

ลักษณะชั้นดินบนผนังร่องสำรวจทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ชั้นดินในบริเวณนี้แบ่งออกเป็น 8 ชั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้ (รูป 5.6)

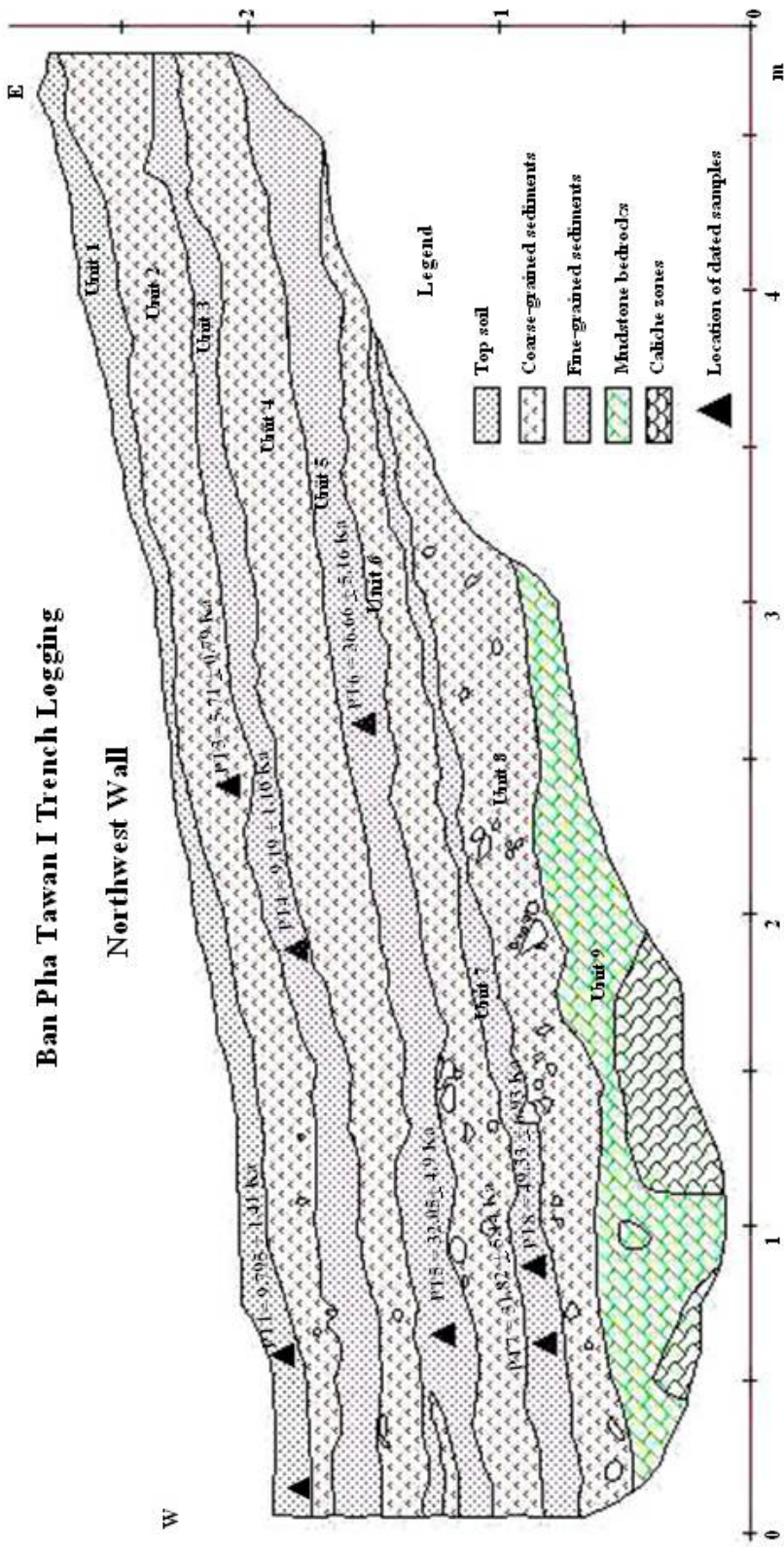
ตะกอนชั้น 1 เป็นชั้นดินที่อยู่บนสุดของผนังบ่อด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีสีเทาเข้มปนน้ำตาล ความหนาโดยเฉลี่ยของชั้นนี้ ประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร เม็ดตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดทรายแป้ง และขนาดดินเหนียว มีการคัดขนาดดี พบว่ามีเศษหินปนอยู่น้อยมาก มีการจัดตัวกันยังไม่ค่อยดี มีความชื้นสูง พบรากไม้และเศษไม้ปนอยู่ หาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้อายุประมาณ 0.22 ± 0.03 พันปีและอายุประมาณ 9.795 ± 1.41 พันปี

ตะกอนชั้น 2 เป็นชั้นตะกอนละเอียด พบวางตัวอยู่ใต้ชั้นตะกอนชั้น 1 มีลักษณะเป็นชั้นกรวดสีน้ำตาลแดง ความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 30-40 เซนติเมตร มีการคัดขนาดไม่ดี ตะกอนส่วนใหญ่เป็นกรวดขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ พบมากถึง 70% มีขนาดโดยเฉลี่ย 0.5-3 เซนติเมตร มีการจัดตัวกันค่อนข้างหลวม มีแนวสัมผัสกับชั้นตะกอนด้านบนและด้านล่างชัดเจน หาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้อายุประมาณ 5.71 ± 0.79 พันปี

ตะกอนชั้น 3 เป็นชั้นตะกอนละเอียด สีน้ำตาลแดง ความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 15-25 เซนติเมตร ตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดทรายแป้ง (Silt) และขนาดดินเหนียว (Clay) มีการจับตัวกันค่อนข้างหลวม พบเศษชิ้นของกรวดขนาดเล็กแทรกอยู่ทั่วไป โดยพบประมาณ 40% มีขนาดประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร มีเหลี่ยมคมสูงกรวดประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์ และแร่เฟลสปาร์ฟู สังเกตเห็นแนวสัมผัสกับชั้นตะกอนด้านบนและด้านล่างชัดเจน หาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้อายุประมาณ 9.19 ± 1.1 พันปี

ตะกอนชั้น 4 เป็นชั้นกรวด สีน้ำตาลปนแดง ความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 30 ถึง 50 เซนติเมตร ตะกอนส่วนใหญ่เป็นกรวดขนาดใหญ่ มีขนาด 1-5 เซนติเมตร พบประมาณ 80% ขนาดที่ใหญ่ที่สุดมีขนาด 17 เซนติเมตร มีความเป็นเหลี่ยมคมสูง ส่วนใหญ่หินควอร์ตซ์และหินทราย มี Matrix เป็นพวกมีขนาดทรายแป้ง (Silt) และขนาดดินเหนียว (Clay) แนวสัมผัสกับชั้นตะกอนด้านบนและด้านล่างชัดเจน ในตะกอนชั้นนี้ไม่ได้เก็บตัวอย่างเพื่อหาอายุหินเนื่องจากขนาดของตะกอนส่วนมากมีขนาดใหญ่

ตะกอนชั้น 5 พบวางตัวเป็นชั้นที่ 5 จากด้านบน เป็นชั้นตะกอนละเอียด สีน้ำตาลแดง ความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 25 ถึง 30 เซนติเมตร ตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดทรายแป้ง (Silt) และขนาดดินเหนียว (Clay) มีการจับตัวกันค่อนข้างหลวม พบกรวดขนาดเล็กแทรกอยู่ทั่วไป พบประมาณ 20% มีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร และมีความเป็นเหลี่ยมคมสูง หินควอร์ตซ์และหินทราย สังเกตเป็นแนวสัมผัสกับชั้นตะกอนด้านบนและด้านล่างชัดเจนหาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้อายุประมาณ 32.05 ± 4.9 พันปี และ 36.66 ± 5.16 พันปี



รูป 5.6 ผลการแปลความหมายชั้นตะกอนและอายุของตะกอนที่หาด้วยวิธีเรืองแสงความร่อน บนผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
ของร่องสำรวจบ้านผาตะพาน 1

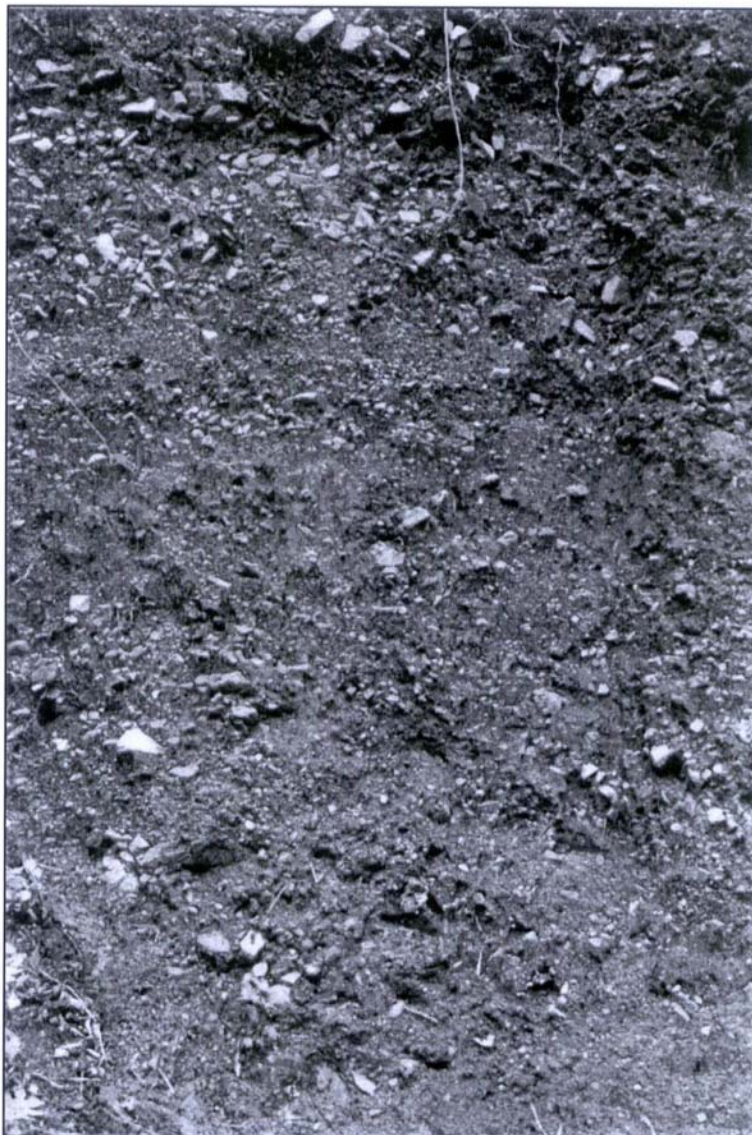
ตะกอนชั้น 6 พบวางตัวเป็นชั้นที่ 6 จากด้านบน เป็นชั้นตะกอนกรวดสีน้ำตาล ความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 25-30 เซนติเมตร มีการคัดขนาดไม่ดี ขนาดของตะกอนโดยทั่วไปเป็นกรวดขนาดใหญ่ มีขนาดประมาณ 3-7 เซนติเมตร มีความเหลี่ยมคมสูง พบประมาณ 85% กรวดขนาดใหญ่ที่สุด 15 เซนติเมตร ประกอบด้วยหินควอร์ตไซต์ และหินทราย เป็นพวกทรายแป้ง (Silt) และขนาดดินเหนียว (Clay) แนวสัมผัสกับชั้นตะกอนด้านบน และชั้นตะกอนด้านล่างชัดเจน ในตะกอนชั้นนี้ไม่ได้เก็บตัวอย่างเพื่อหาอายุเนื่องจากขนาดของตะกอนส่วนมากมีขนาดใหญ่

ตะกอนชั้น 7 เป็นชั้นตะกอนละเอียด สีน้ำตาลแดง ความหนาบริเวณด้านขวามือ ค่อนข้างบาง (ประมาณ 10 เซนติเมตร) กว้างทางด้านซ้ายมือ ซึ่งมีความหนามากกว่า (ประมาณ 25 เซนติเมตร) พบกรวดขนาดเล็กปะปนอยู่ทั่วไป ประมาณ 40% ขนาดโดยส่วนใหญ่ประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร มีความเป็นเหลี่ยมคมสูง ประกอบด้วยหินควอร์ตไซต์ และหินทราย แนวสัมผัสกับชั้นตะกอนด้านบน และชั้นตะกอนด้านล่างชัดเจน หาอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้อายุประมาณ 49.33 ± 6.93 พันปี

ตะกอนชั้น 8 วางตัวอยู่บนชั้นหินซึ่งเป็นหินดินดาน เป็นชั้นตะกอนกรวดสีน้ำตาลปนเหลือง ความหนาของตะกอนชั้นนี้บริเวณด้านขวา มีความหนาประมาณ 50 เซนติเมตร โดยหนามากกว่าทางด้านซ้าย ซึ่งหนาเพียง 20 เซนติเมตร มีการคัดขนาดไม่ดี ขนาดของตะกอนโดยทั่วไปเป็นกรวดขนาดใหญ่ มีความเหลี่ยมคมสูงปริมาณของกรวดที่พบประมาณ 85% มีขนาดประมาณ 5-8 เซนติเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดประมาณ 20 เซนติเมตร ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ และหินทราย มี Matrix เป็นพวกทรายแป้งและดินเหนียว แนวสัมผัสกับชั้นตะกอนด้านบนและชั้นตะกอนด้านล่างชัดเจน ในชั้นตะกอนชั้นนี้ไม่ได้เก็บตัวอย่างเพื่อหาอายุเนื่องจากขนาดของตะกอนส่วนมากมีขนาดใหญ่

สำหรับส่วนล่างสุดของผนังนี้ เป็นหินดินดานสีเหลือง เป็นหินที่วางรองรับชั้นตะกอนด้านบนที่กล่าวมาแล้ว พบว่ามีการผุพังปานกลางถึงค่อนข้างสูง หินดินดานนี้ บางส่วนถูกเชื่อมประสานโดยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้น เรียกว่า Caliche

สำหรับผนังทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ อยู่ห่างจากผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ประมาณ 15 เมตร โดยผนังทางด้านนี้ยาวประมาณ 10 เมตร สูงประมาณ 4 เมตร (รูป 5.7) ลักษณะของตะกอนค่อนข้างคละกั้นไม่แสดงชั้นชัดเจนเหมือนด้านตรงข้ามเป็นดินตะกอนปนกรวด สีน้ำตาลแดง พบลักษณะคล้ายกันทั่วไปทั้งผนังร่องสำรวจ มีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร ขนาดของตะกอนค่อนข้างคละกั้น ตะกอนส่วนใหญ่เป็นชนิดกรวด พบกระจายอยู่ทั่วไป บางบริเวณแสดงลักษณะวางตัวของกรวดเป็นชั้นบางๆ ในแนวระดับ แต่ไม่ต่อเนื่องกัน และไม่สามารถกำหนดขอบเขตที่ ชัดเจนได้ซึ่งต่างจากผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ที่แต่ละชั้นวางตัวต่อเนื่องกัน และสามารถแบ่งชั้นตะกอนได้ชัดเจน ลักษณะชั้นดินโดยทั่วไปมีกรวดปนอยู่มากกว่า 50% กรวดประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ และหินทราย ขนาดของกรวดโดยทั่วไปมีขนาดประมาณ 1-7 เซนติเมตร มีความเหลี่ยมคมสูง ขนาดใหญ่ที่สุดประมาณ 20 เซนติเมตร มี Matrix เป็นพวกดินเหนียวและทรายแป้งสีแดง มีการจัดตัวค่อนข้าง



รูป 5.7 ภาพตัดขวางผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของร่องสำรวจบ้านผาตะวัน 1

หลวมแต่ไม่หลวมมาก หายอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้อายุประมาณ 20.02 ± 2.85 พันปี และ 30.84 ± 3.97 พันปี

ร่องสำรวจบ้านผาตะวันตก 2 นี้พบชั้นกรวดวางตัวอยู่บนชั้นหินดินดานแทรกสลับกันหินทรายแป้ง (รูป 5.8) รอยสัมผัสระหว่างชั้นกรวด และชั้นหินสังเกตเห็นได้ชัดเจน (Sharp contact) ชั้นบนถูกปิดทับด้วยตะกอนดินชั้นบนสุดสีเทาเข้มถึงสีดำ ลักษณะของรอยต่อรอยสัมผัสระหว่างชั้นกรวด และชั้นหินนี้ แสดงลักษณะผิดปกติ คือ บางบริเวณมีลักษณะคล้ายกับการยกตัว บางบริเวณชั้นกรวดมีลักษณะคล้ายล้มแทรกลงไปชั้นหิน

ลักษณะของชั้นตะกอนชั้นบนสุด สีเทาเข้มถึงดำ หนาประมาณ 10-15 เซนติเมตร ประกอบด้วยตะกอนหยาบประมาณ 50% มีขนาด 1-5 เซนติเมตร ส่วนใหญ่เป็นตะกอนขนาดดินทรายแป้งและดินเหนียว

ชั้นถัดลงมาเป็นชั้นกรวดหยาบสีส้มแดง ประกอบด้วยตะกอนหยาบเป็นส่วนใหญ่ หนาประมาณ 1.5-3.0 เมตร ความหนาโดยเฉลี่ย 2 เมตร กรวดมีขนาด 3-15 เซนติเมตร ขนาดใหญ่สุดประมาณ 20 เซนติเมตร ส่วนใหญ่เป็นพวกหินควอร์ตไซต์ สำหรับ Matrix ประกอบด้วย ขนาดดินทรายแป้งและดินเหนียว สีส้มแดง หายอายุด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้อายุประมาณ 29.47 ± 3.61 พันปี

ชั้นหินด้านล่างประกอบด้วยหินดินดานสลับกับหินทรายแป้งเป็นชั้นหินที่รองรับชั้นกรวดโดยเฉลี่ย 2.5 เมตร การสลับกันของชั้นหินดินดานสลับกับหินทรายแป้งที่แทรกสลับกันเป็นแบบ Gradational contact โครงสร้างในชั้นหินที่พบแสดงการคดโค้งมาก และในบางบริเวณมีการเปลี่ยนการคดโค้งอย่างทันที

พฤติกรรมการเคลื่อนตัวในอดีตของรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ส่วนใต้

จากการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศในบริเวณรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ส่วนใต้ในพื้นที่ศึกษาวิจัย พบว่ารอยเลื่อนนี้แสดงแนวเส้นของรอยเลื่อนเป็นแนวเส้นตรงต่อเนื่องกันอย่างชัดเจน ยาวประมาณ 10 กิโลเมตร วางตัวในทิศทาง N50W และพบลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดเนื่องจากการเคลื่อนตัว เช่น การเรียงต่อกันเป็นแนวของผารอยเลื่อนรูปสามเหลี่ยม (Triangular facet) ทางน้ำหักงอ (offset stream) เนินเขาขวางกั้นทางน้ำ (Shutter ridge) และ Erosional Bench ลักษณะของทางน้ำหักงอและเนินเขาขวางกั้นทางน้ำนี้ Wesson และคณะ, 1975 ได้กล่าวถึงลักษณะเหล่านี้ว่าเป็นตัวชี้บ่งถึงธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่

สำหรับรูปแบบของทางน้ำหักงอที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนซึ่งบ่งว่าเป็นการเคลื่อนตัวในแนวระดับทางขวาโดยวัดระยะทางการเคลื่อนตัวจากสำรวจในภาคสนามได้ประมาณ 125 เมตร และจากผลการสำรวจภาคสนามในบริเวณ กมที่ 47+000 บ้าน น้ำตกเอราวัณพบของหินโผล่ (Out Crop) ที่ถูกเปิดออกเนื่องจากการตัดถนน แสดงแนวสัมผัสของหินควอร์ตไซต์และหินดินดานที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน เนื่องจากรอยเลื่อน รอยเลื่อนนี้แสดงลักษณะของรอยเลื่อนย้อนกลับ (Reverse fault) มีมุมเอียงเท 35° มีทิศทางการวางตัวในแนว N 60° W ซึ่งเป็นทิศทางที่อยู่ในแนวเดียวกันกับทิศทางโดยรวมของรอยเลื่อนหลักที่สนใจในพื้นที่ (N 50° W) นอกจากนี้จากลักษณะของรอยเลื่อนที่พบในร่องสำรวจบ้านแก่งแคบที่ขุดขึ้นบริเวณใกล้กับทางน้ำหักงอ พบว่ารอยเลื่อนใหญ่ที่ตัดแบ่งตะกอนชั้น 6 ออกจากตะกอนชั้น 7 และรอยเลื่อนย่อยอื่นๆ ที่ปรากฏ แสดงลักษณะรอยเลื่อนย้อนกลับ



รูป 5.8 ก. ผนังร่องสำรวจบ้านผาตะวันตก 2 แสดงลักษณะของชั้นกรวด วางตัวอยู่บนหินดินดาน
 ข. ภาพขยายบริเวณ a แสดงลักษณะของชั้นกรวดที่มีลักษณะเป็นลิ้นในหินชั้นฐาน
 ค. ภาพขยายบริเวณ b แสดงลักษณะของชั้นกรวดที่มีลักษณะเป็นลิ้นในหินชั้นฐาน

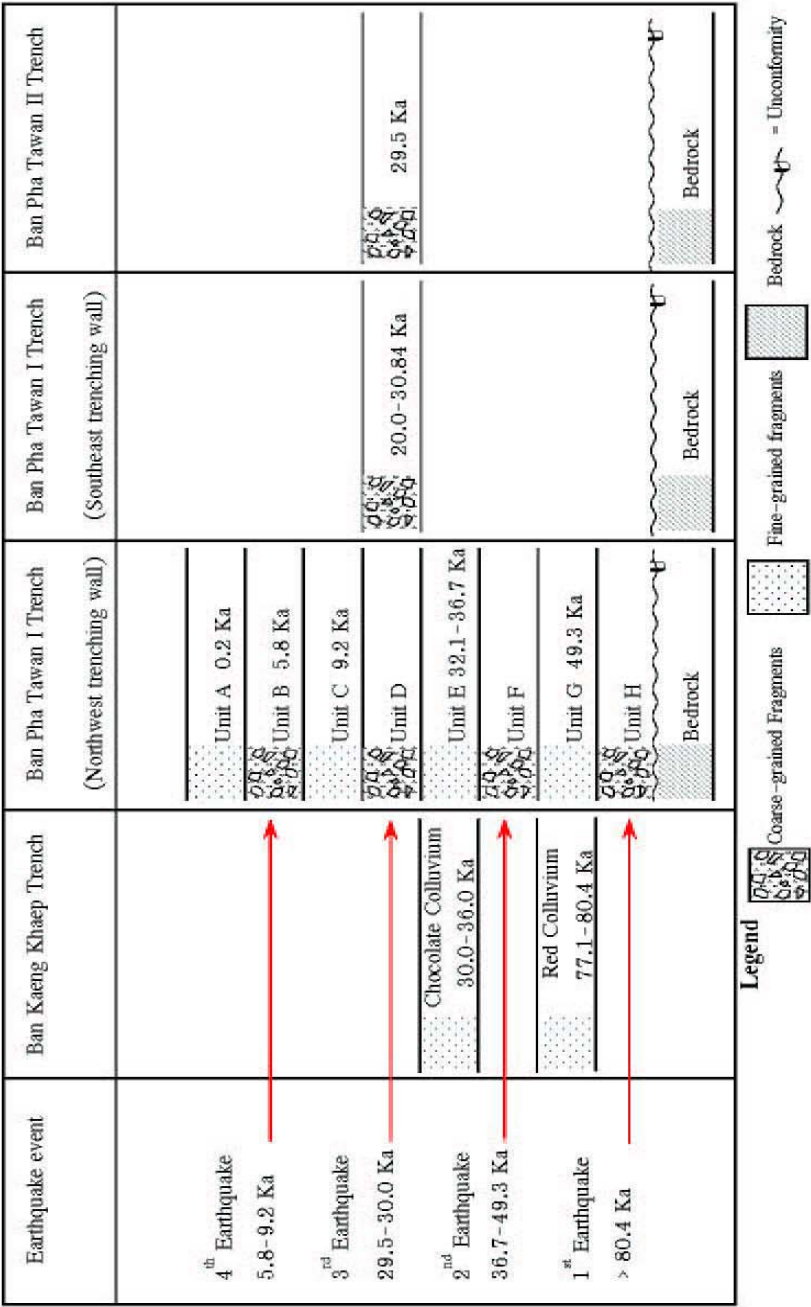
ดังนั้น ลักษณะของรอยเลื่อนหลักในบริเวณนี้จึงน่าจะเป็นรอยเลื่อนในแนวระดับแบบย้อนหลังกลับ (Reverse strike-slip fault) โดยมีระยะการเลื่อนตัวในแนวระดับประมาณ 125 เมตร และมีอายุของการเลื่อนตัวในอดีตที่ผ่านมาไม่นานนัก

การลำดับเหตุการณ์การเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ส่วนใต้ (รูป 5.9) จากข้อมูลที่พบในร่องชุดสำรวจบ้านแก่งแคบ พบการสะสมของชั้นดินตะกอน 3 ชุด ได้แก่ ตะกอนเชิงเขาสีน้ำตาล (Brown Colluvium) ตะกอนเชิงเขาสีแดงอมส้ม (Red Colluvium) และดินตะกอนเชิงเขาสีน้ำตาลช็อกโกแลต (Chocolate Colluvium) โดยชั้นตะกอนสีแดงอมส้ม มีลักษณะการสะสมตัวเป็นรูปลิ้ม ลักษณะของตะกอนประกอบไปด้วย ตะกอนขนาดกรวด ประเภทหินควอตซ์ไชต์และหินทรายอาร์โคส Matrix เป็นพวกดินเหนียวและทรายแป้งสีแดงอมส้ม มีการจับตัวไม่แน่นแต่แน่นกว่าชั้นตะกอนสีน้ำตาลช็อกโกแลต ลักษณะการสะสมตัวของตะกอนชุดนี้มีลักษณะคล้ายรูปลิ้ม ซึ่งเป็นลักษณะการสะสมตัวที่ผิดปกติ

จากลักษณะดังกล่าวสามารถแปลความได้ว่าน่าจะเกิดการเลื่อนตัวในบริเวณนี้อย่างน้อย 2 ครั้ง ในครั้งแรกการเลื่อนตัวก่อให้เกิดการสะสมตัวของตะกอนเชิงเขาสีแดงอมส้มในลักษณะของรูปลิ้ม ผลจากการเลื่อนตัวทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปและเกิดการสะสมตัวของตะกอนชุดใหม่ (ตะกอนเชิงเขาสีน้ำตาลช็อกโกแลต) มาปิดทับจากนั้นจึงมีการเลื่อนตัวอีกครั้ง ตัดผ่านชั้นตะกอนสีน้ำตาลช็อกโกแลตทำให้เกิดลักษณะรูปลิ้ม ของชั้นตะกอนสีน้ำตาลช็อกโกแลต โดยชั้นตะกอนทั้งหมดถูกปิดทับด้วยตะกอนชั้นบนสุด ซึ่งเป็นชั้นตะกอนผิวดินที่มีโอกาสถูกรบกวนสูงจึงไม่นำมาพิจารณา นอกจากนี้ข้อมูลจากร่องสำรวจบ้านผาตะวันตก 1 แสดงลักษณะการแทรกสลับระหว่างชั้นดินตะกอนขนาดหยาบหรือชั้นกรวดแทรกสลับกับชั้นตะกอนละเอียดเป็นชั้นๆ จำนวน 8 ชั้น ขนาดของตะกอนที่พบในดินตะกอนหยาบมีหลายขนาดปะปนกันน่าจะเกิดจากการที่มวลดินปริมาณมากเคลื่อนที่มาทับถมกันอย่างรวดเร็ว (Debris Facies) ซึ่งเกิดในช่วงที่รอยเลื่อนมีการขยับตัว ต่อมาเมื่อรอยเลื่อนหยุดการขยับตัวจึงค่อยๆ มีตะกอนขนาดละเอียด และมีการกัดขนาดที่ผิวสะสมตัว (Wash Facies) หลังจากนั้นจึงมีการขยับตัวอีก ทำให้มีตะกอนขนาดใหญ่มาสะสมตัวเป็นชั้นๆ สลับกันไป ซึ่งในกรณีนี้แสดงว่ารอยเลื่อนมีการขยับตัวถึง 4 ครั้งในอดีตที่ผ่านมา

อายุของเหตุการณ์การเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนย่อยเจ้าแฉนี้ เมื่อพิจารณาจากใช้หลักฐานที่ได้จากร่องสำรวจบ้านแก่งแคบ พบหลักฐานการเลื่อนตัว 3 ครั้งในอดีต การเลื่อนตัวครั้งแรกน่าจะเกิดขึ้นที่มีการสะสมตัวของตะกอนเชิงเขาสีแดงและผลจากการเลื่อนตัวทำให้เกิดการสะสมตัวในลักษณะรูปลิ้ม และทำให้ลักษณะของตะกอนเปลี่ยนแปลงไปคือ มีตะกอนเชิงเขาสีน้ำตาลช็อกโกแลตมาปิดทับ ดังนั้นช่วงอายุของการเลื่อนตัวครั้งแรกควรมีอายุคือมีอายุต่ำกว่า 80,424 ปีล่วงมาแล้ว การเลื่อนตัวครั้งที่ 2 อายุอ่อนกว่าชั้นตะกอนสีแดงและต่ำกว่าชั้นตะกอนสีช็อกโกแลต คือน่าจะมีการเลื่อนอยู่ในช่วง 36,656 ถึง 49,331 ปีที่ผ่านมา สำหรับการเลื่อนตัวครั้งที่ 3 น่าจะมีอายุอ่อนกว่า ชั้นตะกอนสีช็อกโกแลต พบว่ามีรอยเลื่อนตัดชั้นตะกอนนี้ นั้นหมายความว่า การเกิดแผ่นดินไหวน่าจะมียุ่ก่อนกว่า 30,210 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับหาอายุจากร่องสำรวจบ้านผาตะวันตก 1 ทางผนังด้านทิศ

ตะวันตกเฉียงเหนือ การเลื่อนตัวในครั้งที่ 3 น่าจะเทียบได้กับการเลื่อนตัวที่ทำให้เกิดการสะสมตัวของตะกอน
หยาบชั้น 4 คือน่าจะมีการเลื่อนอยู่ในช่วง 29,475 ถึง 30,842 ปีที่ผ่านมา อายุของการเลื่อนตัวครั้งที่ 4 จึงมีการ
การเลื่อนตัวอยู่ในช่วง 9,189 ถึง 5,751 ปี ที่ผ่านมานี้จะพบว่าหลักฐานของการเลื่อนตัวอีกครั้งจาก
ผนังด้านตะวันตกเฉียงเหนือของร่องสำรวจบ้านผาตะวันตก 1 ซึ่งทำให้เกิดชั้นตะกอน 2 ซึ่งเป็นตะกอนหยาบ โดย
อายุของการเลื่อนตัวในครั้งนี้ประมาณ 5,800 ปีที่ผ่านมา



รูป 5.9 แสดงอายุการสะสมตัวของตะกอนดินและความสัมพันธ์กับการเกิดแผ่นดินไหว (ka = 1,000 ปี)

5.2.2 พื้นที่บ้านของกาเลีย

พื้นที่บ้านของกาเลีย ในเขตตำบลปรังผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี มีช่องทางผ่านแดนไปมาของราษฎรทั้งสองประเทศคือชาวไทย และชาวเมียนมาร์ ที่เรียกว่า “ด่านเจดีย์สามองค์” อันเป็นที่มาของชื่อกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ เนื่องจากเป็นแนวรอยเลื่อนที่แยกแขนงออกมาจากกลุ่มรอยเลื่อนสะเทิงจากประเทศเมียนมาร์เข้ามาในประเทศไทย ใกล้เคียงกับด่านเจดีย์สามองค์นี้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่แสดงแนวรอยเลื่อนที่คมชัดมากในภาพจากดาวเทียมและข้อมูลธรณีสัณฐานยังบ่งชี้ถึงความมีพลังมาก เช่น แนวผารอยเลื่อน แนวตรงของร่องน้ำ (linear valley) ดังรูป 5.5 เป็นต้น

ในพื้นที่ฝั่งประเทศเมียนมาร์นั้นแนวผารอยเลื่อนที่ปรากฏด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของภูเขาที่ถูกกระทำจากรอยเลื่อนยังแสดงคมชัดมากในปัจจุบัน เนื่องจากถูกชะล้างหน้าดินน้อยมาก อีกทั้งรอยเลื่อนนี้ยังควบคุมการไหลของลำห้วยหลายสายให้ไหลเบี่ยงแนวจากแนวเดิมที่เกือบตั้งฉาก ดังเช่นลำห้วย (ฉ พิกัด 330-918) ที่อยู่ตรงข้ามกับด่านเจดีย์สามองค์ในรูป 5.10 จากการศึกษากลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์บริเวณพื้นที่ตั้งแต่ด่านเจดีย์สามองค์ถึงอำเภอสังขละบุรี ด้วยภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:50,000 (ภาพขาวดำ) พบว่าของแนวรอยเลื่อนของกลุ่มรอยเลื่อนนี้มี ความกว้างเพียง 200 - 300 เมตร โดยปรากฏเป็นแนวรอยเลื่อนที่ชัดเจนมาก 2 แนวที่ลากเกือบขนานกัน ทำให้ทางน้ำหลายห้วยเบี่ยงแนวออกจากแนวเดิมหลายเมตร และอาจถึงหลายสิบลเมตร ลักษณะดังกล่าวบ่งชี้ว่ารอยเลื่อนบริเวณนี้ เคลื่อนตัวเลื่อนขวา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์หาข้อมูลการศึกษากลไกระนาบรอยเลื่อน (fault-plane mechanism) ที่ Lacassin และคณะ (1998) ได้เคยทำไว้ ซึ่งแนวของกลุ่มรอยเลื่อนในบริเวณนี้วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ แต่เมื่อผ่านตัวอำเภอสังขละบุรีจนถึงบริเวณตอนเหนือสุดของอ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ์ รอยเลื่อนมีการวางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ เนื่องจากได้อิทธิพลของรอยเลื่อนศรีสวัสดิ์โดยมีผารอยเลื่อนหันหน้าไปทิศใต้ที่คมชัดมาก โดยเฉพาะบริเวณเชิงเขามีแนวสัมผัสเกือบตั้งฉากกับที่ราบของพื้นที่นาแคบๆ พร้อมทั้งปรากฏมีภูมิลักษณะของสันขวางกัน (shutter ridge) ที่ทำให้แม่น้ำบีคิใหญ่เปลี่ยนทิศทางการไหลจากเดิมซึ่งเป็นทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกไปเป็นทิศเหนือไปทิศใต้

จากการสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศชั้นรายละเอียดโดยมีช่วงชั้นความสูง 1 เมตร รอบตำแหน่งของร่องสำรวจบ้านของกาเลีย โดยเฉพาะแถบบริเวณด้านหลังของบริเวณสถานีวิจัยเกษตรกรรมพื้นที่สูงด่านเจดีย์สามองค์ ทำให้พบว่าบริเวณนี้มีความแตกต่างกันอย่างมากของภูมิประเทศในแนวตั้งของระดับพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้มีความลาดชันสูงมาก ส่วนด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าความลาดชันของพื้นที่ต่ำและเป็นที่ราบ (รูป 5.11ก) สาเหตุน่าจะมาจากอิทธิพลการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์นี้ ทำให้ได้ลักษณะของแนวหน้าผาเล็กๆ ต่อเนื่องกันเป็นแนวยาวในทิศตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ และในบริเวณนี้มีหนองน้ำหลายแหล่งในพื้นที่ลุ่มต่ำ (รูป 5.11ข) เป็นหนองน้ำที่เกิดจากการขุดขึ้นมาใหม่ของเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยฯ แต่ว่ามีหนองน้ำแหล่งหนึ่งที่อยู่ตรงกลางของพื้นที่นี้เคยเป็นหนองน้ำธรรมชาติมาก่อนเกิดอยู่ติดเชิงเขาของหน้าผาเล็กๆ ก่อนข้างยาวขนานกับแนวหน้าผานั้น ซึ่งจัดได้ว่าเป็นภูมิลักษณะของแอ่งยุบ (sag pond) ซึ่งเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยฯ ได้

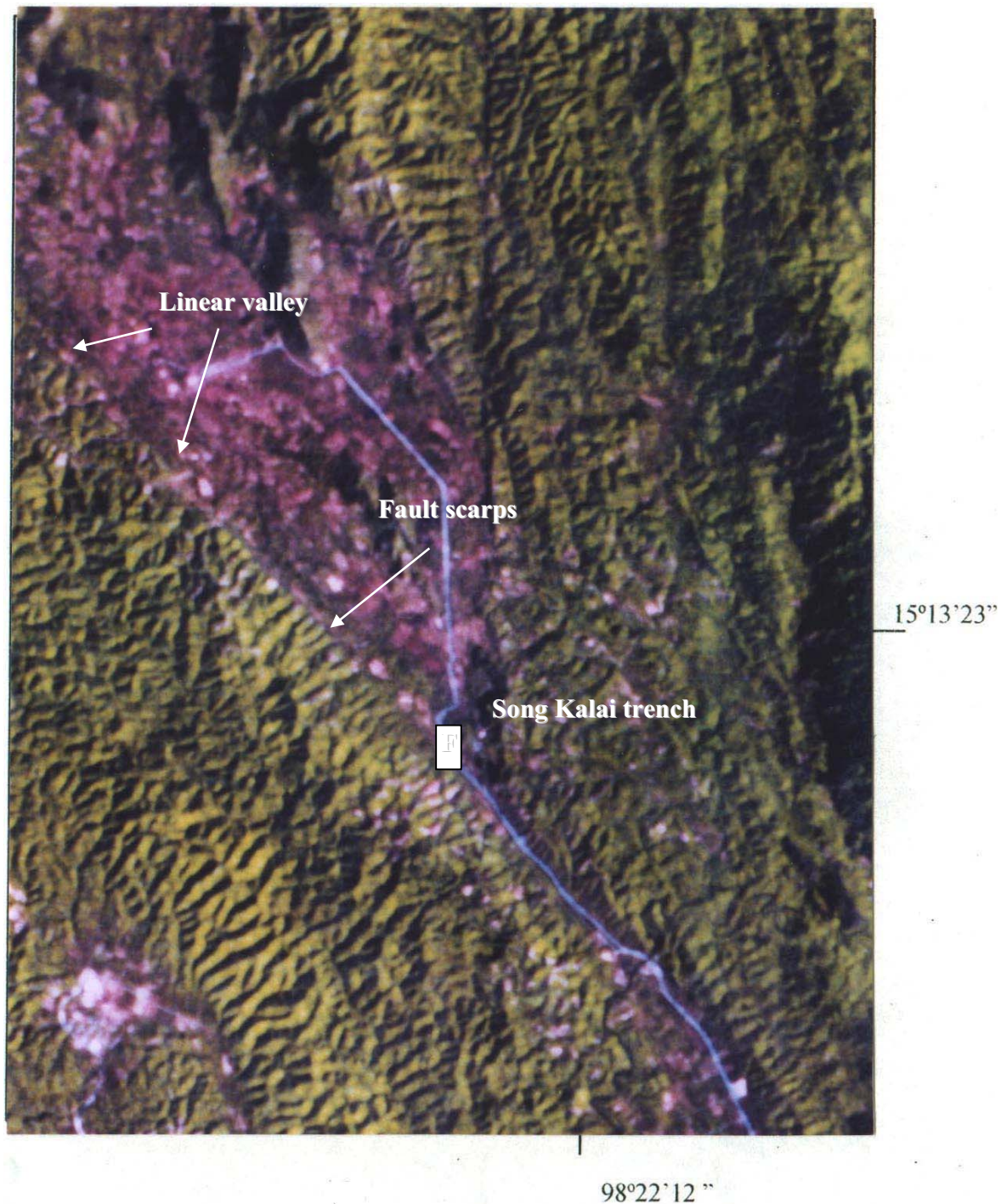
ขุดให้มีขนาดกว้าง และให้ลึกลงกว่าเดิม ขึ้นมาด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบริเวณพื้นที่ศึกษาวิจัยบ้านชองกาเลีย สำหรับลักษณะของทางน้ำเบี่ยงเบนนั้นหลักฐานของการหักงอทางน้ำไม่ค่อยชัดเจนนัก เนื่องจากมีการขุดหนองน้ำขนาดใหญ่ในร่องห้วยเดิม ไม่สามารถเห็นแนวร่องน้ำเดิมได้ จึงไม่พบหลักฐานการเคลื่อนตัวในแนวราบของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ณ บริเวณนี้

การศึกษาวิจัยในรายละเอียดลักษณะของชั้นตะกอนและชั้นหินที่มีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ที่ปรากฏเป็นรอยจารึกไวนบนผนังทั้งสองข้างของร่องสำรวจบ้านชองกาเลีย ซึ่งร่องสำรวจนี้ถูกขุดขึ้นมาด้วยรถแบ็กโฮลโดยพยายามให้ตั้งฉากกับแนวของรอยเลื่อนมากที่สุด และทำการตกแต่งผนังทั้งสองข้างให้เรียบด้วยแรงงานคนงานซึ่งทำให้ได้ร่องสำรวจวางตัวอยู่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ - ตะวันตกเฉียงใต้ (050° - 230°) มีขนาดความยาว 23 เมตร ความกว้าง 2 เมตร และความลึก 2 – 3 เมตร (ดังรูป 5.12ก) สภาพข้อมูลของชั้นตะกอน และชั้นหินภายในร่องสำรวจประกอบชั้นตะกอน 4 ชั้น โดยเรียงลำดับจากบนลงล่างดังนี้

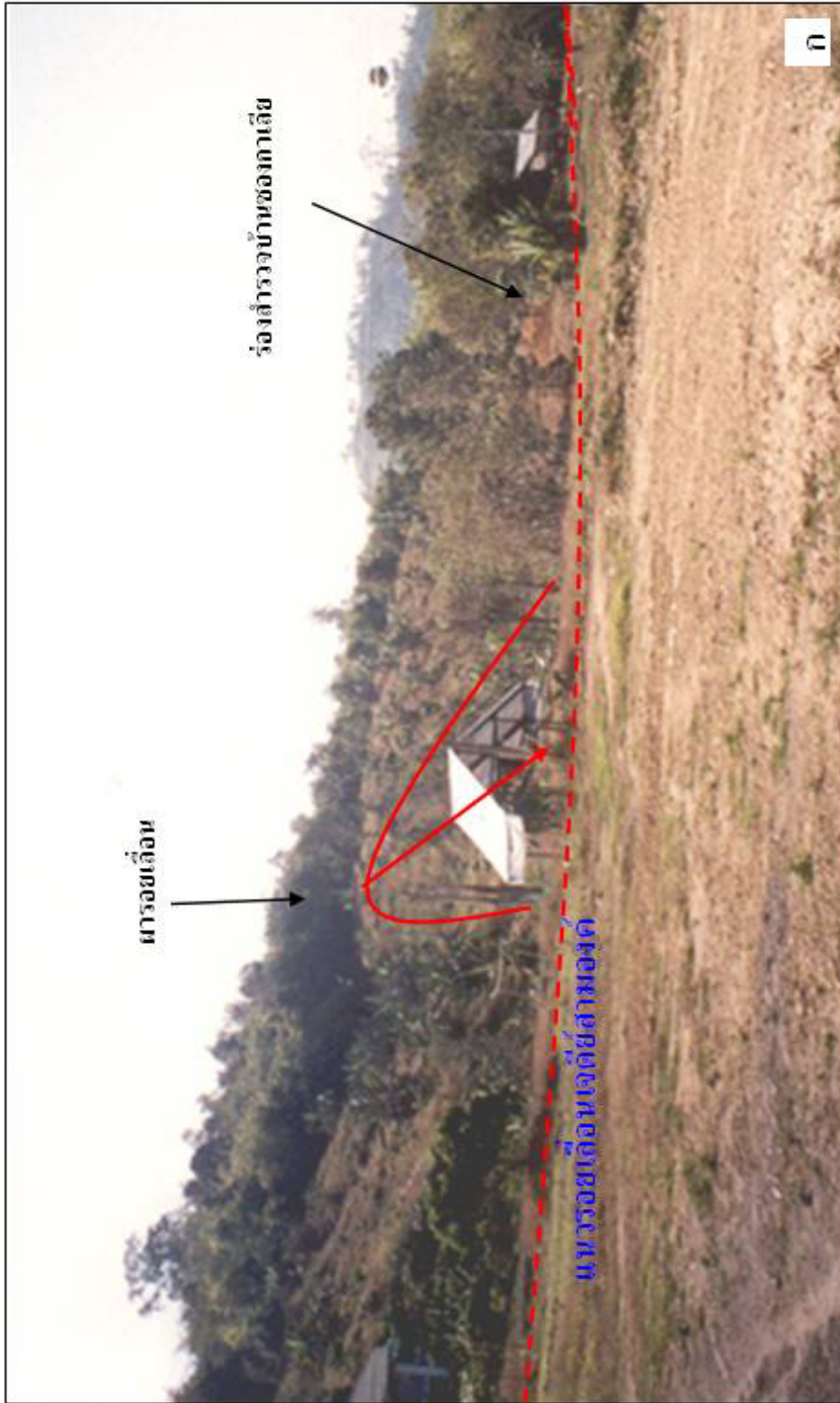
การศึกษาวิจัยในรายละเอียดลักษณะของชั้นตะกอนและชั้นหินที่มีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ที่ปรากฏเป็นรอยจารึกไวนบนผนังทั้งสองข้างของร่องสำรวจบ้านชองกาเลีย ซึ่งร่องสำรวจนี้ถูกขุดขึ้นมาด้วยรถแบ็กโฮลโดยพยายามให้ตั้งฉากกับแนวของรอยเลื่อนมากที่สุด และทำการตกแต่งผนังทั้งสองข้างให้เรียบด้วยแรงงานคนงานซึ่งทำให้ได้ร่องสำรวจวางตัวอยู่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ - ตะวันตกเฉียงใต้ (050° - 230°) มีขนาดความยาว 23 เมตร ความกว้าง 2 เมตร และความลึก 2 – 3 เมตร (ดังรูป 5.12ข) สภาพข้อมูลของชั้นตะกอน และชั้นหินภายในร่องสำรวจประกอบชั้นตะกอน 4 ชั้น โดยเรียงลำดับจากบนลงล่างดังนี้

ตะกอนชั้นที่ 1 เป็นชั้นของดินโคลนปนทรายแป้ง สีน้ำตาล ถึงสีน้ำตาลเข้ม มีความหนาที่ขุดพบได้ในร่องสำรวจมีค่าตั้งแต่ 0.3 - 1.7 เมตร โดยเปลี่ยนแปลงไปตามพื้นผิวภูมิประเทศเดิมที่ได้รับอิทธิพลจากการเคลื่อนขยับตัวของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ และต่อมาถูกกระบวนการชะล้างหน้าดินเข้ามากระทำเพื่อปรับพื้นที่ให้ราบตามสมมุติฐานทางธรรมชาติ แล้วจึงมีดินชั้นที่ 1 นี้เข้ามาตกตะกอนสะสมตัวอย่างช้าๆ ตามตัวกลาง (น้ำ) ที่มีกำลังพัดพาไม่รุนแรง ซึ่งส่วนที่หนาที่สุดอยู่ด้านเชิงเขาติดกับที่ราบ ส่วนที่บางอยู่ ณ ตำแหน่งยอดปลายของแนวรอยเลื่อนนั่นเอง

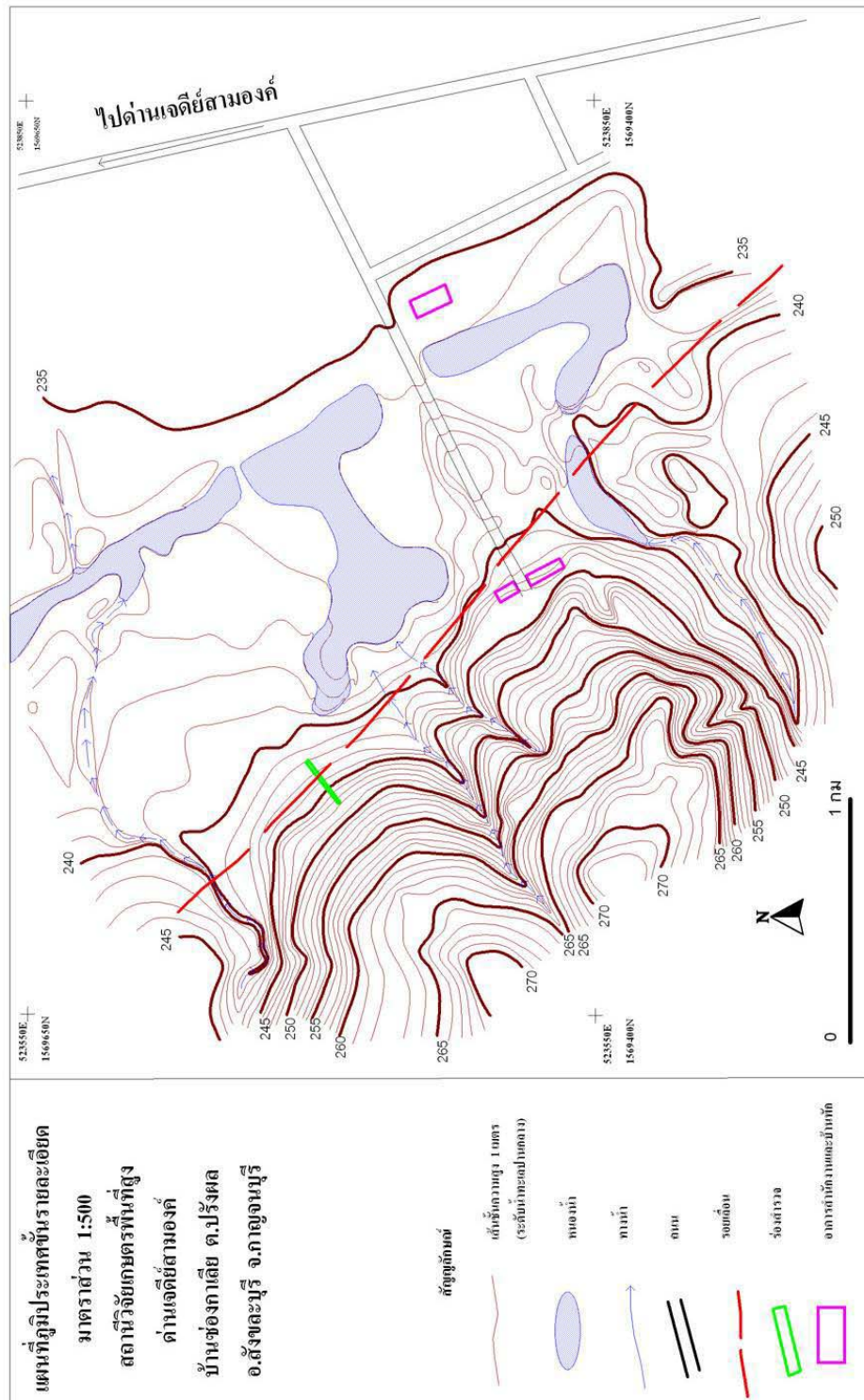
ตะกอนชั้นที่ 2 เป็นชั้นกรวดเล็กปะปนด้วยทรายเม็ดหยาบมาก เม็ดกรวดเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นเศษก้อนเหลี่ยมของหินทรายสีขาว และหินดินดานสีเทา ภายในเนื้อดินมีจุดประสีน้ำตาลแดงกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งชั้นดิน และช่วงบนของชั้นดินนี้มีเม็ดลูกธัญธูปสะสมตัวอย่างมาก ซึ่งชี้ชัดว่าชั้นนี้เดิมเคยเป็นหน้าดินบนมาก่อนเป็นเวลานาน (paleosol) โดยได้รับการเดิมออกซิเจนจากอากาศก่อให้เกิดออกไซด์ของเหล็กในปริมาณมากจับตัวกันเป็นก้อนกลมเล็กๆ หากพิจารณาความหนาของตะกอนชั้นนี้มีความหนาน้อยมากเพียง 10 - 50 เซนติเมตรเท่านั้น และบางช่วงชั้นดินขาดหายไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณช่วงปลายของแนวรอยเลื่อน บ่งชี้ได้ว่าชั้นตะกอนนี้มีการสะสมตัวในพื้นที่นี้ก่อนถูกรอยเลื่อนเข้ามาตัดผ่านและมีอิทธิพลให้ชั้นดินมีความหนาที่ผิดปกติ ถึงขนาดขาดหายไป



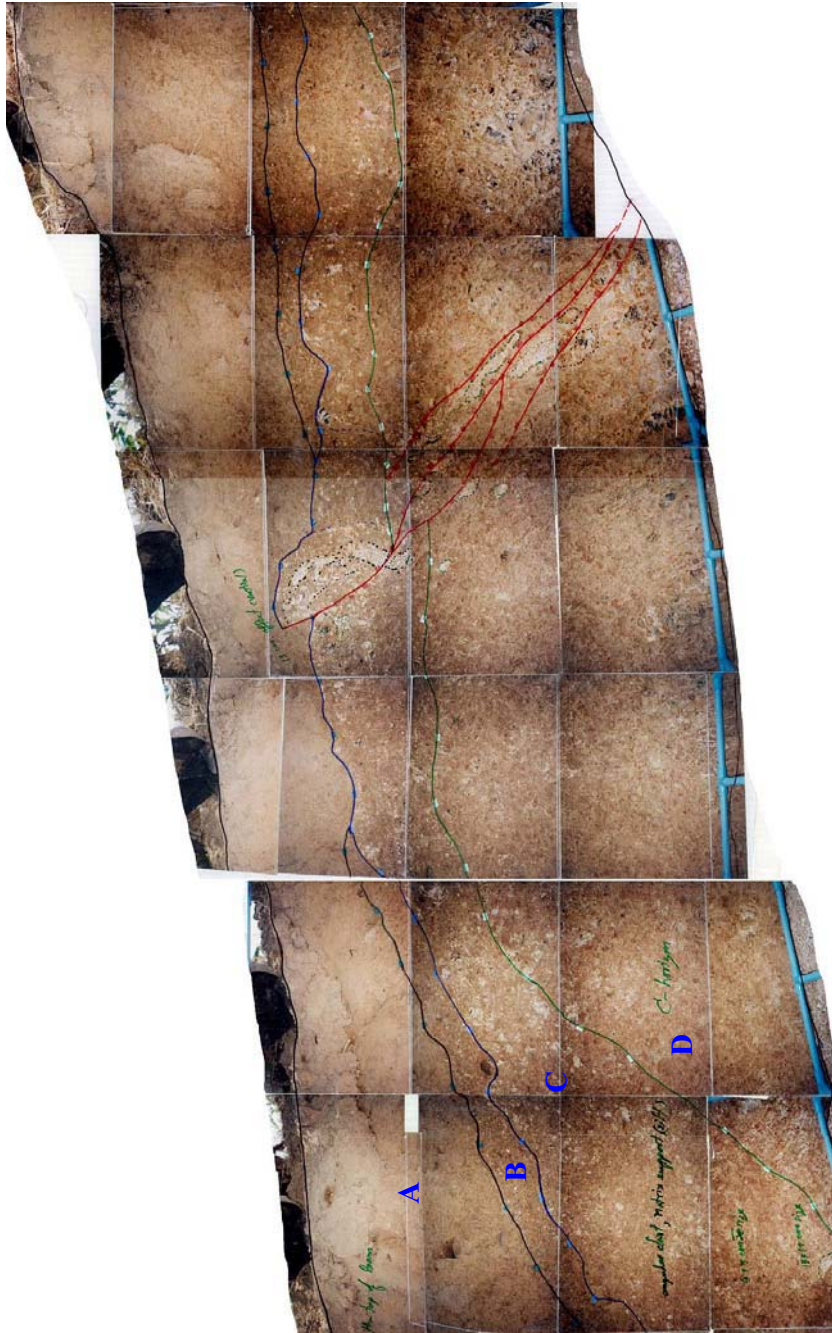
รูป 5.10 แนวรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ที่ยาวต่อเนื่องมาจากประเทศเมียนมาร์ เข้าสู่ดินแดนประเทศไทย
ใกล้ที่ตั้งพระเจดีย์สามองค์ ซึ่งรอยเลื่อนนี้ถูกขุดร่องสำรวจเพื่อศึกษาชั้นดินที่บ้านซองกาเลีย



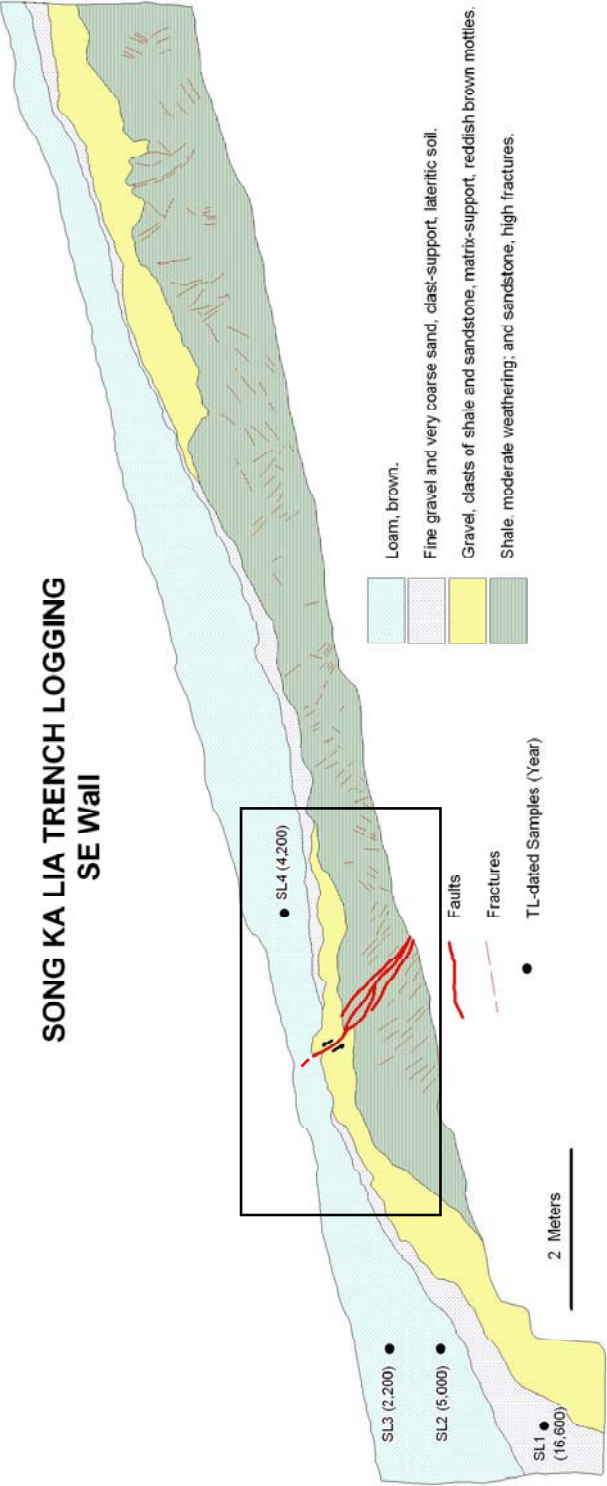
รูป 5.11ก สภาพด้านหลังของสถานวิจัยเกษตรกรรมที่สูงด้านเจดีย์สามองค์ ที่มีธรณีสัณฐานของพารอยเลื่อนชัดเจนที่เหมาะสม
ในการขุดร่องสำรวจบ้านซองกาเลีย



รูป 5.11จ แผนที่ภูมิประเทศรายละเอียดรอบร่องสำรวจบ้านช่องกงเคย ที่มีลักษณะหล่มยุบด้านนํารอยเลื่อน



รูป 5.12ก ภาพตัดขวางพื้นที่ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของร่องลำนางบ้านของกาเลียที่พบรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ
ทำให้พื้นที่ตะกอนขยับขึ้นในแนวตั้ง 13 เซนติเมตร



รูป 5.12ข ผลการแปลความหมายชั้นตะกอนและอายุของตะกอนที่หาด้วยวิธีเรืองแสงความร้อนบนผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของร่องสำรวจบ้านซองกาเลียที่พบรอยเลื่อนย้อน และกรอบสี่เหลี่ยมคือภาพขยายในรูป 5.12ก

ตะกอนชั้นที่ 3 เป็นชั้นตะกอนที่มีกรวดขนาดใหญ่เข้าปะปนในปริมาณมาก ซึ่งกรวดส่วนใหญ่เป็น หินดินดานสีเทา และหินทราย ที่ยังปรากฏสภาพความมีเหลี่ยมคมสูง ซึ่งได้ถูกพัดพามาสะสมตัวไม่ไกลจาก แหล่งกำเนิด(provenance)มากนัก ลักษณะเนื้อพื้นเป็นจุดประสีน้ำตาลแดงกระจายอยู่ทั่วไปในชั้นนี้ และแสดงความหนาเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอมากกว่าชั้นอื่นๆ คือมีตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร พร้อมทั้งแสดงลักษณะชั้นตะกอนที่คดโค้ง อีกทั้งก่อนกรวดซึ่งอ่อนมีรูปร่างที่ถูกบีบอัด และบิดเบี้ยวไป และชั้นตะกอนขยับเคลื่อนออกจากกันให้เห็นชัดเจนในแนวตั้งภายในผนังของร่องสำรวจนี้ ตั้งแต่ 13 ถึง 24 เซนติเมตร เนื่องจากถูกอิทธิพลของรอยเลื่อนตัดผ่านนั่นเอง

ตะกอนชั้นที่ 4 ชั้นนี้หากจัดจำแนกชั้นตะกอนตามลักษณะธรณีวิทยาแล้วถือว่าเป็นชั้นหินผุ ที่ถูกกระบวนการทางธรรมชาติเข้ามากระทำให้หินฐานรากเดิมแสดงการผุพังสูงมาก แต่ยังคงอยู่ที่เดิมไม่เคลื่อนที่ไปที่ใด หินชั้นนี้มีอายุหลายล้านปีซึ่งประกอบด้วยชั้นของหินดินดานสลับด้วยชั้นของหินทรายเม็ดละเอียด ที่มีรอยแตกในเนื้อหินมากมาย ซึ่งรอยแตกนี้มีปริมาณมากในบริเวณใกล้กับแนวรอยเลื่อน

แนวรอยเลื่อนที่ปรากฏเป็นรอยจารึกในชั้นดินของผนังร่องสำรวจบ้านชองกาเลียนี้ ตัดผ่านชั้นหินดินดานสลับหินทรายที่อยู่ล่างสุด ขึ้นมายังชั้นกรวดขนาดใหญ่ และชั้นกรวดขนาดเล็กปนทรายเม็ดหยาบ โดยมีระนาบเอียงตัวไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยมุมประมาณ 40 องศาจากแนวระนาบ ในลักษณะชั้นดินบนระนาบรอยเลื่อนเคลื่อนขึ้นในแนวตั้ง เมื่อดำเนินการวัดแนวรอยเลื่อนนี้จากผนังทั้งสองข้างของร่องสำรวจนี้พบว่ารอยเลื่อนเจดีย์สามองค์วางตัวในทิศ 140 - 320 องศา

จากการตรวจวัดอายุของชั้นตะกอนด้วยวิธีเรืองแสงความร้อนจากตัวอย่าง 4 ตัวอย่างในร่องสำรวจนี้ (ดูรูป 5.7) พบว่าตัวอย่าง 3 ตัวอย่างจากตะกอนชั้นบนสุด (ดินโคลนปนทรายแป้ง) วัดอายุได้ $5,000 \pm 45$ ปี $4,200 \pm 45$ ปี และ $2,200 \pm 35$ ปี และอีกหนึ่งตัวอย่างมาจากชั้นตะกอนถัดจากบนสุด (ชั้นกรวดขนาดเล็กปนทรายหยาบ) วัดได้อายุ $16,600 \pm 215$ ปี

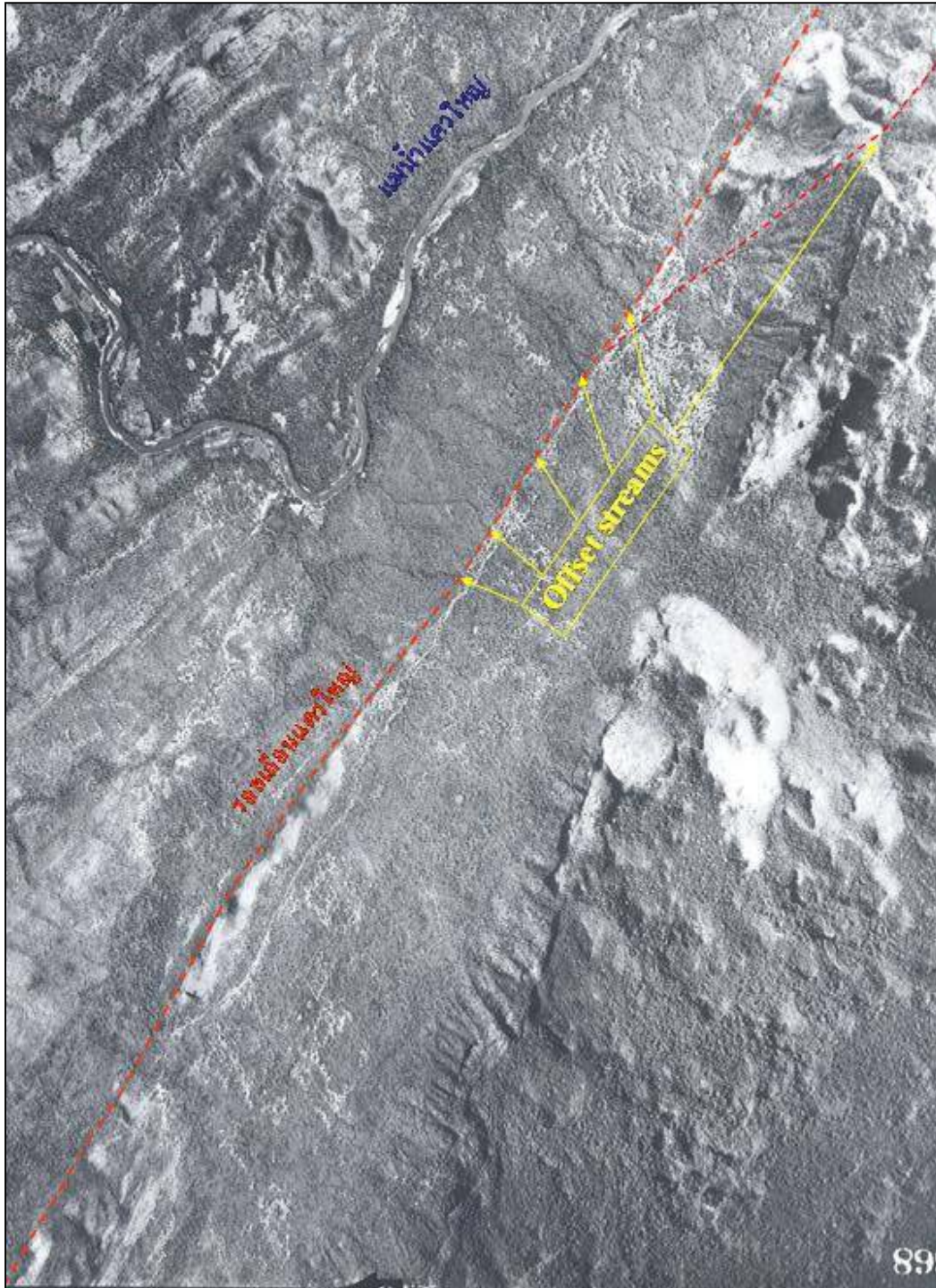
5.2.3 พื้นที่บ้านลุ่มสุ่ม

พื้นที่บ้านลุ่มสุ่ม ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี เป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างแม่น้ำใหญ่ และแม่น้ำแควน้อย และเป็นบริเวณที่น่าสนใจในการศึกษาวิจัยในรายละเอียดของแนวรอยเลื่อนที่พาดผ่านพื้นที่นี้ เนื่องจากอยู่ใกล้กับลำแม่น้ำแควใหญ่ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และด้วยภูมิลักษณะที่เด่นชัดมากของแนวรอยเลื่อนที่เป็นเส้นตรงวางตัวในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ที่ลากผ่านพื้นที่ที่ค่อนข้างราบของตะกอนดินยุคปัจจุบัน (flat alluvial plain) อีกทั้งมีลำห้วยหลายสายเกิดการไหลเบี่ยงแนวในลักษณะเหลื่อมด้านข้างขวาดังที่แสดงด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (ดูรูป 5.13) ที่มีห้วยสาขาที่ไหลลงแม่น้ำแควใหญ่ไม่น้อยกว่า 5 ห้วย โดยที่ห้วยดังกล่าวแสดง

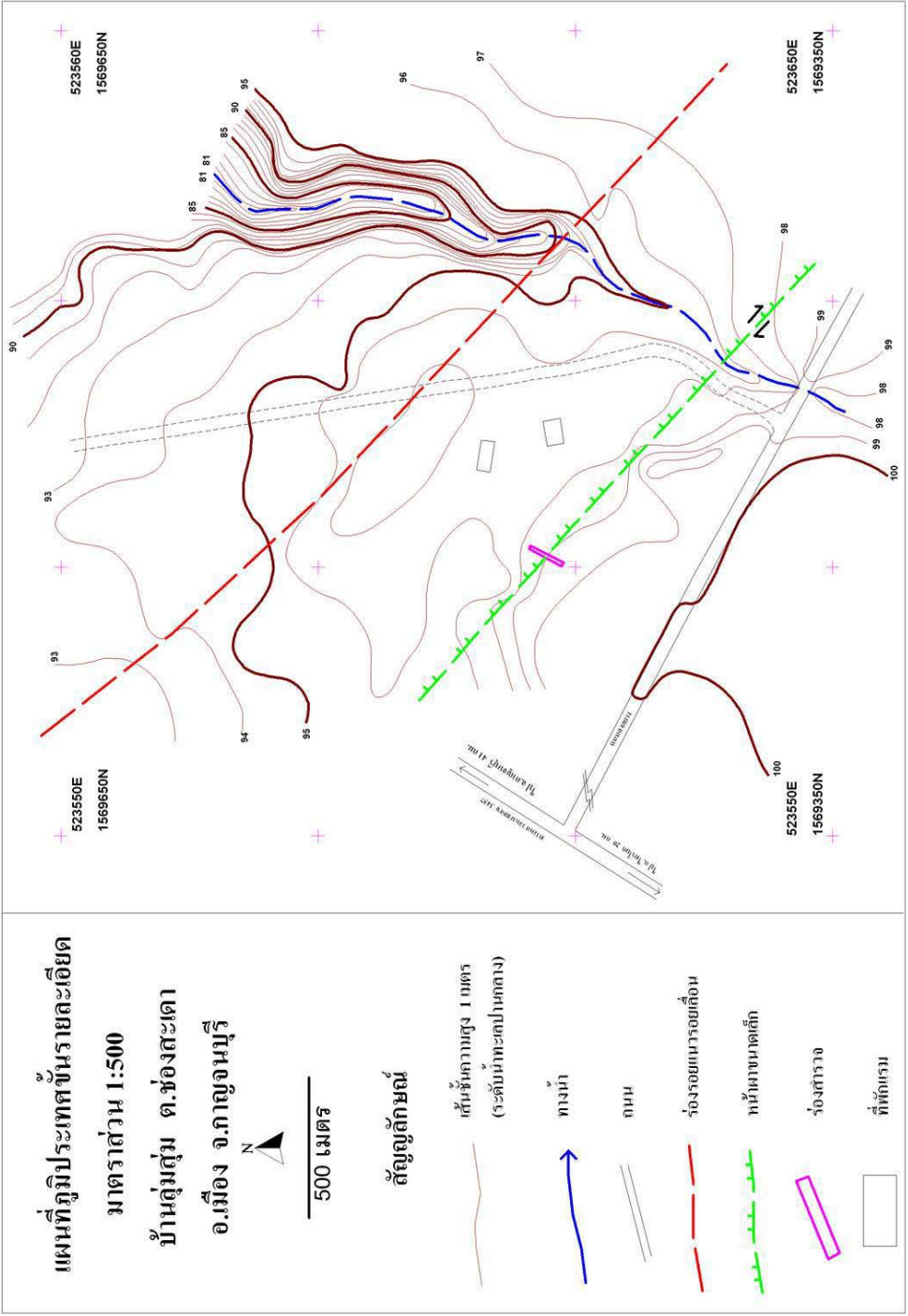
ลักษณะทางน้ำแข็งแนวชนิดหล่อมข้างขวาเมื่อถูกรอยเลื่อนแควใหญ่อันเป็นรอยเลื่อนย่อยของกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ตัดผ่าน และ ณ ตำแหน่งนี้หากพิจารณาระดับของภูมิประเทศในแนวดิ่ง พบว่าระหว่างที่ราบซึ่งแผ่กว้างด้านบนและทอดตัวมาจากภูเขาสูงชันด้านทิศใต้ โดยที่ลาดเชิงเขานี้มีความแตกต่างประมาณ 2 เมตรดังปรากฏในรูป 5.14 และ 5.14 ที่ใช้เป็นที่ขุดร่องสำรวจบ้านลุ่มสุ่ม ผลการวิเคราะห์การลำดับตะกอน(trench logging)พบชั้นดินสีแดง (terra rossa) บางมาก และอยู่ลึกจากผิวดินประมาณครึ่งเมตร ต่อจากนั้นจึงเป็นหินฐานรากที่เป็นหินปูน ซึ่งหินปูนเหล่านี้มีรูปร่างแปลกสวยงาม เนื่องจากถูกกระบวนการชะล้างจากน้ำฝน สามารถใช้เป็นหินประดับในสวนได้ดี เหมือนหลายๆ พื้นที่ในบริเวณนี้ที่ชาวบ้านขุดหาหินปูนรูปร่างแปลกไว้จำหน่าย ซึ่งบ่งชี้ว่าในพื้นที่ทั้งหมดมีการพัฒนาเป็นหน้าดินน้อย เป็นนัยสำคัญว่าบริเวณนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (active tectonic area) เช่น การยกตัวหรือการเคลื่อนตัวของพื้นที่

เนื่องจากชั้นดินชั้นบน(over burden)ไม่หนา ทำให้การขุดร่องสำรวจทำได้ยากมาก จึงไม่มีข้อมูลของชั้นดินในการศึกษาวิจัยประวัติความเป็นมาของรอยเลื่อนแควน้อยในเชิงลึกได้ แต่จากแผนที่ภูมิประเทศที่ทำการรังวัดโดยละเอียด (รูป 5.14) พบว่ามีแนวของหน้าผาเล็ก(เส้นปะพื้นปลาสีเขียว) ที่ตำแหน่งของร่องสำรวจบ้านลุ่มสุ่มในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ- ตะวันออกเฉียงใต้ (140 - 320 องศา) และทำให้ทางน้ำแข็งแนวชนิดหล่อมขวาเป็นระยะทาง 7.10 – 7.20 เมตร ถัดแนวหน้าผาประมาณ 80 เมตรด้านทิศเหนือ พบว่าลำห้วย(หรือร่องน้ำ) มีการเปลี่ยนแปลงระดับความลึกลงอย่างทันทีทันใดเมื่อผ่านร่องรอยของแนวรอยเลื่อนอีกแนวหนึ่ง(เส้นปะสีแดง) ซึ่งขนานกับแนวแรก(คืออยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้) ระดับของลำห้วยที่แตกต่างกันวัดได้ 5 เมตร นั้นหมายความว่ากลุ่มรอยเลื่อนนี้นอกจากเคลื่อนที่ในแนวราบแล้วยังมีการเคลื่อนขยับตัวในแนวดิ่งด้วย

อาจกล่าวโดยสรุปในหัวข้อนี้ได้ว่า ผลการหาอายุโดยวิธี TL จากตะกอนที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนในร่องสำรวจของกาเลีย พบว่าน่าจะมีแผ่นดินไหวจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ เมื่อประมาณ 2,200 ปีมาแล้ว



รูป 5.13 ภาพถ่ายทางอากาศซึ่งครอบคลุมพื้นที่ร่องตำราจบ้านลุ่ม อ.เมือง จ.กาญจนบุรี (กรองสีเหลืองเล็ก)
ที่มีแนวรอยเลื่อนแควใหญ่ (สีแดง) ตัดผ่านที่ราบ และทำให้ลำห้วยเบี่ยงแนว (offset streams)
แบบเลื่อนข้างขวา (dextral)



รูป 5.14 แผนที่ประเทศรายละเอียดบริเวณร้องสำรวจบ้านลุ่มสุม กรอบสัญลักษณ์ของแนวน้ำขนาดเล็ก (เส้นสีเขียว) และร่องน้ำเป็นร่องลึก และเบี่ยงแนวเมื่อพ้นแนวของรอยเลื่อน (สีแดง)

ตาราง 5.1 ผลการวัดหาอายุชั้นตะกอน 7 ตัวอย่าง ในร่องสำรวจด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (TL)

No.	Sample No.	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	WC (%)	AD (mGy/y)	ED (Gy)	TL date (ka)
1	SL1	2.40	18.00	2.15	9.22	6.60	110	16.6±0.21
2	SL2	2.28	19.72	1.60	8.32	6.40	32	5.0±0.45
3	SL3	1.78	16.79	1.43	8.17	5.45	12	2.2±0.35
4	SL4	1.90	21.00	2.42	9.23	7.06	30	4.2±0.045
5	KK5	1.33	13.18	3.26	10.99	3.52	105	30.0±0.42
6	KK6	0.99	10.32	2.53	11.10	2.71	208	77.0±1.1
7	KK7	1.63	13.15	2.26	10.39	2.85	229	80.4±1.3
8	PT3	1.891	15.361	2.048	7.515	3.010	-	-
9	PT4	2.088	15.139	2.037	7.528	3.028	-	-
10	PT5	1.900	14.898	1.939	8.334	2.867	-	-
11	PT6	2.155	14.735	1.845	12.160	2.700	-	-
12	PT7	2.062	17.060	2.104	9.263	3.132	-	-
13	PT8	1.937	15.318	1.846	9.765	2.780	-	-
14	PT10	2.027	15.689	2.547	10.852	3.297	-	-
15	PT1	2.089	15.628	2.096	11.018	2.968	-	-

หมายเหตุ WC Water content

AD Annual dose

ED Equivalent dose (= palesdose)



รูป 5.15 พื้นที่ร่องสำรวจบ้านลุ่มสุม ที่จุด ณ ตำแหน่งที่ปรากฏเป็นผารอยเลื่อนขนาดเล็ก (ting scarp) คล้ายขั้นบันไดระหว่างที่ราบด้านบน(ใกล้ถนน) และที่ลาดเชิงเขาด้านล่าง (ด้านหน้าของรูป)

5.3 การวิเคราะห์หาค่าอายุของรอยเลื่อนนอกร่องสำรวจ

เนื่องจากพื้นที่ครอบคลุมกลุ่มรอยเลื่อนทั้งสองกว้างใหญ่และยาวมาก คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนที่เกี่ยวข้องกับรอยเลื่อนนอกบริเวณที่ขุดร่องสำรวจด้วย โดยได้เน้นการเก็บตัวอย่างในบริเวณที่สอดคล้องและแสดงให้เห็นถึงร่องรอยการเคลื่อนตัวที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและการเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งตัวอย่างที่นำมาใช้เป็นตัวแทนที่แสดงหลักฐานการเคลื่อนตัว ได้แก่ ตะกอนคาร์บอเนตจำพวก travertine (limestone secondary deposit) ซึ่งถูกรอยเลื่อนตัดผ่าน(fault gouge) โดยที่มีตัวอย่าง ทั้งสิ้น 10 ตัวอย่าง และผลของค่าอายุได้แสดงไว้ในตาราง 5.2

จากการศึกษาตัวอย่างที่นำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ค่าอายุนั้น สามารถจำแนกกลุ่มของตัวอย่างได้ออกเป็น 2 กลุ่มดังรายละเอียดในหัวข้อข้างล่างนี้

5.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่าอายุจากตัวอย่างตะกอนอายุอ่อน

ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่างที่อยู่ในบริเวณที่สามารถหาความสัมพันธ์กับกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ทางโทรมสัผัส และธรณีสัณฐาน รวมถึงการรวบรวมและเก็บข้อมูลในสนาม ตัวที่เก็บมาได้มีทั้งตัวอย่างของดินตะกอนและ ตะกอนคาร์บอเนตจำพวกtravertine ซึ่งมีอายุอ่อน(Quaternary Period) จำนวน 6 ตัวอย่าง ซึ่งแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง TP3 เป็นตัวอย่างตะกอนเชิงเขา (colluvial deposit) ของเขาเวียง ถนนสายไทรโยค - สังขละบุรี อำเภอไทรโยค ใกล้กับสถานที่ท่องเที่ยวน้ำตกไทรโยค อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี ESR ได้ค่าอายุ 196 ± 23 พันปี

ตัวอย่าง TH 5-1 เป็นตัวอย่างตะกอนตะพักลำนํ้าระดับสูง (high terrace deposit) ตามเส้นทางอำเภอสังขละบุรี-วัดหลวงพ่อดุตะมะ ณ พิกัด 0442268E/1677753N อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน ได้ค่าของอายุ 171 ± 0.8 พันปี

ตัวอย่าง TH 6-1 และ TH 6-2 เป็นตัวอย่างตะกอนตะพักลำนํ้าระดับสูง (high terrace deposit) กิโลเมตรที่ 2 ตามเส้นทางอำเภอสังขละบุรี-วัดหลวงพ่อดุตะมะ ณ พิกัด 0441754E/1676294N อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน ได้ค่าของอายุ 254 ± 5.5 พันปี และ 226 ± 4 พันปี

ตัวอย่าง TH 8-1 และ TH 8-2 เป็นตัวอย่างตะกอนตะพักลำนํ้าระดับสูง (high terrace deposit) กิโลเมตรที่ 6 ตามเส้นทางอำเภอสังขละบุรี-วัดหลวงพ่อดุตะมะ ณ พิกัด 0436312E/1674074N อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน ได้ค่าของอายุ 185 ± 5.6 พันปี และ 71 ± 2.8 พันปี

ตัวอย่าง TH 9 เป็นตัวอย่างตะกอนตะพักลำนํ้าระดับสูง (high terrace deposit) กิโลเมตรที่ 6.5 ตามเส้นทางอำเภอสังขละบุรี-วัดหลวงพ่อดุตะมะ ณ พิกัด 0435890E/1674950N อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน ได้ค่าของอายุ 212 ± 5.1 พันปี

ตัวอย่าง TH 10-1 TH 10-2 TH 10-3 และ TH 10-ก เป็นตัวอย่างตะกอนตะพักลำนํ้าระดับสูง (high terrace deposit) กิโลเมตรที่ 9 ตามเส้นทางอำเภอสังขละบุรี-วัดหลวงพ่อดุตะมะ-บ้านเวอร์คาคี ณ พิกัด 0435269E/1675538N อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเรืองแสงด้วยความร้อน ได้ค่าของอายุ 260 ± 3.2 พันปี, 226 ± 5.9 พันปี, 198 ± 3.6 พันปี และ 246 ± 3.1 พันปี

ตัวอย่าง TH 33-1 เป็นตัวอย่างตะกอนน้ำพา (alluvial deposit) ในบริเวณริมตลิ่งของแม่น้ำแควน้อย บ้านวังนกแก้ว อำเภอดงพญาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ณ พิกัด 0483609E/1600689N อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน ได้ค่าของอายุ 175 ± 5.1 พันปี

ตัวอย่าง TH 34-1 และ TH 34-2 เป็นตัวอย่างตะกอนน้ำพา (alluvial deposit) ในบริเวณริมตลิ่งของแม่น้ำแควน้อย บ้านวังนกแก้ว อำเภอดงพญาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ณ พิกัด 0480747E/1605877N อายุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองแสงด้วยความร้อน ได้ค่าของอายุ 224 ± 9.2 พันปีและ 184 ± 6 พันปี

5.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าอายุจากตัวอย่างผงรอยเลื่อน (fault gouge)

เราได้เก็บตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อทำการหาอายุจากรอยเลื่อนโดยตรง โดยเฉพาะจากกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ซึ่งตัวอย่างที่ได้ทั้งหมดอยู่ในบริเวณหน้าตัดชั้นตะกอนที่กรมทางหลวงได้ขุดเอาดินตะกอนเพื่อการสร้างทาง ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์หาค่าอายุเป็นตัวอย่างที่ได้จากผงรอยเลื่อน (fault gouge) ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีขนาดเม็ดแร่ละเอียดมากและมีจำนวนน้อยโดยได้ตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง ซึ่งเราพิจารณาว่าเป็นตัวอย่างของผงรอยเลื่อนในรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง TP1 เป็นตัวอย่างที่พบริมถนนสายสังขละบุรี - พระเจดีย์สามองค์ หลักกิโลเมตรที่ 8 บริเวณหน้าตัดขุดล้างของกรมทางหลวง อำเภอสังขละบุรี อายุที่ทำการวิเคราะห์จากการเรืองแสงความร้อน ได้ค่าประมาณ 143 ± 16 พันปี

ตัวอย่าง TP2 เป็นตัวอย่างที่พบริมถนนสายทองผาภูมิ - สังขละบุรี หลักกิโลเมตรที่ 16 บริเวณหลุมยี่มุดของกรมทางหลวง บ้านท่ามะเดื่อ ผลการวิเคราะห์ด้วยการเรืองแสงความร้อน ได้ค่าอายุประมาณ 22 ± 3 พันปี

ตัวอย่าง TP6 เป็นตัวอย่างที่พบริมถนนทางเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยองคิ ในบริเวณหลุมหน้าตัดดินรกล้างของกรมทางหลวง อำเภอทองผาภูมิ อายุที่ได้จากการหาอายุด้วยวิธีการเรืองแสงความร้อน ได้ผลรอบรอยเลื่อนอายุประมาณ 438 ± 53 พันปี และ

ตัวอย่าง TP9 เป็นตัวอย่างที่ได้จากริมถนนทางเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยองคิ จากหน้าตัดรกล้างของกรมทางหลวง ซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณที่เก็บตัวอย่าง TP6 (มาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้) อายุที่ได้จากการเรืองแสงความร้อน ได้ค่าอายุผลรอยเลื่อนเท่ากับ 338 ± 37 พันปี

ตัวอย่าง TH1 เป็นตัวอย่างผงรอยเลื่อนที่บริเวณฝั่งซ้ายของอ่างเก็บน้ำห้วยองคิ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ฌ พิกัด 0468571E/1627210N อายุที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้ค่าของอายุ 186 ± 0.3 พันปี

ตัวอย่าง TH11-1, TH11-2 เป็นตัวอย่างผงรอยเลื่อนพบบริเวณบ่อทิ้งขยะของเทศบาลตำบลทองผาภูมิ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ฌ พิกัด 0458706E/1631669N อายุที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองแสงความร้อน ได้ค่าของอายุ 337 ± 1 พันปี และ 194 ± 1.4 พันปี

ตาราง 5.2 ผลของค่าอายุที่ได้ทั้งจากวิธี *Electron Spin Resonance (ESR)* และ *Thermoluminescence (TL)*
จากตะกอนเก็บจากกลุ่มรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์

วิธี	หมายเลข	U (ppm)	Th (ppm)	K ₂ O (%)	WC (%)	AD (mGy/y)	ED (Gy)	TL date (ka)
ESR								
1	TP3	1.65	6.96	1.09	0	2.09	410	196±23*
2	TP4-1	0.66	0.5	0	0	0.64	145	228±26**
3	TP4-2	0.5	0.5	0	0	0.55	100	183±21**
TL								
1	TP1	2.94	20.55	3.17	11.75	4.33	620	143±16
2	TP2	6.07	24.12	4.32	19.65	5.54	123	22±3
3	TP6	5.99	17.81	1.27	17.6	3.2	1400	438±53
4	TP8-1	3.31	13.84	0.05	13.1	1.63	378***	232±26
5	TP8-2	2.58	7.98	0.32	14.8	1.27	715***	563±59
6	TP9	3.96	9.58	0	18.9	1.39	470	338±37
7	TP10	5.89	17.01	1.14	11.6	3.17	191***	60±6

หมายเหตุ * based on cosmic intensity = 0.25 mGy/a

** based on cosmic intensity = 0.25 mGy/a and internal dose

*** Bleaching Equivalent Dose (bED) calculated by residual intensity (RI) of 0.51 for each sample.

WC = Water content

AD = Annual dose

ED = Equivalent dose (= paleodose)

บทที่ 6

แผนที่การกระจายตัวของชุมชนและรอยเลื่อนมีพลัง

6.1 บทนำ

การใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (Landsat) เพื่อการจัดทำแผนที่การกระจายตัวของชุมชน ในพื้นที่ได้ใช้หลักการในการเก็บบันทึกข้อมูล อันเป็นผลจากการที่แสงอาทิตย์ตกกระทบวัตถุต่างๆ บนผิวโลกทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น และสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (หลังจากบางส่วนถูกดูดกลืน) ไปยังดาวเทียมที่มีเครื่องรับสัญญาณที่ถูกออกแบบให้รับและเก็บบันทึกข้อมูลในช่วงยาวคลื่นต่างๆ จากนั้นจะส่งข้อมูลมายังสถานีรับภาคพื้นดินเพื่อผลิตเป็นภาพฟิล์ม หรือเทปบันทึกข้อมูลดาวเทียมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ข้อมูลดาวเทียมมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในงานนี้เนื่องจากมีความสะดวกรวดเร็ว มีความถูกต้อง และมีความทันสมัยอยู่เสมอ โดยครอบคลุมพื้นที่กว้างขวาง ซึ่งผลทำให้ผู้วิจัยสามารถมองเห็นภาพโดยรวมของพื้นที่ได้ ดังนั้นการศึกษานี้จะได้เลือกใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat TM (Landsat Thematic Mapper) ซึ่งมีช่วงคลื่นที่ทำการบันทึกข้อมูล 7 ช่วงคลื่น (band) ตั้งแต่ 0.45 ถึง 2.35 ไมครอน เพื่อทำให้มีความหลากหลายในการเลือกจับคู่ช่วงคลื่น และให้ภาพที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา จนสามารถเน้นข้อมูล (enhance) ที่ต้องการให้เด่นชัดขึ้นได้อีกด้วย

6.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการแปลความหมายข้อมูลในการทำแผนที่การกระจายตัวของชุมชน โดยการเน้นและปรับปรุงข้อมูลภาพจากดาวเทียม

6.3 พื้นที่ศึกษา

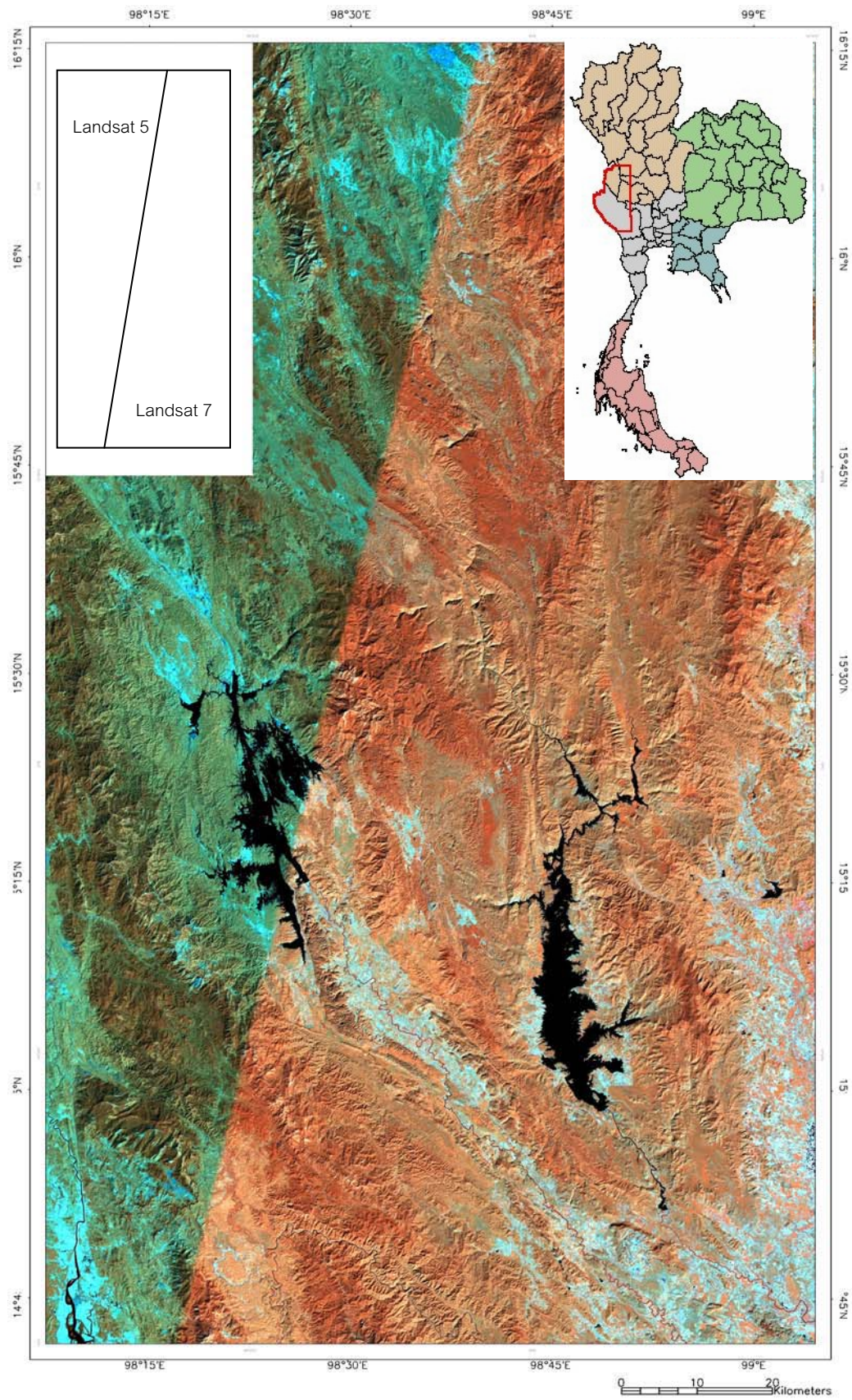
6.3.1 ตำแหน่งและขอบเขต พื้นที่ศึกษาครอบคลุมแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 จำนวน 41 ราวาง รวมพื้นที่ประมาณ 29,725 ตารางกิโลเมตร ซึ่งได้กำหนดพื้นที่โดยภาพดาวเทียมที่แสดงในรูป 6.1

6.3.2 ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยเทือกเขาสูงซึ่งครอบคลุมเกือบทั้งพื้นที่ โดยเทือกเขาวางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-เหนือ และบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงตลอดจนที่ราบบริเวณทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ (รูป 6.1)

6.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานในการทำงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ในหัวข้อข้างล่างนี้

6.4.1 ขั้นตอนเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (Data Preparation) จัดว่าทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เคยศึกษาในบริเวณนี้มาก่อน และเตรียมแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 เพื่อใช้เป็นแผนที่ฐาน (base map) และ



รูป 6.1 ภาพสีผสมเท็จของดาวเทียม Landsat 7 แสดงขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและลักษณะภูมิประเทศอย่างง่าย

จัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat โดยเลือกใช้ช่วงคลื่นที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแปลความหมายข้อมูลลักษณะภูมิประเทศอย่างง่าย

6.4.2 การแปลข้อมูลภาพจากดาวเทียม (Landsat Interpretation) ดำเนินการแปลความหมายเพื่อกำหนดชนิดและขอบเขตของชุมชน จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มาตราส่วน 1:100,000 ที่เตรียมไว้จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเบื้องต้นแล้วรวบรวมทำเป็นแผนที่การกระจายตัวของชุมชนจากภาพถ่ายดาวเทียม เบื้องต้น

6.4.3 การจัดทำแผนที่ (Map Production) นำข้อมูลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมสู่ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และรวบรวมทำเป็นแผนที่การกระจายตัวของชุมชน

6.5 หลักการแปลความหมายข้อมูลภาพจากดาวเทียม

6.5.1 หลักการเบื้องต้นของข้อมูลภาพจากดาวเทียม การศึกษาข้อมูลภาพจากดาวเทียมซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์สาขาหนึ่ง ซึ่งตามคำนิยามของข้อมูลภาพจากดาวเทียม หมายถึง การรับสัญญาณภาพหรือตัวเลขของวัตถุ หรือ พื้นที่โดยที่ไม่ได้สัมผัสกับวัตถุหรือพื้นที่นั้นๆ

การศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แยกออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ศึกษาเกี่ยวกับระบบการรับหรือการเก็บข้อมูล (Data acquisition) ได้แก่ การศึกษา เกี่ยวกับแหล่งกำเนิดพลังงาน การแผ่พลังงานในชั้นบรรยากาศ วัตถุหรือพื้นผิวโลก อุปกรณ์ บันทึกข้อมูล และผลผลิตเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital format)
2. ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทางข้อมูลภาพดาวเทียม คือ ขบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งภาพพิมพ์หรือฟิล์ม (Analog format) โดยผ่านขบวนการแปลงสัญญาณข้อมูลเชิงตัวเลข ด้วยกระบวนการทางคอมพิวเตอร์และ
3. ศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งผลข้อมูลระดับต่างๆ หมายถึง การแปลความหมายข้อมูลต่างๆ จากข้อมูลภาพดาวเทียม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์

6.5.2 ขั้นตอนการแปลความหมายข้อมูลภาพจากภาพถ่ายดาวเทียม

โดยทั่วไปการนำข้อมูลภาพจากดาวเทียมมาใช้ประโยชน์กระทำได้ 2 วิธีตามลักษณะรูปแบบของข้อมูล กล่าวคือ ข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่มีอยู่ในรูปเชิงตัวเลข บรรจุอยู่ในเทปคอมพิวเตอร์ (Computer compatible tape – CCT) หรือคอมแพคดิสก์ (Compact disk – CD) นำมาใช้ประโยชน์ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ระบบวิเคราะห์ภาพ (Image analysis system) ส่วนข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่อยู่ในรูปภาพพิมพ์ หรือ ฟิล์ม มาตราส่วนใดๆ ก็ตาม นำมาใช้ประโยชน์ได้ ด้วยการแปลและตีความหมายภาพดังกล่าวด้วยสายตา (Visual interpretation)

การแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมทั้งด้วยสายตาและวิเคราะห์เทปบันทึกข้อมูลจากดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์นั้นมีขั้นตอนที่เหมือนกัน ยกเว้น วิธีการแปลและวัสดุที่ใช้แตกต่างกัน ซึ่งขั้นตอนการแปลความหมายข้อมูลสามารถแบ่งได้ เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1. ตรวจสอบข้อมูลและรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นที่ 2. แปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม

- แปลด้วยสายตา ใช้ภาพ หรือ फिल्म ทำการแปล

- แปลด้วยคอมพิวเตอร์ จะต้องผ่านกระบวนการต่างๆทางคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 3. เก็บข้อมูลภาคพื้นดิน

ขั้นที่ 4. จัดทำแผนที่จากการแปล และ

ขั้นที่ 5. ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแผนที่ให้ถูกต้อง

6.5.3 หลักการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลภาพดาวเทียม

ดังที่ได้กล่าวข้างต้นเราจำแนกการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลภาพจากดาวเทียม ได้ 2 วิธี คือ การแปลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตาและด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีรายละเอียดของหลักการแปลและวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. หลักการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา

การแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา ขึ้นอยู่กับสมบัติของผู้แปลหรือผู้วิจัยเป็นหลัก ได้แก่ ความรู้ภูมิหลัง (background), ความสามารถทางสายตา (visual ability), ความสามารถในการตัดสินใจ (level of decision), และประสบการณ์ (experiences) ของผู้แปลซึ่งมีหลักการสำคัญดังต่อไปนี้

1) ระดับสีและชนิดของสี (Color and Tone) หมายถึง ความแตกต่างของสี และ ระดับความเข้มของสี ทั้งนี้เนื่องจากค่าสะท้อนช่วงคลื่นที่ไม่เหมือนกันของวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกนั่นเอง สมบัติข้อนี้จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการจำแนกประเภทข้อมูลภาพจากดาวเทียม

2) รูปร่าง (Shape) หมายถึงรูปร่างของวัตถุที่ปรากฏบนภาพเป็นรูปร่างที่มองจากด้านบน (top view) ของวัตถุนั้นๆ ซึ่งวัตถุบางอย่างมีรูปร่างเฉพาะตัว ที่ทำให้สามารถจำแนกออกจากพื้นที่อื่นๆ ได้โดยง่ายภาพจากดาวเทียม เช่น ลักษณะภูมิประเทศแบบการสตัซ์ของหินปูน (karst topography), แม่น้ำมีลักษณะเป็นเส้นยาวโค้งไปโค้งมา เป็นต้น

3) ขนาด (Size) หมายถึง ขนาดของวัตถุที่มีความสัมพันธ์กับมาตราส่วนที่ใช้แปล ขนาดช่วยให้ผู้แปลสามารถแยกวัตถุแต่ละประเภทได้ เช่น ภูเขามีความสูงใหญ่กว่าเนินเขา นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงขนาดของจุดภาพ (Pixel) ของข้อมูลที่ใช้แปลด้วย เช่น ดาวเทียม Landsat มีขนาดของจุดภาพ 30 X 30 เมตร ดังนั้นวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดของจุดภาพ ทำให้เราไม่สามารถมองเห็นได้ในข้อมูลภาพจากดาวเทียม