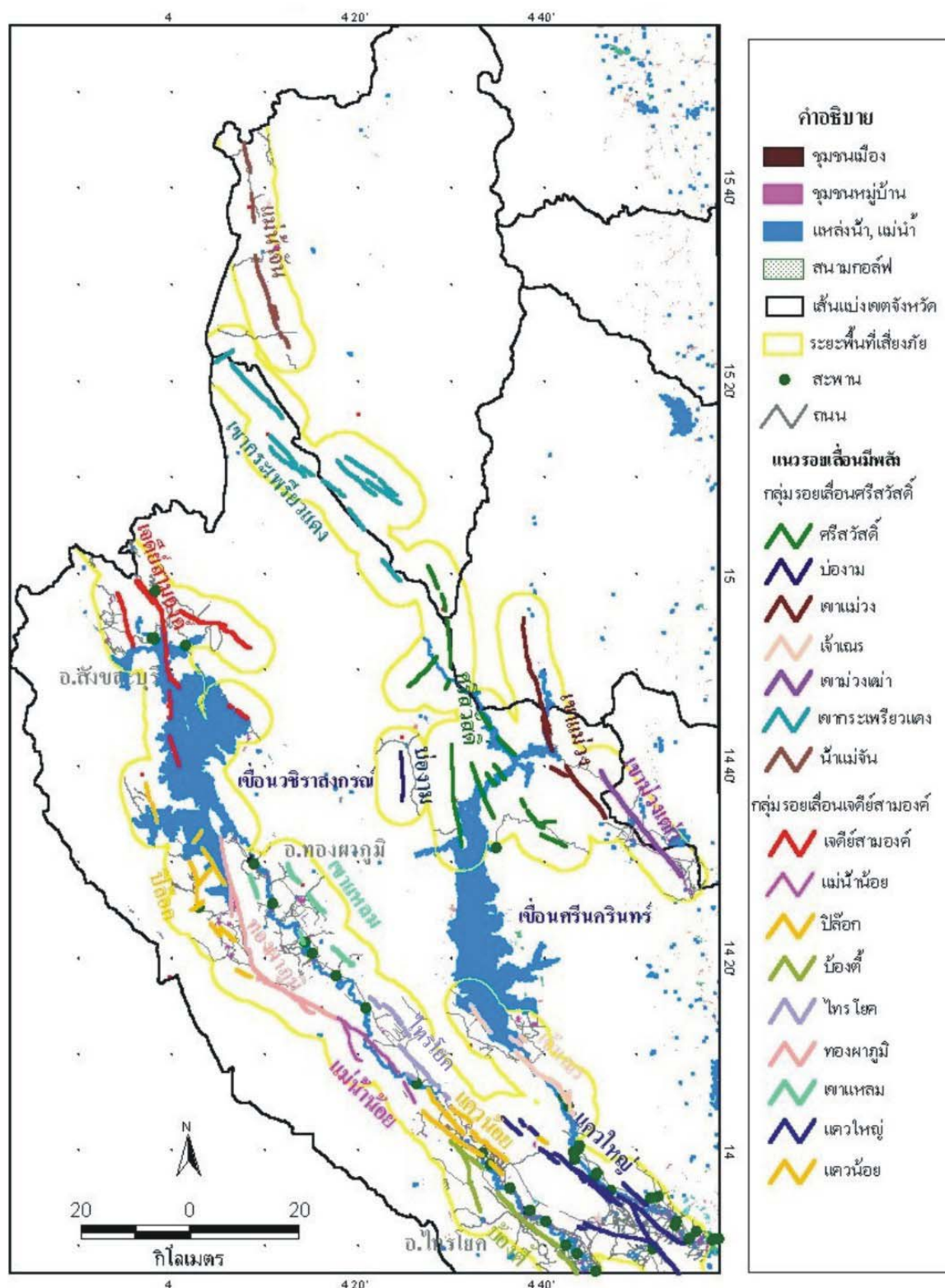


รูป 6.18 เส้นโครงข่ายถนน (เส้นสีดำ) ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งแสดงถึงความหนาแน่นของประชากร และสะพานขนาดใหญ่(จุดสีแดง) โดยการแปลผลข้อมูลภาพจากดาวเทียม



รูป 6.19 ตัวอย่างภาพหน้าจอ(monitor)คอมพิวเตอร์แสดงการซ้อนทับผลการแปลความหมายภาพจากดาวเทียมด้วย

โปรแกรม Arc View version 3.2 ในเขตพื้นที่ศึกษา จ.กาญจนบุรี

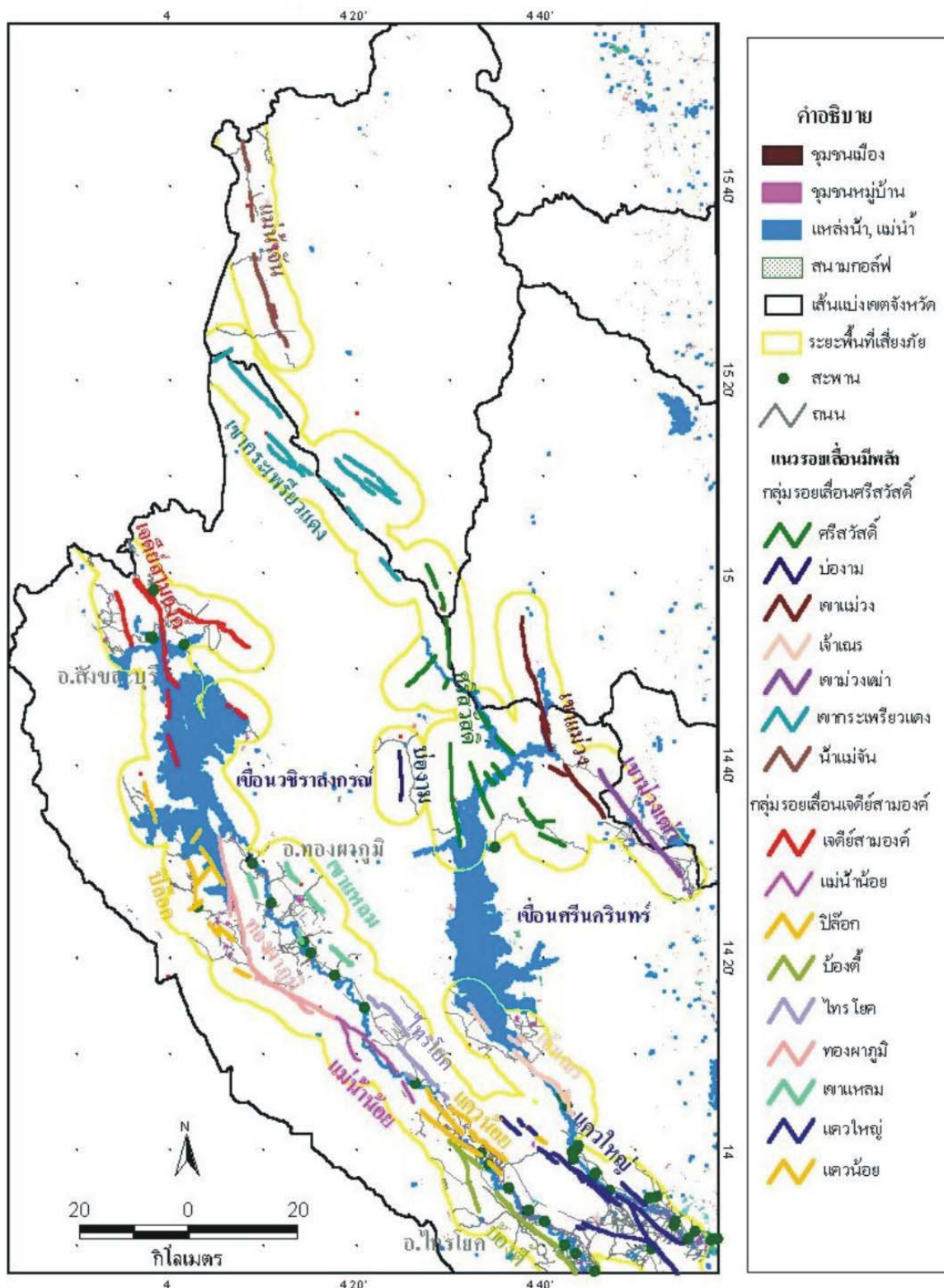


รูป 6.20 แผนที่แสดงแนวพื้นที่เสี่ยง (risk area) จากการเคลื่อนตัวในแนว 5 กิโลเมตรจากทั้งสองข้างของแนวรอยเลื่อนที่ได้จากการประมวลผลด้วยข้อมูล GIS

6.7 สรุปผลการทำแผนที่

จากการแปลความหมายข้อมูลทางธรณีวิทยา จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ภาพสี ผสมเท็จ (ช่วงคลื่นที่4/สีแดง ช่วงคลื่นที่5/สีเขียว ช่วงคลื่นที่7/สีน้ำเงิน) และภาพสีผสมจริง (ช่วงคลื่นที่3/สีแดง ช่วงคลื่นที่2/สีเขียว และช่วงคลื่นที่1/สีน้ำเงิน) ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา 29,725 ตารางกิโลเมตร ในสำนักงานเบื้องต้นสามารถแบ่งการกระจายตัวของชุมชนออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ชุมชนเมือง 3 ชุมชน ได้แก่ เมืองไทรโยค, เมืองสังขละบุรี, และเมืองทองผาภูมิ และชุมชนหมู่บ้าน จำนวน 561 ชุมชน นอกจากนี้ยังสามารถแยก แหล่งน้ำ, สนามกอล์ฟ และ โครงข่ายถนนและสะพาน โดยใช้สมบัติการสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกเป็นหลัก ซึ่งจากการแปลความหมายข้อมูลนี้เราไม่สามารถแยกชุมชนทั้งหมดด้วยภาพจากดาวเทียมได้ เนื่องจากมีขีดจำกัดในการใช้ประเภทภาพจากดาวเทียม ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการแปลความหมายภาพจากดาวเทียมนี้เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้น แต่ก็สามารถไปวางแผนในการสำรวจชั้นรายละเอียดต่อไปได้ และทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีอย่างมีประสิทธิภาพประหยัดเวลา และทุนค่าใช้จ่าย สิ่งที่จะต้องปฏิบัติหลังจากการแปลความหมายแล้ว คือ การตรวจสอบในภาคสนาม เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ผลประโยชน์ในขั้นสุดท้าย

สรุป แนวรอยเลื่อนมีพลังมีทั้งหมด 2 กลุ่ม (รูป 6.21) ได้แก่ กลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ ซึ่งมีทั้งหมด 7 รอยเลื่อน ได้แก่ 1) รอยเลื่อนแม่น้ำจัน 2) รอยเลื่อนบองาม 3) รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ 4) รอยเลื่อนเขากระเพียวแดง 5) รอยเลื่อนเขาม่วงเผ่า 6) รอยเลื่อนเขาแม่วัง และ 7) รอยเลื่อนเจ้าเฒ่า กลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ มีทั้งหมด 9 รอยเลื่อน ได้แก่ 1) รอยเลื่อนทองผาภูมิ 2) รอยเลื่อนบองดี 3) รอยเลื่อนปิล็อก 4) รอยเลื่อนเขาแหลม 5) รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ 6) รอยเลื่อนแควน้อย 7) รอยเลื่อนแควใหญ่ 8) รอยเลื่อนแม่น้ำน้อย และ 9) รอยเลื่อนไทรโยค จากการวิจัยพบว่ารอยเลื่อนพาดผ่านพื้นที่ชุมชนระดับต่างๆของจังหวัดกาญจนบุรี แสดงถึงพื้นที่ที่ภัยพิบัติจากแผ่นดินไหว (earthquake hazard area) จากรอยเลื่อนทั้งสิ้น และถ้าหากกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย (risk area) จากการไหวตัวของรอยเลื่อนให้อยู่ในระยะประมาณ 5 กิโลเมตรจากทั้งสองข้างแนวรอยเลื่อนต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งหมดพบว่ามีเขื่อนและอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 3 แห่ง คือ 1) เขื่อนวชิราลงกรณ 2) เขื่อนศรีนครินทร์ และ 3) เขื่อนท่าทุ่งนา อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงภัย และมีพื้นที่ชุมชนในเขตพื้นที่เสี่ยงภัยทั้งสิ้น อย่างน้อย 561 แห่ง เป็นชุมชนเมือง 3 แห่ง ด้วยกัน คือ 1) อำเภอไทรโยค 2) อำเภอทองผาภูมิ และ 3) อำเภอสังขละบุรี



บทที่ 7

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการศึกษา

ผลจากการรวบรวมข้อมูลที่ได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี แผนที่แนวเส้นโครงสร้างที่ได้จากการแปลความหมายโทรสัมผัส ข้อมูลการกระจายตัวของจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหว การสำรวจภาคสนาม การศึกษาสนามความเครียดของการแปรสัณฐาน นำมาประมวลเพื่อสรุปการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ

1. ผลจากการแปลความหมายจากข้อมูลโทรสัมผัส พบลักษณะธรณีฐานที่บ่งชี้ถึงควมมีพลังของพื้นที่ คือ ผาสามเหลี่ยม, พารอยเลื่อน, ทางน้ำหักงอ, สันปิดกั้นทางน้ำ, น้ำพุร้อน และหุบเขาเส้นตรง และจากการประมวลผลกับการสำรวจธรณีวิทยาแผ่นดินไหวภาคสนาม สามารถจำแนกรอยเลื่อนออกเป็น 2 กลุ่มรอยเลื่อน คือกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ที่วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้และกลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ซึ่งวางตัวอยู่ในแนวเกือบเหนือ-ใต้

2. ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่ทั้งหมดโดยวิธีคำนวณค่าดัชนีความยาว-ความลาดชัน พบว่าค่าดัชนีสูงสุดมากกว่าปกติทั่วไปอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอยู่ระหว่างกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และกลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ ซึ่งผลที่ได้แสดงว่าพื้นที่บริเวณนี้มีการเคลื่อนไหวยกตัวในแนวดิ่งมากกว่าบริเวณอื่นๆ ของพื้นที่

3. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความคดโค้งของเชิงเขาในพื้นที่กลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และกลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ ค่าต่ำสุดอยู่ในบริเวณกลางระหว่างรอยเลื่อนทั้งสอง โดยค่าสูงสุดอยู่ในด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และด้านตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นบริเวณใต้เขื่อนศรีนครินทร์ บริเวณที่มีการเคลื่อนไหวมาก ค่าจะอยู่ในช่วง 1.0 - 1.6 ส่วนที่มีการเคลื่อนไหวน้อยลงมาค่าจะอยู่ในช่วง 1.4 - 3.6 ส่วนพื้นที่ที่เกือบจะไม่เคลื่อนไหวจะอยู่ในช่วง 1.8 - > 5 ที่แสดงถึงการกักเซาะด้านกว้างจะมาก ทำให้เกิดการคดโค้งของเชิงเขา ส่วนการกักเซาะด้านลึกแทบจะไม่ปรากฏ

4. ผลการแปลความหมายและสำรวจภาคสนามสามารถแบ่งกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ออกได้เป็นแนวรอยเลื่อนย่อยต่างๆ จำนวน 8 รอยเลื่อนย่อย ได้แก่ รอยเลื่อนย่อยเจดีย์สามองค์ (ยาว 120 กม) รอยย่อยเลื่อยเขาแหลม (ยาว 21 กม) รอยเลื่อนย่อยปิ๊ลอก (ยาว 47 กม) รอยเลื่อนย่อยทองผาภูมิ (ยาว 61 กม) รอยเลื่อนย่อยแม่น้ำน้อย(ยาว 30 กม) รอยเลื่อนย่อยแควน้อย (ยาว 48 กม) รอยเลื่อนย่อยบ่อตี่ (ยาว 44 กม) และรอยเลื่อนย่อยแควใหญ่(ยาว 99 กม)

5. กลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ สามารถแบ่งรอยเลื่อนย่อยต่างๆ ได้ดังนี้ รอยเลื่อนน้ำแม่จัน (ยาว 44 กม) รอยเลื่อนย่อยเขากระเปรี้ยวแดง (ยาว 86 กม) รอยเลื่อนย่อยศรีสวัสดิ์ (ยาว 18 กม) รอยเลื่อนย่อยเขาแม่วัง (ยาว 97 กม) รอยเลื่อนย่อยเขาม่วงเต่า (ยาว 27 กม) รอยเลื่อนย่อยบ่องาม (ยาว 44 กม) และรอยเลื่อนย่อยเจ้าแฉกร (ยาว 44 กม)

6. ผลการศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหวรายละเอียดของพื้นที่บ้านแก่งแคบ พบแนวรอยเลื่อนที่พบในร่องสำรวจมีด้วยกันหลายแนวที่ตัดขึ้นมาตั้งแต่ชั้นหินดินดานด้านล่างขึ้นมามีอิทธิพลกับชั้นตะกอนเชิงเขาด้านบน โดยทั้งหมดมีระนาบรอยเลื่อนเอียงตัวไปทิศตะวันออกเฉียงเหนือหรือเอียงตัวเข้าหายอดเขาด้วยมุมประมาณสี่สิบห้าองศา ในลักษณะชั้นหินบนระนาบรอยเลื่อนเคลื่อนขึ้นในแนวดิ่ง (reverse movement) อายุของชั้นตะกอนที่หาด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อนจำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อหาความสัมพันธ์ของชั้นดินแต่ละชั้นมีความเกี่ยวเนื่องกับรอยเลื่อนแนวต่างๆ ที่พบในร่องสำรวจ ซึ่งการหาอายุสัมบูรณ์ได้ผลดังนี้ อายุ 30.01 ± 4 พันปี 77.05 ± 11 พันปี และ 80.42 ± 13 พันปี ตามลำดับ ผลการคำนวณหาอายุการเลื่อนตัวในอดีต ทางตอนใต้ของเขื่อนศรีนครินทร์ ประมาณ 10 กม พบว่าได้เคยเกิดแผ่นดินไหวครั้งสุดท้ายมีขนาดประมาณ 6.3 ริคเตอร์ เมื่อประมาณ 5,800 ปี และมีอัตราการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนส่วนนี้(รอยเลื่อนเจ้าแฉกร) ประมาณ 0.67 มม/ปี

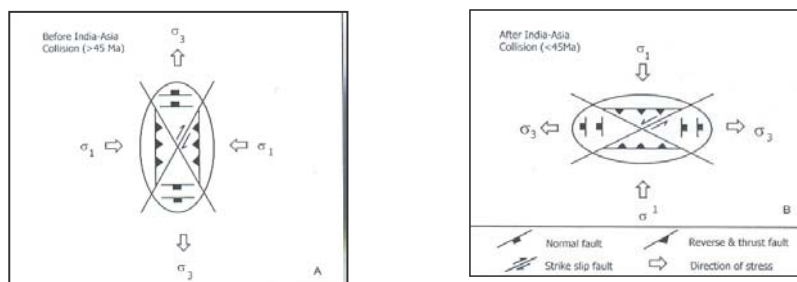
7. แนวรอยเลื่อนที่ปรากฏในชั้นตะกอนของผนังร่องสำรวจบ้านช่องกาเลีย ตัดผ่านชั้นหินดินดานสลับหินทรายที่อยู่ล่างสุด ขึ้นมายังชั้นกรวดขนาดใหญ่ และชั้นกรวดขนาดเล็กปนทรายเม็ดหยาบ โดยมีระนาบเอียงตัวไปทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยมุมประมาณ 40 องศาจากแนวระนาบ ในลักษณะชั้นตะกอนบนระนาบรอยเลื่อนเคลื่อนขึ้นในแนวดิ่ง เมื่อดำเนินการวัดแนวรอยเลื่อนนี้จากผนังทั้งสองข้างของร่องสำรวจนี้พบว่ารอยเลื่อนวางตัวในทิศ 140 - 320 องศา ร่องสำรวจนี้สามารถตรวจวัดอายุของชั้นตะกอนด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อนในร่องสำรวจนี้จำนวน 4 ตัวอย่าง โดยมาจากชั้นดินที่ 1 ที่อยู่บนสุด (ดินโคลนปนทรายแป้ง) จำนวน 3 ตัวอย่าง วัดได้อายุ $5,000 \pm 45$ ปี $4,200 \pm 45$ ปี และ $2,200 \pm 35$ ปี และอีกหนึ่งตัวอย่างมาจากชั้นดินที่ 2 (ชั้นกรวดขนาดเล็กปนทรายหยาบ) วัดได้อายุ $16,600 \pm 215$ ปี และเหตุการณ์แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในอดีต โดยครั้งสุดท้ายเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 5,000 ปีมาแล้ว มีขนาดความรุนแรงแผ่นดินไหวคำนวณได้ประมาณ 7.2 ริคเตอร์

8. การประเมินพื้นที่ที่มีโอกาสได้รับผลกระทบจากพิบัติภัยจากแผ่นดินไหว โดยใช้การปรับเน้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า นอกจากเขื่อนขนาดใหญ่ที่ปรากฏใกล้เขตรอยเลื่อน ยังมีชุมชนย่อยๆ ที่ปรากฏใกล้รอยเลื่อนจำนวน 550 แห่ง และชุมชนเมืองใหญ่อีก 3 แห่ง ซึ่งได้แก่อำเภอไทรโยค อำเภอทองผาภูมิและอำเภอสงขลาบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนทั้งสองนี้ และแนวรอยเลื่อนย่อยมีพลังทองผาภูมิ และแนวรอยเลื่อนย่อยมีพลังเจ้าแฉกร มีความสำคัญมากที่สุดในการเชิงพิบัติภัยจากแผ่นดินไหว

9. จากหลักฐานต่างๆ พบว่ากลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และกลุ่มรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์มีการเริ่มเคลื่อนตัวเมื่อประมาณ 36-33 ล้านปี ในลักษณะเลื่อนตัวในแนวระนาบเหลื่อมซ้าย ต่อมาเปลี่ยนเป็นเลื่อนตัวแบบเหลื่อมขวา ตั้งแต่ 24 ล้านปีจวบจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากแรงภายในเปลือกโลกเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งจากหลักฐานข้อมูลการกระจายศูนย์กลางแผ่นดินที่เกิดขึ้นในย่านนี้ในปัจจุบัน ก็บ่งชี้ว่าเกิดจากรอยเลื่อนที่มีการเคลื่อนที่ในแนวระนาบแบบเหลื่อมขวา (Lacassin และคณะ, 1998) และ Fenton และคณะ, 2003 ได้ประเมินถึงอัตราการเคลื่อนตัว(Slip rate) เท่ากับ 0.5-2.0 มม/ปี และค่าแผ่นดินไหวสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ (Maximum credible earthquake) เท่ากับ 7.5 ริคเตอร์

10. การศึกษาสนามแรงเครียดจากข้อมูลทางธรณีวิทยาโครงสร้าง สามารถสร้างแบบจำลองความเค้นรูปไข้อย่างง่าย แสดงถึงทิศทางของแกนแรงเครียดสูงสุดที่มากกระทำต่อพื้นที่ในอดีต(มากกว่า 45 ล้านปี) ในทิศทาง

ตะวันออก-ตะวันตก และทิศทางของแกนแรงเครียดสูงสุดที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (น้อยกว่า 45 ล้านปี) ในทิศทางประมาณ เหนือ-ใต้ ซึ่งมีผลให้รอยเลื่อนที่วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มีการเลื่อนตัวตามแนวระดับแบบขวาเข้า และรอยเลื่อนที่วางตัวในแนวเกือบเหนือ-ใต้ มีการเลื่อนตัวแบบปกติและเลื่อนตัวทางขวาด้วย ทำให้เกิดเป็นแอ่งสะสมตะกอนขึ้น ข้อมูลนี้สอดคล้องกับการศึกษา Polachan & Sattayarat (1989); Fenton และคณะ (1997); Bott และคณะ (1997); และ Srisuwan และคณะ (2000)



7.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษารอยเลื่อนที่มีความสัมพันธ์กับแผ่นดินไหวในอดีต ในเขตพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรีมีรอยเลื่อนย่อยหลายแนวที่ปรากฏความมีพลัง การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นผลสรุปเพียงเบื้องต้น จำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัยแต่ละรอยเลื่อนย่อยอย่างละเอียด โดยการศึกษาจะเน้นหลักในเรื่องการนำข้อมูลการสำรวจข้อมูลธรณีฟิสิกส์ภาคพื้นดิน และการตรวจวัดหาอายุการไหวตัวของรอยเลื่อนที่สัมพันธ์กับแผ่นดินไหวโดยหลายๆ วิธีเข้าด้วยกัน เพื่อการประเมินคาบการเกิดแผ่นดินไหวได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้นไปซึ่งข้อมูลที่ได้ยังไม่ละเอียดเพียงพอที่จะสามารถระบุอย่างชัดเจนถึงความมีพลังที่แท้จริงของรอยเลื่อนที่ทำการศึกษาได้ ดังนั้นหากต้องการทราบถึงศักยภาพความมีพลังของรอยเลื่อนที่แท้จริงจำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

การศึกษาธรณีวิทยาแผ่นดินไหวโบราณ (Paleoseismology; ดู McCalpin, 1996) เป็นวิธีการศึกษารอยเลื่อนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินไหวที่นิยมในปัจจุบัน โดยเป็นการศึกษาจากหลักฐานทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นในขณะที่เกิดแผ่นดินไหวแต่ละครั้งในอดีต โดยวิธีการที่สำคัญประกอบไปด้วย

1. ศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานที่เปลี่ยนแปลงไปอันเป็นผลจากการเกิดแผ่นดินไหวในอดีต เพื่อบ่งบอกถึงร่องรอยการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน ระดับความสำคัญของรอยเลื่อน ประมาณขนาดและเวลาของการเกิดในอดีตเบื้องต้น
2. ใช้เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับชั้นตะกอนใต้ผิวดิน เพื่อศึกษาถึงการเรียงลำดับชั้นตะกอน และศึกษาลักษณะของโครงสร้างทางธรณีที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากแผ่นดินไหว
3. ใช้เทคนิคการขุดร่องสำรวจ เพื่อศึกษาตะกอน จำแนกและลำดับเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัแผ่นดินไหว รวมถึงเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์หาอายุ
4. ใช้เทคนิคการหาอายุ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาอายุของเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนในอดีต

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา, 2547, รายงานสถิติแผ่นดินไหวรู้สึกได้ในประเทศไทย, ร่างรายงานความก้าวหน้าเสนอต่อ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรมอุตุนิยมวิทยา.
- ปัญญา จารุศิริ, สุวิทย์ โคสุวรรณ, วิโรจน์ ดาวฤกษ์, นรินทร์ เวชบันเทิง และสุทธิพันธ์ ขุทรานนท์, 2543,
แผ่นดินไหวในประเทศไทย และพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 171 หน้า.
- Aitken, M. J., 1985, Thermoluminescence Dating, London: Academic, 359 p.
- Aitken, M. J., and Wintle, A. G., 1977, TL dating of calcite and burnt flint; the age relation for slices.
Archaeometry 19: 100-105.
- Barr, S.M. and Macdonal, A.S., 1981, Geochemistry and geochronology of late Cenozoic basalts of Southeast
Asia, Geological Society of America Bulletin, Part II, v.92, p.1069-1142.
- Bath, M., 1981, Earthquake magnitude; recent research and current trends, Earth Science Reviews 17: 315-398.
- Bolt, B. A., 1999, Earthquakes. 4th ed., New York: W. H. Freeman and Company.
- Bunopas, S., 1976, Geology of map Changwat Suphan Buri, Sheet ND 47-7, Scale 1:250,000. Report of
Investigation, No. 16, V. 1 and 2 Geol. Map and text. Bangkok : Department of Mineral Resources.
- Bunopas, S., 1981, Paleozoic history of Western Thailand and adjacent parts of Southeast Asia -A plate tectonics
interpretation, Ph.D. thesis, Victoria University Wellington, New Zealand., 81o p.; reprinted 1982 as
Gcological Survey paper no.5 Geological survey Division,Department of Mineral Resources, Thailand.
- Bunopas, S. and Vella, P., 1978, Late Paleozoic and Mesozoic structural evolution of Northern Thailand, a
plate tectonics model, in P. Nutalaya ed., Proceedings of the Third Regional Conference on Geology
and Mineralogy Resources of Southeast Asia, Bangkok, p.133-140.
- Bunopas, S. and Vella, P, 1983, Tectonic and geologic evolution of Thailand. In P. Nutalaya ed. Proceedings of
the Workshop on Stratigraphic Correlation of Thailand and Malaysia, September 8-10, Had Yai, 307-
22.
- Charusiri P., Pongsapich W. and Vedchakanchana S., 1986. Petrological and geochemical studies of Granites
of Kathu Plutons of Phuket Island, Southern Thailand. GEOSEA V Proceeding Vol. I. Geol. Soc.
Malaysia, Bulletin 19, Geological Society of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-20 April, 1986:
p. 261-280.

- Charusiri, P., Clark, A.H., Farrar, E., Archibald, D. and Charusiri, B., 1993. Granite belts in Thailand: evidence from the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronological and geological syntheses: *Journal of Southeast Asian Earth Science*, Vol. 8, Nos. 1-4: p. 127-136
- Charusiri, P., Charusiri, B., Hinthong, C., Vivattananon, P. and Daorerk, V., 2002, Some aspects of tectonic activity and its relationship to seismicity in Thailand, *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*. (in prep.)
- Charusiri, P., Kosuwan, S., Tuteechin, W., Vejibunthoeng, B., Suwanweerakumthorn, R., and Thanapongsakul, T., 1997, The study of causes of earthquake in Thailand concern with geological structure of southeast Asia by using satellite imagery Landsat TM5 (in Thai). National Research Council of Thailand: Bangkok. (Unpublished Manuscript)
- Dheeradilok, P., 1975, On the structural features and Metamorphism of the inferred Precambrian rocks, southeast Amphoe Tha Maka, Kanchanaburi province, *Journal of Geological Society of Thailand*, v.1, p.21-29.
- dePolo, C. M., and Slemmons, D. B., 1990, Estimation of earthquake size for seismic hazards., In E. L. Krinitsky and D. B. Slemmons (eds.), *Neotectonics in Earthquake Evaluation*, *Geol. Soc. Am., Rev. Eng. Geol.* 8: 1-28.
- Electric Power Development Co., Ltd., 1973, Supplementary report for Quae Yai No.1 Project. Tokyo: Japan.
- Fenton, C. H., Charusiri, P., Hinthong, C., Lumjuan, A., and Mangkonkarn, B., 1997, Late Quaternary faulting in northern Thailand, In Prisit Dheeradilok et al. (eds.), *Proceedings of the International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific*, pp. 436-452. Bangkok: Department of Mineral Resources.
- Fontaine, H. and Suteethorn V., 1988, Late Paleozoic and Mesozoic fossils of West Thailand and their environments, *CCOP Technical Bulletin* 20, 217p. with 46 pl.
- Forman, S.L., Nelson, A.R., and McCalpin, J.P. 1991. Thermoluminescence dating of faulting-Scarp-derived colluvium: Deciphering the timing of paleoearthquake on the Weber Segment of the Wasatch fault zone, North Central Utah. *Journal of Geophysical Research* 96: 595-605.
- Hagen, D. and Kemper, D., 1976, Geology of the Thong Pha Phum area (Kanchanaburi province, Western Thailand), *Geologisches Jahrbuch, Reihe B, Hannover*, v21, p.53-91.
- Hinthong, C., 1991, Role of tectonic setting in earthquake events in Thailand, In *ASEAN-EC Workshop on Geology and Geophysics*, pp. 1-37. Jakarta: Indonesia.

- Klaipongpan, S. Pinrode, J., Chakramanont, V., and Chittrakarn, P., 1986, Geological and seismicity evaluation of Srinagarin Dam, Nonthaburi: Electricity Generating Authority of Thailand: 1-7.
- Keller, E.A, and Pinter, N. 1996. Active tectonics : Earthquakes, Uplift, and Landscape. Nicholas Printer, pp.121-146.
- Kosuwat, S. and Lumchuan, A., 1997, Neotectonics of Mae Chan Fault in Mae Chan District, Chiang Mai Province (in Thai). Bangkok: Department of Mineral Resources. (Unpublished Manuscript)
- Lacassin, R., Maluski, H., Leloup, P., Tapponnier P., Hinthong, C., Siribhakdi, K., Chuaviroj, S., Charoenravat, A., 1997, Tertiary diachronic extrusion and deformation of western Indochina: Structural and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ evidence from NW Thailand, Journal of Geophys. Res., vol. 102, no B5.
- Lukkunaprasit, P., and Kuhatanadeekul, N., 1993, Seismic zoning and seismic coefficients for Thailand. In The 1993 Engineering Technology Symposium and Exhibition 267-268.
- McCalpin, J. P. (ed), 1996, Paleoseismology. San-Diogo : Academic Press.
- Meesook, A., 1994, Marine Jurassic stratigraphy and bivalve paleontology of Thailand, unpublished Ph.D. thesis, University of Auckland, New Zealand, 244p
- Meesook, A. and Grant-Mackie, J.A., 1996, Marine Jurassic lithostratigraphy of Thailand, Journal of southeast Asian Earth Science, v. 14 no.5, p. 377-391.
- Meteorological Department, 2000, Report of major worldwide epicenters and their damages during January 1990 to November 2000 (in Thai). Bangkok: Meteorological Department. (Unpublished Manuscript)
- Nutalaya, P., 1987, Seismotectonic map of Thailand. In P. Lukunaprasit, K. Chandrangru, S. Poobrasert, and M. Mahasuverachai (eds.), Proceeding of the 1st Workshop on Earthquake Engineering and Hazard Mitigation, pp.137-149. November 1986. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Nutalaya, P., 1992, Crustal stability and seismic hazards in Thailand. In Proceeding of a National Conference on Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development, pp.s2-1 – s2-20. Bangkok: Thailand.
- Nutalaya, P., and Rau, J. L., 1984, Structure framework of the Chao Phaya Basin. Thailand. In Proceeding of the Symposium on Cenozoic Basins of Thailand: Geology and Resources, October, Chiangmai: Chiangmai University.
- Nutalaya P., Sodsri, S., and Arnold, E. P., 1985, Series on Seismology Volume II-Thailand: Southeast Asia Association of Seismology and Earthquakes Engineering, 403 p.
- Nutthee, R., 2002, Young Fault Movements along the Southern Segment of Sri Sawat Fault, Amphoe Sri Sawat, Changwat Kanchanaburi; and their TL-Dating Results. Master's Thesis, Department of Geology, Graduate School, Chulalongkorn University, 205 p.

- Polachan, S. and Satayarak, N., 1989, Strike-slip tectonics and the development of Tertiary basins in Thailand: Proceedings of the International Symposium on Intermontane Basin: Geology and Resources, Chiang Mai, Thailand, 30 Jan-2Feb 1989, p.243-253.
- Piyasin, S., 1975, Stratigraphy and sedimentology of the Kaeng Krachan Group (Carboniferous), in R.B. Stoke and C. Tantisukrit, eds., Thailand, Department of Geological Sciences, Chiang Mai University, Special publication no.1, v.2, p.25-36.
- Poolachan, S., Pradittan, S., Tongtaow, C., Janmaha, S., Intrawijitr, K., and Sangsuwan, C., 1991, Development of Cenozoic basin in Thailand. Marine and Petroleum Geology 8: 84-97.
- Raksaskulwong, L., 1997, Summary on the geology of western Thailand. International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific and the Associated Meeting of IGCP359, IGCP383, Guidebook for Excursion, August 22-24, Bangkok, Department of Mineral Resources, 3-19.
- Raksaskulwong, L., Wongwanich, T., 1994, Stratigraphy of Kaeng Krachan Group in Peninsular and Western Thailand, Annual Technical Meeting of Geological Survey Division, September 19-20, p. 106-115 (in Thai).
- Sakagami, S. and Hatta, A., 1982, On the Upper Permian Paleofulina-Colaniclla fauna from Khao Doi Pha Phlung, North Thailand, Geology and Paleontology of Southeast Asia, v.24, p1-14.
- Shreatha, P. M., 1987, Investigation of Active Fault in Kanchanaburi Province, Thailand. Master's Thesis. Graduate school, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Siribhakdi, K., 1987, Seismogenic of Thailand and periphery. In P. Lukunaprasit, K. Chandrangru, S. Poobrasert, and M. Mahasuverachai (eds.), Proceeding of the 1st Workshop on Earthquake Engineering and Hazard Mitigation, p.151-158. November 1986. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Siribhakdi, K., Salyapongse, S., and Sutheeron, V., 1976, Geological map of Tavoy, scale 1:250,000, sheet ND47-6. Bangkok: Geologic Survey Division, Department of mineral Resources.
- Solonenko, V. P., 1973, Paleoseismogeology. Izv. Acad. Sci. URRS, Phys. Solid Earth 9: 3-16.
- Sripongpan, P., and Kojedee, T., 1987, Geology of Ban Tha Ma dua, Khao Bo Ngam, Ban Phung and Ban Lin Thin with geological map scale 1:50,000, sheet 4738 IV, 4738 I, 4838 IV and 4838 IV (in Thai). Bangkok: Geologic Survey Division, Department of mineral Resources.
- Suensilpong, S., 1977, The role of plate collision in tin minimization in Thailand. In The 7th the Circum-Pacific Plutonic Project Meeting. Japan. 14 p.

- Suwanlert, J., 1992, Seismotectonics of Thailand, Seismicity and Focal Mechanism. Individual Studies by Participants at the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering 28: 115-129.
- Takashima, I., and Watanabe, K., 1994, Thermoluminescence age determination of lava flow/domes and collapsed materials at Unzen Volcano, SW Japan. Bulletin of Volcanology Society of Japan 1: 1-12.
- Takashima, I., Honda, S., and Naya, H., 1990, TL age of the Hakkoda pyroclastic flow deposits, Aomori Prefecture, Northeast Japan. Journal of Mineralogy, Petrology and Economic Geology 85: 459-468 (in Japanese with English abstract).
- Tapponnier, P., Peltzer, G., Armijo, R., 1986, On the mechanism of the collision between India and Asia. In M.P. Coward, and A.C. Ries eds. Collision Tectonics, Special Publication 19, London : Geol. Soc. London, 115-57.
- Thienprasert, A. and Raksaskulwong, M., 1984, Heat Flow in northern Thailand: Tectonophysics 103: 217-233.
- Thiramongkol, N., 1983, Reviews of geomorphology of Thailand, In N. Thiramongkol, and V. Pisutha-Arnond (eds.), Proceedings of the First Symposium on Geomorphology and Quaternary Geology of Thailand, pp. 6-23. Bangkok: Department of Geology, Chulalongkorn University.
- Tulyatid, J., 1997, Application of airborne geophysical data to the study of Cenozoic tectonic basins in central Thailand, Unpublished Ph. D. Thesis, School of Earth science University of Leeds, UK, 325p.
- Waterhouse, J. B. and Piyasin, S., 1970, Mid-Permian brachiopods from Khao Phrik, Thailand, Paleontographica, v.135A (3-6), p.83-197,pl337-354.
- Weldon, R. J., 1991, Active tectonic studies in the United States, 1987-1990. In U.S. National Report to International Union of Geodesy and Geophysics : 890-906.
- Wells, D. L. and Coppersmith, K. J., 1994, New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture area, and surface displacement. Seismological Society of American Bulletin 84: 974-1002.
- Won-In, K., 2000, Neotectonic evidence along the Three Pagoda Fault Zone, Changwat Kanchanaburi. Master's Thesis, Department of Geology, Graduate School, Chulalongkorn University.
- Wongwanich, T., 1990, Lithostratigraphy, sedimentology, and diagenesis of the Ordovician carbonates, Southern of Thailand unpublished Ph.D. thesis, University of Tasmania, 215p.
- Woodward-Clyde Federal Services., 1998, Preliminary Seismic Hazard Evaluation of Khao Laem and Srinagarind Dams, Thailand. Unpublished report prepared for Electricity Generating Authority of Thailand: Bangkruay, Nonthaburi.
- Yeats R. S., Sieh, K., and Allen C. R., 1997, The geology of earthquakes. Oxford: Oxford University Press.

Yanagida, J., 1970, Permian brachiopods from Khao Phrik, near Ratburi, Thailand, *Geology and Paleontology of Southeast Asia*, v.8, p69-96.

ภาคผนวก

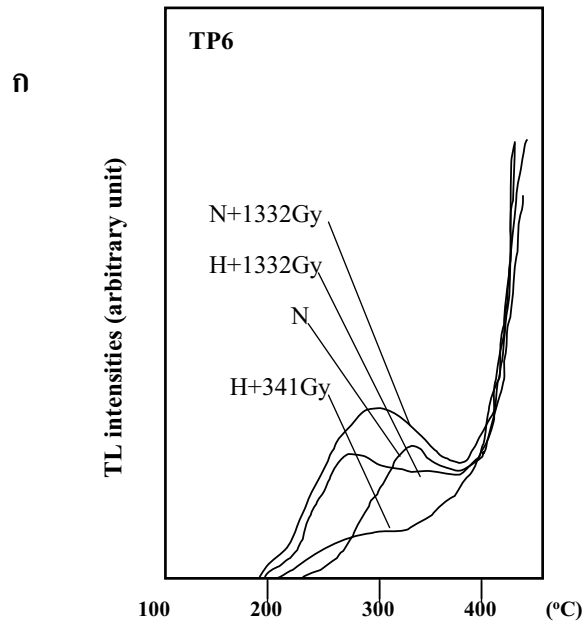
ภาคผนวก 1 รายละเอียดตัวอย่างที่เก็บเพื่อหาอายุโดยวิธีเรืองแสงความร้อนตามแนวกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์ -สามองค์ (Sample locations from outcrops in Kanchanaburi along the Three Pogoda Fault Zone.)

Age (ka)	Sample no.	Dating Method	Grid Reference	Location and description	Details of Samples	Sample materials
143±16	TP1	TL	390-845	Road-cut quarry (the route from Sangkhla Buri to Pra Chedi Sam Ong) at km no. 8, Amphoe Sangkhla Buri. The quarry is 7 m height and 20 m width. Outcrop of siltstone interbedded with calcareous black shale, 0/60 E fault plane.	Pale orange to white silty to sandy clay	Fault-gouge material
22±3	TP2	TL	652-412	Road-cut quarry (the route from Thong Pha Phum to Sangkhla Buri) at km no. 16, Ban Tha Madua (northern Kanchanaburi). The quarry is 6 m height and 20 m width. Outcrop of shears, strongly deformed calcareous black shale, 10/20 E fault plane.	Greyish black silty clay with black and white tint	Fault-gouge material
196±23	TP3	ESR	058-744	Road-cut quarry at foot of Khao Wong limestone mountain (near Sai Yok water fall) Amphoe Sai Yok. Quarry is 2 m height and 100 m width Outcrop of travertine block (size 10-20 cm), with clay & silt matrix, poorly sorted, 320/75 NE fault plane.	Pale brown to pale yellow silty to sandy clay with calcareous cement.	Colluvial deposit

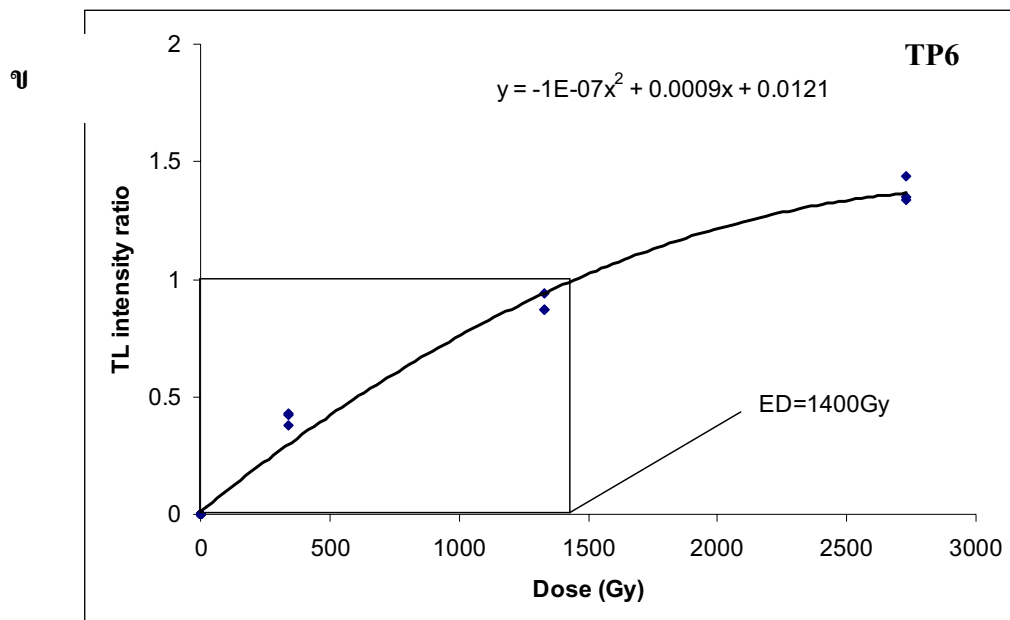
Age (ka)	Sample no.	Dating Method	Grid Reference	Location and description	Details of Samples	Sample materials
228±26	TP4-1	ESR	062-740	Road -cut quarry near of banded travertines Khao Wong limestone mountain (near Sai Yok Noi water fall), Amphoe Sai Yok. The quarry is 3 m height and 200 m width. Outcrop two succeeding layers are recognized, the thinner overlying layer (1 m thick) and the thicker underlying layer (2 m thick). TP4-1 was collected from the	Stalactite with alternated layer of creamy white and pale yellowish brown colour (average individual	Travertine deposit
				underlying layer, in the vicinity Khao Wong limestone terrain, outcrop is quartzite interbedded with mudstone, 210/80 W fault plane with right lateral.	Layers 1-2 cm thick.	
183±21	TP4-2	ESR	062-740	Sample very close to TP4-1 sample, extracted collected about 2 m above TP4-1	Stalactite with alternated bands of reddish brown to pale brown and creamy white colour (average individual layers 1-2 cm thick).	Travertine deposit
438±53	TP6	TL	678-285	Road-cut steep - cliff quarry (close Huai Ong Thi reservoir), Amphoe Thong Pha Phum. The quarry is 10 m height and 50 m width. Outcrop is mainly deformed and sheared siltstone interbedded with sandstone, 30/80 SE fault plane.	Pale greenish yellow silt to clay	Fault-gouge material

Age (ka)	Sample no.	Dating Method	Grid Reference	Location and description	Details of Samples	Sample materials
232±26	TP8-1	TL	407-740	Song Kalia river rim, Amphoe Sangkhla Buri. The quarry is 20 m height and 100 m width. Outcrop - mostly gravel bed, clasts of quartz, quartzite, and chert. Clast sizes are 0.5 - 5 cm, poorly sorted. The sample TP8-1 is located in the top bed (2 m thick).	Reddish brown silty to sandy clay	River gravel deposit
563±59	TP8-2	TL	407-740	Lower gravel bed underlying TP8-1. Outcrop - mostly gravel bed (6 m thick), clasts are chiefly quartz, quartzite, chert, and granite ; clast sizes are 2-20 cm, poorly sorted	Pale gray to white silty to sandy clay	River gravel deposit
338±37	TP9	TL	655-259	Road-cut quarry (close Huai Ong Thi reservoir), Amphoe Thong Pha Phum. The quarry is 10 m height and 30 m width. Outcrop are yellowish brown, thinly bedded siltstone interbedded with sandstone, 330/38 NE bed attitude, and 220/60 NW fault plane.	Pale orange brown silt to clay	Fault-gouge material
60±6	TP10	TL	047-728	Khwaie Noi rim at Ban Wang Krachae, Amphoe Sai Yok. Gravel quarry is 8 m height and 50 m width. Gravel - bed clasts are quartz, quartzite, and chert. Clast sizes are 0.2-20 cm, poorly sorted.	Pale orange to pale yellow silt	River gravel deposit

ภาคผนวก 2 กราฟแสดง glow curve และ growth curve ที่ใช้ในการหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อนของแร่ควอร์ตจากตะกอนอายุใหม่และผุวย่อยเลื่อน

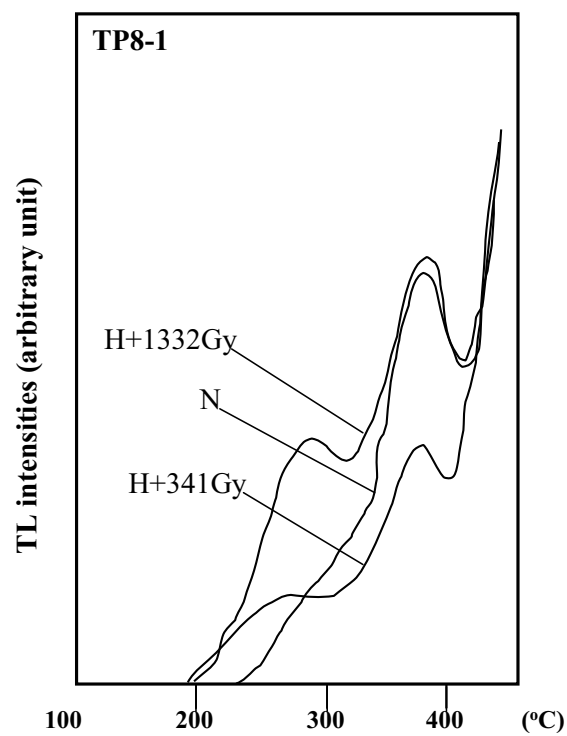


รูป 1ก กราฟแสดงค่าความเข้มข้นของสัญญาณ TL ของตัวอย่าง TP6 โดยที่ N หมายถึง ค่า natural, H+Gy หมายถึง ตัวอย่างที่อบรังสีที่ความเข้มข้นต่างกันโดยที่ตัวอย่างผ่านการอบที่อุณหภูมิ 320 °C และ N+Gy หมายถึงตัวอย่างปกติที่ผ่านการอบรังสี

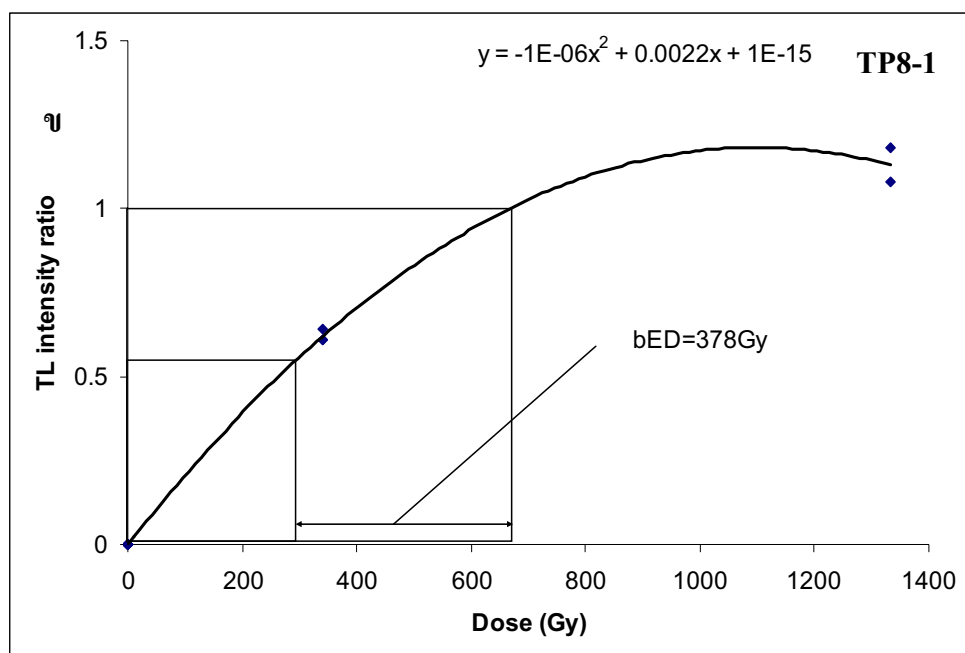


รูป 1ข วิธีการหาค่า ED โดยพิจารณาจากการเส้นแนวโน้มของ ตัวอย่าง TP6

ก

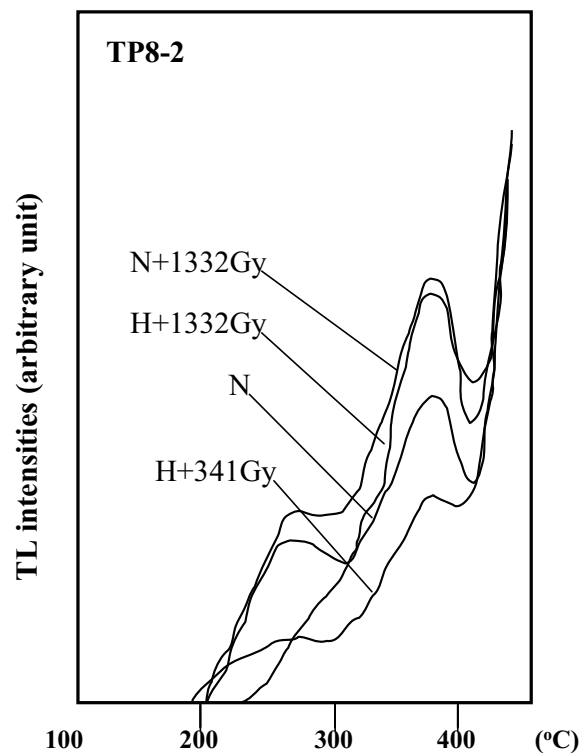


รูป 2ก กราฟแสดงค่าความเข้มข้นของสัญญาณ TL ของตัวอย่าง TP8-1 โดยที่ N หมายถึง ค่า natural และ H+Gy หมายถึง ตัวอย่างที่อบรังสีที่มีความเข้มข้นต่างกัน โดยที่ตัวอย่างผ่านการอบที่อุณหภูมิ 320 °C

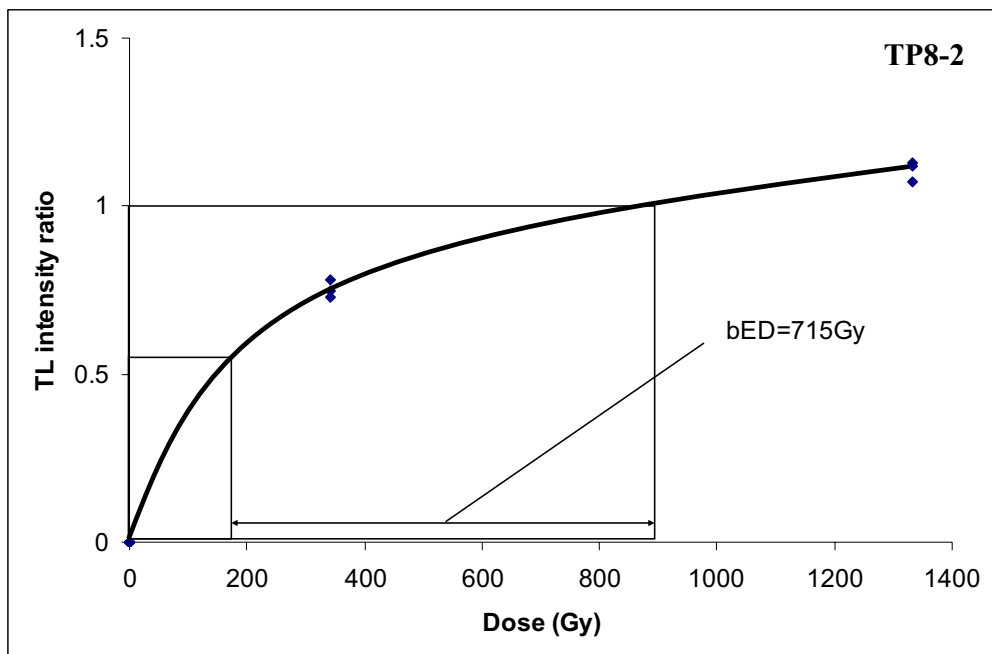


รูป 2ข วิธีการหาค่า bED โดยพิจารณาจากการเส้นแนวโน้มของ ตัวอย่าง TP8-1

ก

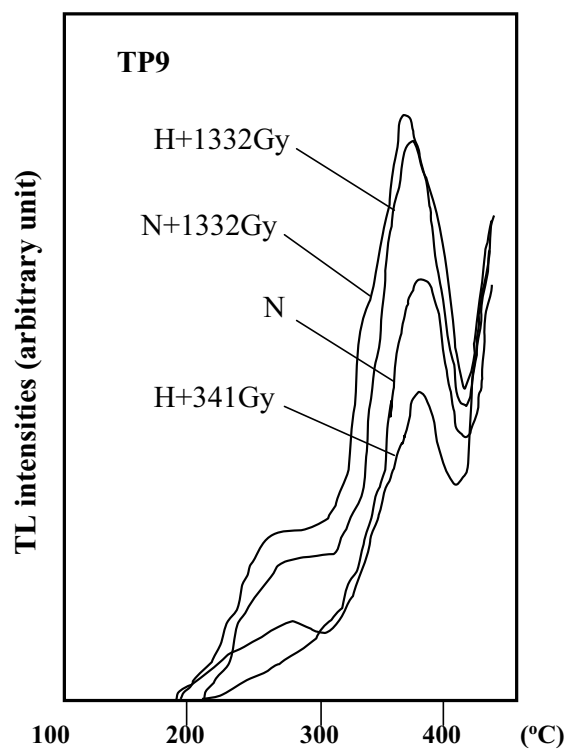


รูป 3ก กราฟแสดงค่าความเข้มขึ้นของสัญญาณ TL ของตัวอย่าง TP8-2 โดยที่ N หมายถึง ค่า natural, H+Gy หมายถึง ตัวอย่างที่อบรังสีที่ความเข้มขึ้นต่างกันโดยที่ตัวอย่างผ่านการอบที่อุณหภูมิ 320 °C และ N+Gy หมายถึงตัวอย่างปกติที่ผ่านการอบรังสี

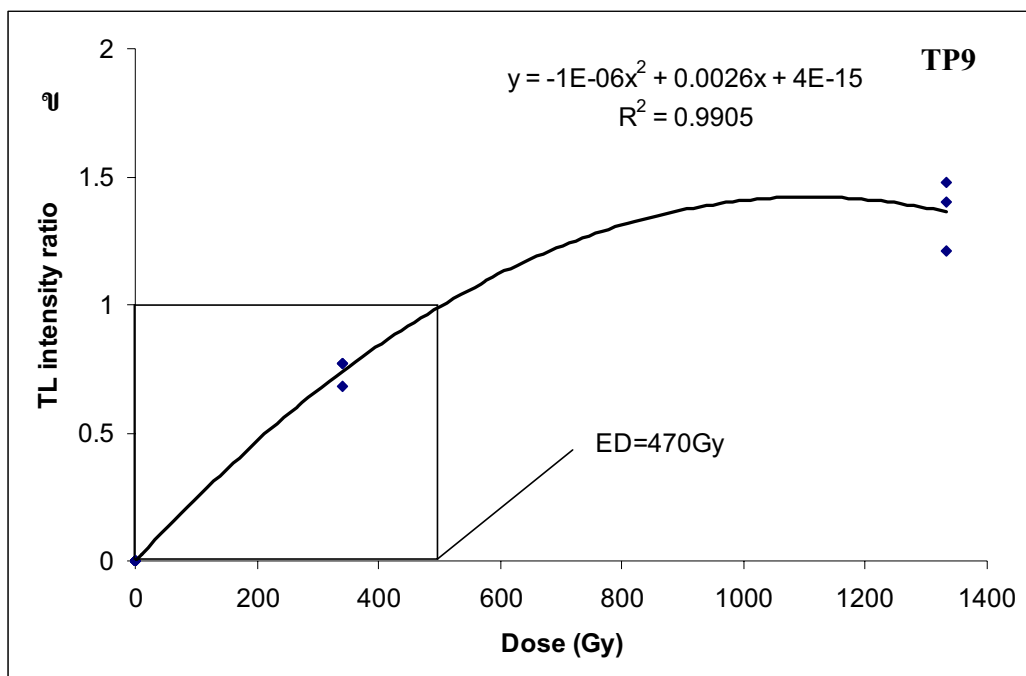


รูป 3ข วิธีการหาค่า bED โดยพิจารณาจากการเส้นแนวโน้มของ ตัวอย่าง TP8-2

ก



รูป 4ก กราฟแสดงค่าความเข้มข้นของสัญญาณ TL ของตัวอย่าง TP9 โดยที่ N หมายถึง ค่า natural, H+Gy หมายถึง ตัวอย่างที่อบรังสีที่มีความเข้มข้นต่างกันโดยที่ตัวอย่างผ่านการอบที่อุณหภูมิ 320 °C และ N+Gy หมายถึงตัวอย่างปกติที่ผ่านการอบรังสี



รูป 4ข วิธีการหาค่า ED โดยพิจารณาจากการเส้นแนวโน้มของ ตัวอย่าง TP9