

นิพนธ์ต้นฉบับ

ลักษณะภูมิฐานและรูปแบบการระบายน้ำในบริเวณแผ่นดินไหว
ลุ่มน้ำสาขาแม่ปung และลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว จังหวัดเชียงราย

**Geomorphological Features and Drainage Patterns in Earthquake Area,
Mae Pung and Mae Lao Sub-Watershed, Chiang Rai Province**

รังสรรค์ เกตุออด*

Rangsank Ket-ord*

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Mueang, Phayao 56000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: rangsank@gmail.com

รับต้นฉบับ 27 พฤศจิกายน 2557

รับลงพิมพ์ 12 มกราคม 2558

ABSTRACT

The Geomorphological Features and drainage patterns in Mae Pung and Mae Lao Sub-Watershed, Chiang Rai Province after 6.3 magnitude earthquake on May 5, 2014 were analysed by geomorphological theory using Geographic Information System (GIS) software-Arc GIS 9.3. According to the result, it was found that the terrain sloped down from northwest to southeast. The geological structure including sandstone, limestone, shale and mudstone aligned in the horizontal plane with low slope. It covered with alluvial sediment, gravel, sand, silt and clay. Moreover, the medium dendritic drainage pattern and the medium to fine dendritic drainage pattern existed in the areas allowing water can freely without bearing. The main rivers in this areas consisted of Mae Lao, Mae Khao, Rong Than and Mae Pon. In addition, the areas with small fault segment, which is a part of the Northern Phayao fault zone were demonstrated that they were rectangular drainage pattern in the direction of faults and the first order stream. Finally, the impact of the earthquake did not affect the drainage patterns in this area.

Keywords: geomorphological features, drainage pattern, earthquake, Mae Pung sub-watershed, Mae Lao sub-watershed

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ลักษณะภูมิฐานและรูปแบบการระบายน้ำในบริเวณแผ่นดินไหวขนาด 6.3 ริคเตอร์ เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนบนของลุ่มน้ำสาขาแม่ปung และมีพื้นที่ต่อเนื่องกับตอนล่างของลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว จังหวัดเชียงราย โดยใช้ทฤษฎีภูมิฐานวิทยา ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรม ArcGIS 9.3 พบว่า

ลักษณะภูมิประเทศมีความลาดเทจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือลงสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ โครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็น หินทราย หินปูน หินดินดาน และหินโคลน วางตัวในแนวระนาบและมีความลาดเทน้อย ทับถมด้านบนด้วยตะกอน ธารน้ำพา กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว มีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบกึ่งไม้ที่มีความหยาบ-ละเอียดของ ลำน้ำปานกลาง (medium dendritic drainage pattern) และแบบกึ่งไม้ที่มีความหยาบ-ละเอียดของลำน้ำปานกลางถึง ละเอียดมาก (medium to fine dendritic drainage pattern) ส่งผลให้ทางน้ำไหลได้อย่างอิสระ ไม่มีทิศทางที่แน่นอน ลำน้ำสำคัญ ได้แก่ น้ำแม่ลาว น้ำแม่ลาว น้ำร่องธาร และน้ำแม่ปอน สำหรับบริเวณที่มีรอยเลื่อนย่อยขนาดเล็ก (fault segment) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มรอยเลื่อนพะเยาตอนเหนือ (Northern Phayao fault zone) มีรูปแบบการระบายน้ำ เป็นแบบตั้งฉาก (rectangular drainage pattern) ตามทิศทางของรอยเลื่อนที่ปรากฏในพื้นที่ โดยมักพบในอันดับลำน้ำ ที่ 1 และพบว่าผลกระทบจากแผ่นดินไหวไม่ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการระบายน้ำในพื้นที่

คำสำคัญ: ลักษณะภูมิฐาน รูปแบบการระบายน้ำ แผ่นดินไหว ลุ่มน้ำสาขาแม่พุง ลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว

คำนำ

การเกิดแผ่นดินไหวขนาด 6.3 ริคเตอร์ เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 โดยมีจุดเหนือศูนย์กลาง แผ่นดินไหว (epicenter) บริเวณตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย พิกัดภูมิศาสตร์ละติจูด 19.68 องศาเหนือ และลองจิจูด 99.69 องศาตะวันออก (Seismic Surveillance Bureau, Department of Meteorology, 2014) ส่วนสำนักสำรวจธรณีวิทยาสหรัฐ (The United State Geological Survey, 2014) รายงานว่าจุดเหนือศูนย์กลางเกิดแผ่นดินไหวอยู่ห่างจากอำเภอแม่ลาวไปทางใต้ 9 กิโลเมตร นับเป็นแผ่นดินไหวครั้งรุนแรงที่สุดที่เกิดขึ้นในประเทศไทยจากที่ได้มีการบันทึกไว้ความสั่นสะเทือนรับรู้ได้ในหลายจังหวัด มีพื้นที่ประสบภัยพิบัติ รวมทั้งสิ้น 7 อำเภอ 47 ตำบล 478 หมู่บ้าน ที่อยู่อาศัยเสียหายรวม 8,935 หลัง โดยเสียหายทั้งหลัง 116 หลัง มีผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์นี้จำนวน 2 คน รวมผู้ที่ได้รับความเดือดร้อนทั้งสิ้นกว่า 54,542 คน (Chiang Rai Statement Center for Phan Earthquake, 2014)

ศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ลึกลงไปจากแผ่นดิน 7.4 กิโลเมตร ในบริเวณกลุ่มรอยเลื่อนพะเยาตอนเหนือ (Northern Phayao fault zone) ลักษณะภูมิประเทศเป็น ผลจากกระบวนการทางธรณีวิทยาที่มีการยกตัวของ

ภูเขาเป็นแนวกั้นแบ่งระหว่างลุ่มน้ำสาขาแม่ลาวและลุ่มน้ำสาขาแม่พุง ตลอดจนการปรากฏแนวรอยเลื่อนในบริเวณที่ราบเชิงเขาซึ่งเป็นตะกอนน้ำพาในยุคควอเทอร์นารี ทำให้รูปแบบการระบายน้ำ (drainage patterns) ได้รับอิทธิพลจากลักษณะทางธรณีวิทยาที่วางตัวอยู่ด้านล่างอย่างเด่นชัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างทางภูมิฐานกับการเกิดรูปแบบการระบายน้ำในบริเวณลุ่มน้ำสาขาแม่พุงและลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว จังหวัดเชียงราย โดยจะทำให้เกิดความเข้าใจในอิทธิพลของลักษณะทางธรณีวิทยาต่อระบบลุ่มน้ำ ทั้งในด้านรูปลักษณะของลุ่มน้ำ รูปแบบการระบายน้ำ และความหยาบ-ละเอียดของลำน้ำ ซึ่งจะจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาระบบลุ่มน้ำที่ถูกควบคุมด้วยปัจจัยทางธรณีวิทยา โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยที่เกิดปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาอย่างต่อเนื่อง

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำสาขาแม่พุง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 1 (ภาคเหนือ) และลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำกก ครอบคลุมพื้นที่อำเภอพาน อำเภอแม่ลาว อำเภอแม่สรวย และอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. จัดเตรียมข้อมูลลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิต่างๆ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ไฟล์ข้อมูลเชิงเลขของเส้นชั้นความสูงและเส้นลำน้ำที่ไหลตลอดปีและไม่ไหลตลอดปีของกรมแผนที่ทหาร ไฟล์ข้อมูลเชิงเลขของโครงสร้างทางธรณีวิทยา (geological structure) และแนวรอยเลื่อน (fault) ของกรมทรัพยากรธรณี รวบรวมไว้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรม ArcGIS 9.3 โดยทำการปรับแก้ค่าพิกัดและระบบการอ้างอิงให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

2. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ทั้งในด้านรูปลักษณะของกลุ่มน้ำ รูปแบบการระบายน้ำ ทิศทางการไหลของน้ำ และความหยาบ-ละเอียดของลำน้ำ

3. ทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางธรณีวิทยา ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ และโครงสร้างทางภูมิสัมพันธ์กับการเกิดรูปแบบการระบายน้ำ โดยใช้ทฤษฎีภูมิฐานฐานวิทยามาประกอบการอธิบาย

4. ตรวจสอบความถูกต้องภาคสนามของข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โดยใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) ได้แก่ รูปลักษณะของกลุ่มน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากแนวรอยเลื่อน ทิศทางการวางตัวของแนวภูเขา รูปแบบการระบายน้ำ ทิศทางการไหลของน้ำตลอดการสัมภาษณ์บุคคลเกี่ยวกับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

ผลและวิจารณ์

ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาเป็นภูเขาและที่ราบระหว่างภูเขา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแอ่งพะเยา-เชียงราย ตำแหน่งจุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหวตั้งอยู่บริเวณรอยต่อของแอ่งขนาดเล็ก 2 แอ่ง คือ แอ่งเชียงราย-พาน และแอ่งเชียงราย-แม่สรวยเกิดเป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีการยกตัวของภูเขาแยกออกเป็น 2 ทิศทาง กล่าวคือ ทิศเหนือ-ใต้ (แอ่งเชียงราย-พาน) และทิศตะวันออก-เฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (แอ่งเชียงราย-แม่สรวย) (Figure 1) จึงกล่าวได้ว่า พื้นที่ศึกษาเป็นแนวการยกตัวของทางธรณีวิทยาที่มีการเปลี่ยนทิศทาง ทำให้ปรากฏรอยเลื่อนทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กอยู่มากมายในพื้นที่ และด้วยลักษณะภูมิประเทศดังกล่าวทำให้บริเวณนี้เป็นแนวแบ่งของ 2 กลุ่มน้ำ คือ กลุ่มน้ำสาขาแม่พุง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มน้ำโขงส่วนที่ 1 มีความลาดเทจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ และกลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มน้ำกก มีความลาดเทจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ลงสู่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณภูเขาเป็นพื้นที่ป่าไม้ ส่วนในบริเวณที่ราบระหว่างภูเขาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (นาข้าว) และเป็นที่ตั้งของชุมชนแบบกระจายตัวตามเส้นทางคมนาคม หมู่บ้านสำคัญในบริเวณตำแหน่งจุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหว ได้แก่ หมู่บ้านร่องธารกลาง ร่องธารเหนือ ร่องธารใต้ แม่คาวัง ดงลาน และสันทราย ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

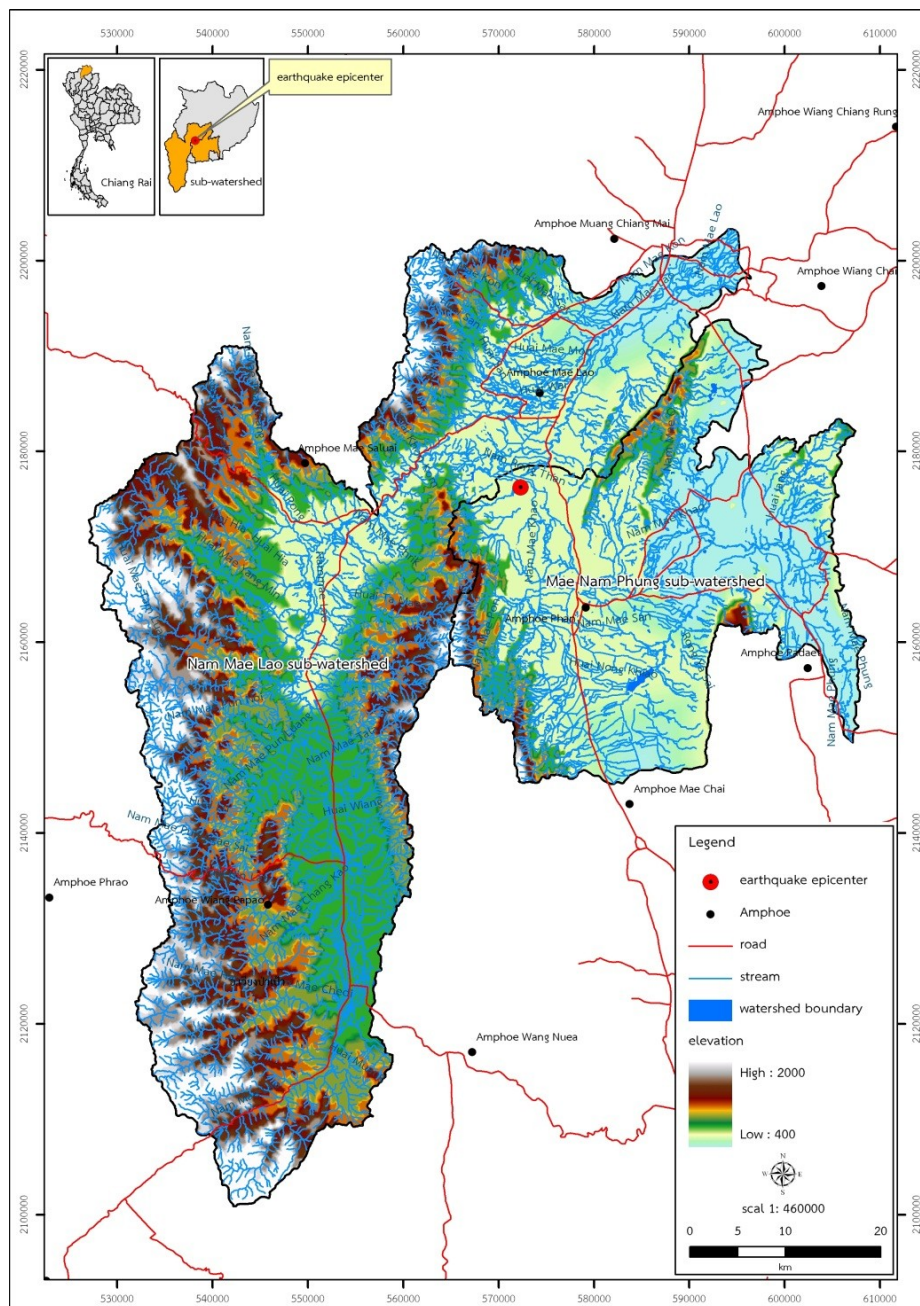


Figure 1 Topography of Mae Pung and Mae Lao sub-watershed.

Source: Royal Thai Survey Department (2012)

ลักษณะทางธรณีวิทยา

โครงสร้างทางธรณีวิทยา

โครงสร้างทางธรณีวิทยาประกอบด้วยหินหลายชนิด โดยในประเภทหินอัคนี ได้แก่ หินแกรนิต ประเภท

หินชั้นหรือหินตะกอน ได้แก่ หินทราย หินดินดาน หินเชิร์ต หินโคลน และในประเภทหินแปร ได้แก่ หินปูน หินควอร์ตไซต์ และหินฟิลไลต์การยกตัวทางธรณีวิทยาเกิดจากกระบวนการธรณีแปรสัณฐาน (tectonic process)

ในอดีตหลายครั้ง ดังจะเห็นได้จากอายุของชั้นหินที่แตกต่างกัน ตั้งแต่อายุเก่าที่สุดคือ หินควอร์ตไซต์และหินฟิลาไลต์ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (SD) หินทรายและหินดินดานยุคคาร์บอนิเฟอรัส (CP) และหินแกรนิตยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Cgr) หินดินดานยุคเพอร์เมียน (P3)

หินทรายยุคไทรแอสซิก (R₋) หินโคลนและหินดินดานยุคจูแรสซิก (Jpk) ทับถมด้านบนด้วยตะกอนธารน้ำพากรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวในยุคใหม่ที่สุดคือ ควอเทอร์นารี (Qa) (Figure 2)

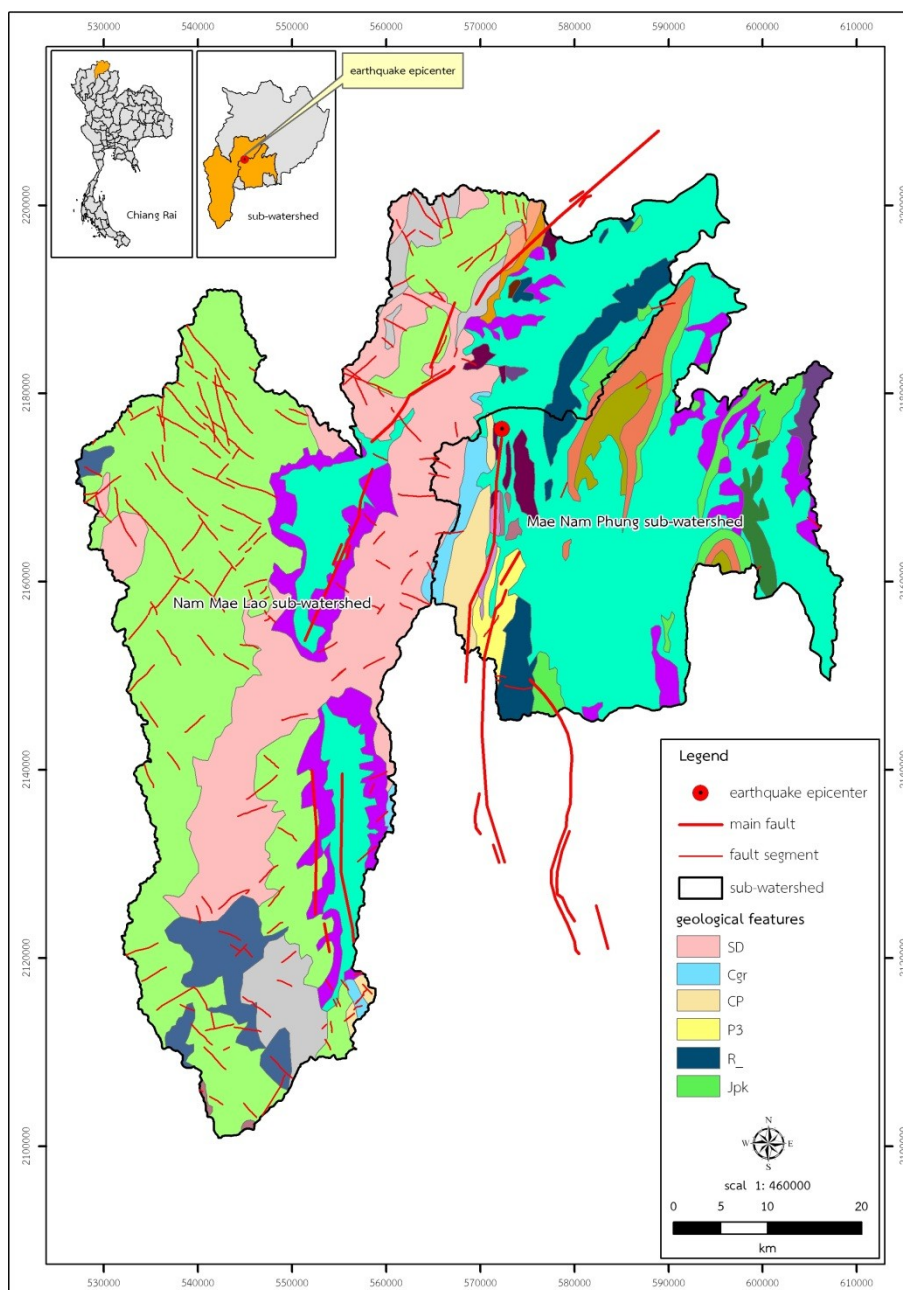


Figure 2 Geological structure and fault lines in the Mae Pung and Mae Lao sub-watershed.

Source: Department of Mineral Resources (2009)

แนวรอยเลื่อน

เมื่อนำข้อมูลตำแหน่งกลุ่มรอยเลื่อนหลัก (fault zone) และรอยเลื่อนย่อยขนาดเล็ก (fault segment) จากข้อมูลรอยเลื่อนของกรมทรัพยากรธรณี มาพิจารณาร่วมกับลักษณะภูมิประเทศ รูปลักษณะลุ่มน้ำ และทิศทางการไหลของลำน้ำ พบว่า ตำแหน่งศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ในบริเวณกลุ่มรอยเลื่อนพะเยาตอนเหนือ (Northern Phayao fault zone) โดยอยู่ทางตอนบนสุดของแนวรอยเลื่อนพาน ซึ่งวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และเป็นพื้นที่เชื่อมต่อกับแนวรอยเลื่อนแม่ลาวทางทิศเหนือ วางตัวในแนวตะวันออก-เฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ แรงกระทำจากกระบวนการธรณีแปรสัณฐานในพื้นที่ทำให้เกิดการยกตัวเป็นแนวภูเขาทำหน้าที่เป็นสันปันน้ำแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำกก มีทิศทางการไหลตามความลาดเทของภูมิประเทศอันเกิดจากแนวรอยเลื่อนจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปสู่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กับ ลุ่มน้ำสาขาแม่พุง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำโขง มีทิศทางการไหลตามความลาดเทของภูมิประเทศอันเกิดจากแนวรอยเลื่อนเช่นเดียวกันจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้ ก่อนเลี้ยวเบนไปทางทิศตะวันออกลงสู่แม่น้ำอิงต่อไป

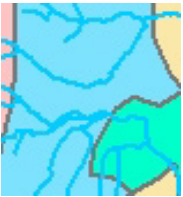
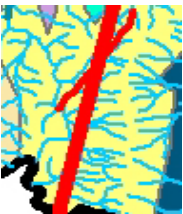
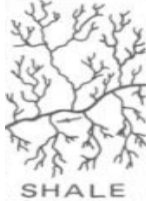
ลักษณะทางภูมิฐานกับการเกิดรูปแบบการระบายน้ำ

จากโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่หลากหลาย (Table 1) ทำให้มีรูปแบบการระบายน้ำที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ (dendritic drainage pattern) ทางน้ำไหลได้อย่างอิสระ ไม่มีทิศทางที่แน่นอน ลำน้ำสำคัญ ได้แก่ น้ำแม่ลาว น้ำแม่ลาว น้ำร่องธาร และน้ำแม่ปอน จำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ กล่าวคือในบริเวณที่เป็นหินทราย (CP และ R_) และหินแกรนิต (Cgr) มีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ที่มีความหยาบ-ละเอียดของลำน้ำปานกลาง (medium dendritic drainage pattern) ส่วนในบริเวณที่เป็นหินดินดาน (P3) และหินโคลน (Jpk) มีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ที่มีความหยาบ-ละเอียดของลำน้ำปานกลางถึงละเอียดมาก (medium to fine dendritic drainage pattern) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Howard (1967) ที่กล่าวว่า รูปแบบทางน้ำกิ่งไม้ที่หนาแน่น (dense drainage pattern) จะปรากฏอยู่บนหินดินดาน ซึ่งมีเนื้อหินที่อ่อนและละเอียดกว่า หินแกรนิตและหินทราย ส่วนรูปแบบทางน้ำกิ่งไม้ที่หยาบ (coarse drainage pattern) จะปรากฏอยู่บนหินแกรนิต และหินทราย ซึ่งมีความทนทานต่อการชะล้างพังทลายมากกว่าหินดินดาน (Table 2)

Table 1 The geological features and drainage patterns observed in the studied sites of earthquake area.

Symbol	Rock category	Rock type	Period	Drainage pattern
SD	Sedimentary Rocks, Metamorphic Rocks	Quartzite, phyllite, schist, sandstone, shale, and tuff	Silurian-Devonian	Medium dendritic, Rectangular
Cgr	Igneous Rocks	Granite and granodiorite (Intrusive complex)	Carboniferous	Medium dendritic, Rectangular
CP	Sedimentary Rocks, Metamorphic Rocks	Sandstone, shale, and chert	Carboniferous	Medium dendritic
P3	Sedimentary Rocks, Metamorphic Rocks	Shale, calcareous and carbonaceous shale with chertbed; tuffaceous shale	Permian	Medium to fine dendritic
R_	Sedimentary Rocks, Metamorphic Rocks	Sandstone, tuffaceous sandstone, limestone, and conglomerate (marine)	Triassic	Medium dendritic
Jpk	Sedimentary Rocks, Metamorphic Rocks	Siltstone, shale, fine grained sandstone and conglomerate	Jurassic	Medium to fine dendritic

Table 2 Geological features and drainage patterns classified based on the theory of Howard (1967).

Stream appearance	Major rock type	Drainage pattern	Theory of Howard (1967)
	Quartzite, Phyllite, Schist	Medium dendritic, Rectangular	-
	Granite	Medium dendritic, Rectangular	 GRANITE
	Sandstone	Medium dendritic	 SAND- STONE
	Shale	Medium to fine dendritic	 SHALE

สำหรับในบริเวณที่มีรอยเลื่อนย่อยขนาดเล็ก (fault segment) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มรอยเลื่อนพะเยาตอนเหนือ (Northern Phayao fault zone) พบว่ามีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบตั้งฉาก (rectangular drainage pattern) ตามทิศทางของรอยเลื่อนที่ปรากฏในพื้นที่ (Figure 3) และจะเห็นได้ว่าลำน้ำสำคัญในพื้นที่

ได้แก่ น้ำแม่ลาว น้ำแม่ปอน และน้ำแม่คว มีรูปแบบและทิศทางการไหลตามแนวรอยเลื่อนหลักทั้งสิ้น กล่าวคือน้ำแม่ลาว มีทิศทางการไหลตามแนวรอยเลื่อนแม่ลาว ส่วนน้ำแม่ปอนและน้ำแม่คว มีทิศทางการไหลตามแนวรอยเลื่อนพาน ซึ่งรูปแบบการระบายน้ำแบบตั้งฉากมักพบในอันดับลำน้ำที่ 1 (1st order) เป็นส่วนใหญ่

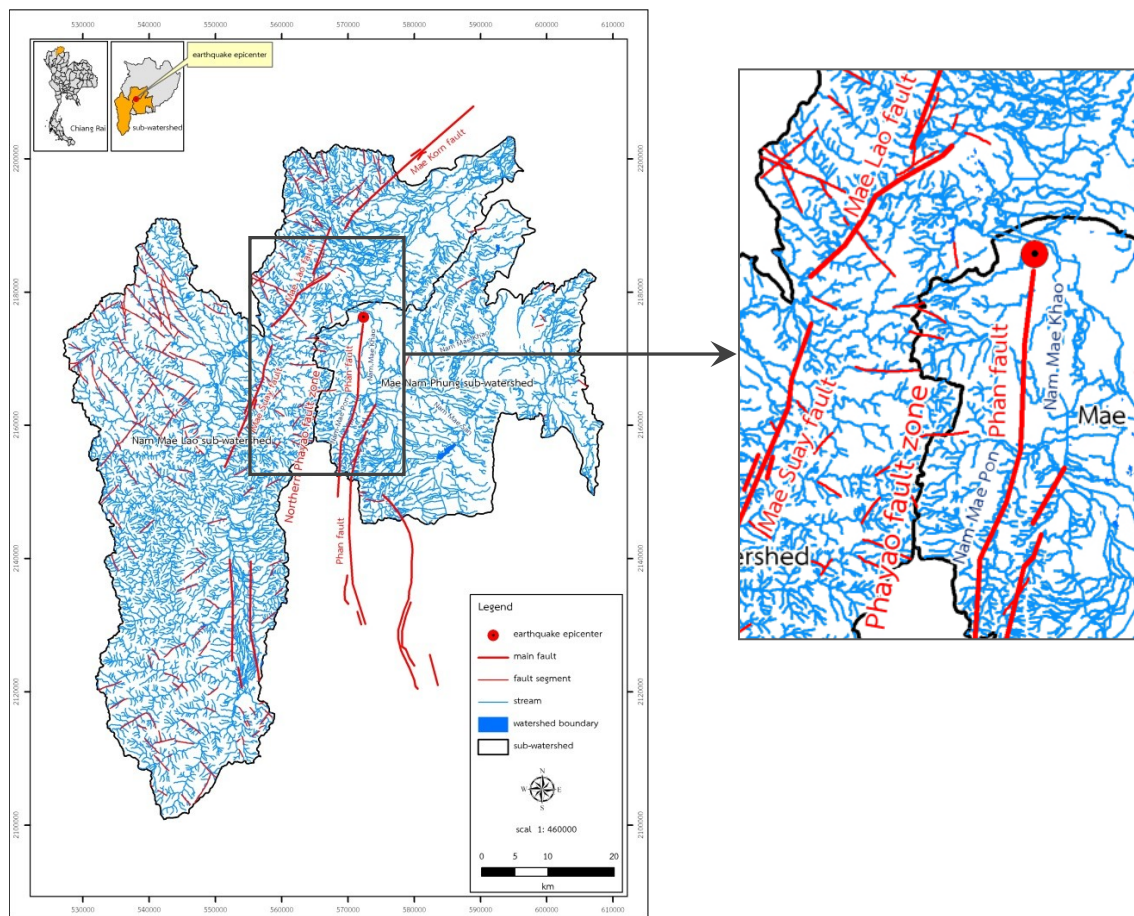


Figure 3 The drainage patterns and fault lines in the studied sites of earthquake area.

นอกจากนั้น จากการลงพื้นที่ตรวจสอบความถูกต้องภาคสนามในบริเวณตำแหน่งแผ่นดินไหวโดยใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียม และการสัมภาษณ์บุคคลเกี่ยวกับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของพื้นที่พบว่า รูปลักษณะของกลุ่มน้ำทิศทางการวางตัวของแนวภูเขา รูปแบบการระบายน้ำ และทิศทางการไหลของลำน้ำไม่ได้รับผลกระทบใดๆ อย่างเด่นชัดจากการเกิดแผ่นดินไหวโดยพบเพียงการพังทลายของตลิ่งลำน้ำในบางพื้นที่เท่านั้น

สรุป

การศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะทางธรณีวิทยากับรูปแบบการระบายน้ำในบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหว

ไหว เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนบนของกลุ่มน้ำสาขาแม่ปung และตอนล่างของกลุ่มน้ำสาขาแม่ลาว จังหวัดเชียงราย โดยใช้ทฤษฎีภูมิฐานวิทยา ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาเป็นภูเขาและที่ราบระหว่างภูเขา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแอ่งพะเยา-เชียงราย ตั้งอยู่บริเวณรอยต่อของแอ่งขนาดเล็ก 2 แอ่ง คือ แอ่งเชียงราย-พาน และแอ่งเชียงราย-แม่สรวย เกิดเป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีการยกตัวของภูเขาแยกออกเป็น 2 ทิศทาง โครงสร้างทางธรณีวิทยาประกอบด้วยหินหลายชนิดซึ่งเกิดจากกระบวนการธรณีแปรสัณฐาน (tectonic process) ในอดีตหลายครั้ง ดังจะเห็นได้จากอายุของชั้นหิน

ที่แตกต่างกัน ตั้งแต่อายุเก่าที่สุดคือหินควอร์ตไซต์ และหินฟิลไลต์ในยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน มาจนถึง ตะกอนธารน้ำพา กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ในยุคควอเตอร์นารี

โครงสร้างทางธรณีวิทยาส่งผลให้มีรูปแบบการระบายน้ำที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ จำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ กล่าวคือในบริเวณที่เป็นหินทรายและหินแกรนิต มีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ที่มีความหยาบ-ละเอียด ของลำน้ำปานกลาง (medium dendritic drainage pattern) ส่วนในบริเวณที่เป็นหินดินดานและหินโคลน มีรูปแบบการระบายน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ที่มีความหยาบ-ละเอียด ของลำน้ำปานกลางถึงละเอียดมาก (medium to fine dendritic drainage pattern) นอกจากนี้ยังพบรูปแบบการระบายน้ำแบบตั้งฉาก (rectangular drainage pattern) ในบริเวณที่มีรอยเลื่อนย่อยขนาดเล็กโดยมักปรากฏอยู่ในอันดับลำน้ำที่ 1 เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งลำน้ำสำคัญในพื้นที่ล้วนมีรูปแบบและทิศทางการไหลตามแนวรอยเลื่อนหลักทั้งสิ้น ผลกระทบที่เกิดจากแผ่นดินไหวไม่ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการระบายน้ำในพื้นที่ แต่ทั้งนี้ควรนำเทคนิควิธีการสำรวจสมัยใหม่ ได้แก่ การรังวัดในภูมิประเทศ การแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ (photogrammetry) เพื่อศึกษาถึงผลกระทบระยะยาวต่อองค์ประกอบทางกายภาพอื่นๆ ของลุ่มน้ำต่อไป

REFERENCES

- Chiang Rai Statement Center for Phan Earthquake. 2014. **The damage from Phan earthquake**. Available source: [http://th.wikipedia.org/wiki/2014Phan earthquake](http://th.wikipedia.org/wiki/2014Phan_earthquake), October 10, 2014.
- Department of Mineral Resources. 2009. **Geological structure and fault lines in Chiang Rai province**. Ministry of Natural Resources and Environment. CD-ROM.
- Howard, A. D. 1967. Drainage analysis in geologic interpretation. **The American Association of Petroleum Geologists**. 51 (11): 2246-2259.
- Royal Thai Survey Department. 2012. **Contour lines, elevation and major landmarks in Chiang Rai province**. Royal Thai Armed Forces Headquarters. CD-ROM.
- Seismic Surveillance Bureau, Department of Meteorology. 2014. **2014 Phan earthquake**. Available source: [http://th.wikipedia.org/wiki/2014Phan earthquake](http://th.wikipedia.org/wiki/2014Phan_earthquake), October 10, 2014.
- The United States Geological Survey. 2014. **M6.1 - 13km NNW of Phan, Thailand**. Available source: <http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usb000qack#summary>, October 4, 2014.