



สภาวะแวดล้อมทางเทคนิคและแหล่งแร่
บริเวณแม่สรวย – เวียงป่าเป้า ภาคเหนือประเทศไทย

Tectonic Settings and Mineral Deposits of
Mae Suai – Wiang Pa Pao Area, Northern Thailand

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วุฒิ อุดตโม
รองศาสตราจารย์ ดร. สัมพันธ์ สิงหาราชรพันธ์
อาจารย์ ดร. วิทยา กันทรธ
อาจารย์ ดร. สราวุธ จันทร์ประเสริฐ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เสนอต่อ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

All rights reserved

กันยายน 2546

บทคัดย่อ

สภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคและแหล่งแร่
บริเวณแม่สรวย – เวียงป่าเป้า ภาคเหนือประเทศไทย

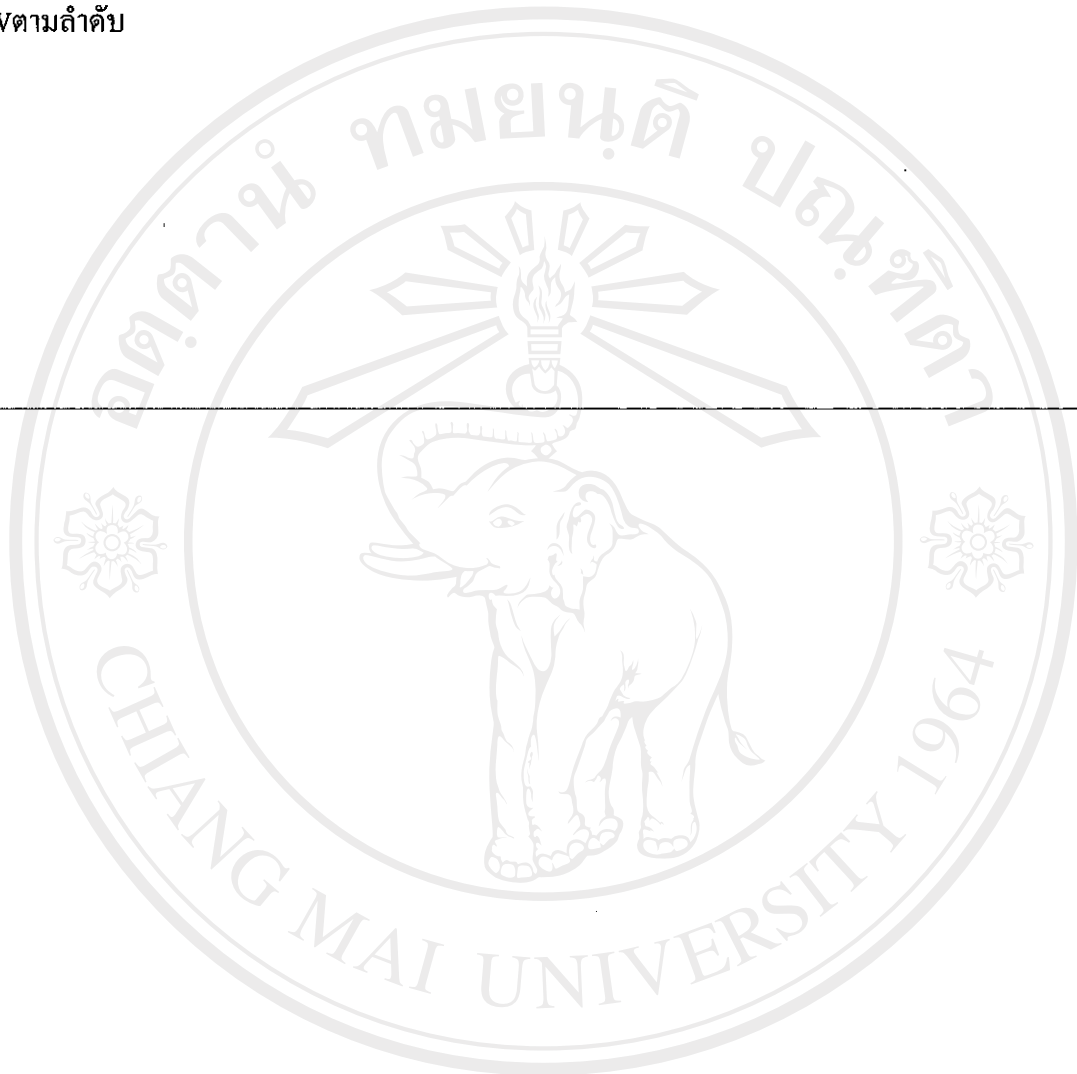
โดย วุฒิ อุดตโม สัมพันธ์ สิงหราชวาพันธ์ วิทยา คันธรส สราวุธ จันทระประเสริฐ

จากการศึกษาลักษณะธรณีวิทยาในภาคสนามบริเวณแม่สรวย-เวียงป่าเป้าพบว่าหน่วยหินที่มีการแผ่กระจายตัวมากที่สุดคือหน่วยหินแปรที่เกิดขึ้นมาในยุค ไชลูเรียน – ดีโวเนียน หน่วยหินนี้น่าสนใจก็เพราะว่ามีแหล่งแร่ทองคำ หินแปรชุดนี้นอกจากจะมีหิน ฟิลไลต์ –ควอตไซต์-ซิสต์ แล้วยังพบหินเมตาเบไซต์ และ หินอ่อน แทรกสลับอยู่บ้างเล็กน้อย ในตอนกลางพื้นที่พบยังพบหินแกบโบรแทรกต์ตัดเข้าไปในหินแปรชุดนี้ด้วย มีหลักฐานในภาคสนามว่าหินแปรถูกกระทำให้เกิดการคดโค้งมากกว่าหนึ่งครั้งในหลายช่วงเวลา หินแปรเหล่านี้ถูกแปรสภาพมาจากหินตะกอนที่ตกสะสมตัวในน้ำทะเลลึกหรือร่องลึกก้นมหาสมุทร สภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคในขณะที่ตะกอนตกจมจะเป็นแบบ ocean basin ที่เกิดร่วมกับ ocean-ridge basalts จากหลักฐานที่พบหิน metabasite และ หิน metagabbro สภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคในขณะที่ตะกอนยุค ไชลูเรียน – ดีโวเนียน ถูกแปรสภาพซึ่งเกิดขึ้นในยุคเพอร์เมียน นั้น น่าจะเป็นแบบ subduction – relate setting และเป็นช่วงเวลาเดียวกับที่แร่ทองคำได้ตกผลึกในช่องว่าง รอยแตก หรือรอยแยกในเนื้อหินแปรเหล่านี้

ต่อมาในยุคไทรแอสซิกได้เกิดสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคแบบ collision-relate setting ในภาคเหนือประเทศไทย โดยมี หินฐานธรณีฐาน-ไทยเลื่อนเข้าชนกับ หินฐานธรณีอินโดจีน ทำให้ได้หินแกรนิตชนิด S-type แทรกดันขึ้นมาในหินแปรและหินตะกอนที่มีอายุแก่กว่า หินแกรนิตชุดนี้ได้พาเอาแร่ดีบุกและแร่สังกะสีขึ้นมาสะสมตัวตามช่องว่างตามแนวแตกแนวแยกที่อยู่ในโซนด้านบนของ พลูตอน และ ในโซนสัมพันธ์กับหินแปร หรือหินภูเขาไฟที่มีอายุแก่กว่า ตั้งแต่ยุค เทอร์เชียรี จนถึงยุค ปัจจุบัน พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยจะอยู่ในสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคแบบ continental rifting โดยเปลือกโลกถูกแรงดึงด้านข้างทำให้แตกออกเป็นแอ่งสะสมตะกอนแบบ rift basins ที่มีการวางตัวในแนวเหนือใต้และมีภูเขายกตัวขึ้นสองข้างของแอ่ง และ อาจมีรอยเลื่อนปกติที่วางตัว เหนือ-ใต้ ภายในแอ่งแม่สรวยและแอ่งเวียงป่าเป้าด้วย

จากข้อมูลสนาม และจากการแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม รอยแตกที่เกิดในพื้นที่ที่มีการวางตัว N-S, E-W, NW-SE และ NE-SW ทั้งหมดมีศักยภาพในการเป็นช่องทางสำหรับสารละลายแร่เข้าไปตกทับถม สารละลายประเภทนี้สามารถเกิดร่วมกับการแทรกซอนของหินแกรนิตที่พบทั่วไปในพื้นที่ศึกษาการแทรกซอนของหินอัคนีและสารละลายแร่ที่เกิดร่วมน่าจะเกิดในขณะที่มีการอัดทางด้านข้าง ในทิศทาง E-W ซึ่งจะส่งผลให้รอยแตกที่วางตัว N-S ปิดและไม่เหมาะสมเป็นช่องทางการไหลและสะสมตัวของสารละลายแร่ ดังนั้นสายแร่ที่มีอายุในช่วง ไทรแอสซิกน่าจะมีการสะสมในรอยแยกที่วางตัว E-W, NW-SE และ NE-SW

จากทิศทางการวางตัวของแอ่งแม่สรวยและแอ่งเวียงป่าเป้าในแนว N-S ประกอบกับการเคลื่อนที่ของ รอยเลื่อนแม่ลาวและรอยเลื่อนแม่กวงแสดงถึงการดึงออกทางด้านข้างในทิศทาง E-W และการอัดทางด้านข้างในทิศทาง N-S รอยแตกที่เหมาะสมแก่การไหลและสะสมตัวของสารละลายแร่ที่มีอายุในช่วงเทอร์เชียรี และควอเทอร์นารีซึ่งอาจเป็นสารละลายน้ำร้อนระดับตื้น (epithermal solution) จึงน่าจะวางตัว N-S, NW-SE และ NE-SWตามลำดับ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ABSTRACT

Tectonic Settings and Mineral Deposits of Mae Suai – Wiang Pa Pao Area, Northern Thailand

By Wutti Uttamo, Sampan Singharajwarapan, Wittaya Kandharosa, and Sarawute Chantraprasert

From geologic fieldwork, it is founded that the rock unit that occurs extensively in Mae Suai – Wiang Pa Pao area is the Silurian – Devonian metamorphic rock unit. This unit is interesting because it contains some gold deposits. The unit consists of phyllite, quartzite, and schist, with some isolated outcrops of metabasite and marble. Some gabbro rocks intruded into the metamorphic sequences. Field evidences suggest the unit has been deformed more than one time and polyphase folds developed.

Before metamorphosed, these sediments deposited in deep sea during Silurian-Devonian and its tectonic setting was ocean basin associated with ocean-ridge basalts. These deep marine sediments were metamorphosed in subduction-relate tectonic setting during Permian time. The metamorphism process also produced gold deposits within the metasediments.

During Triassic period, northern Thailand experienced a collision-relate setting in which the Shan-Thai Craton collided with Indochina Craton. This orogeny produced S-type granite plutons. One of these plutons occur on the west side of Mae Suai and Wing Pa Pao basins. The granite intruded into older-age metamorphic and sedimentary sequences. During this time, hydrothermal solution from the granitic magma brought tin and tungsten ore to deposit in fractures and breccia zone of the upper part of granitic pluton or deposit in the contact zones between granite and metamorphic-volcanic rock sequences.

From Tertiary to recent, northern Thailand is under the influence of continental rifting in which the continental crust is extended resulting in rift basin formation. From field data and the interpretation of satellite images, many fractures and faults have been delineated. Their trends include N-S, E-W, NW-SE and NE-SW direction. All these fractures have a potential for migration of hydrothermal solution, and deposition of ore-forming minerals.

During Triassic period, these hydrothermal solution could occur coeval with granitic intrusion. The E-W compression force during Triassic made N-S trending fractures closed. Therefore, ore bodies would deposit in open fractures of E-W, NW-SE and NE-SW trends. However during Tertiary period, there are N-S compression and E-W extension. These stress system made E-W trending fractures closed. The epithermal solution could migrate and deposit ore bodies within N-S, NW-SE and NE-SW open fractures.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนงบประมาณทั้งหมดในการวิจัย งานวิจัยครั้งนี้ได้รับความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความร่วมมือจากกลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาชั้นปีที่ 4 ที่ได้ไปฝึกภาคสนามในอำเภอแม่สรวย และ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ยืนยง ปัญงสวัสดิ์วงศ์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำด้วยดีตลอดโครงการ ขอขอบคุณ ดร. พิษณุ วงศ์พรชัย หัวหน้าภาควิชาธรณีวิทยา และ คุณ อุดลย์ ยาวิชัย เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ GIS / Remote Sensing ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูล ธรณีวิทยาในระบบ GIS ขอขอบคุณ อาจารย์ บุษยศักดิ์ ที่ได้จัดทำแผนที่ภูมิประเทศระบบ GIS คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ	2
1.2 ข้อมูลทางธรณีวิทยาที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน	7
1.3 ข้อมูลทางแหล่งแร่ที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน	9
บทที่ 2 ธรณีสัณฐานและ โครงสร้าง lineaments บริเวณ แม่สรวย – เวียงป่าเป้า	11
2.1 การศึกษาโครงสร้างแนวเส้น (lineaments) จากภาพถ่ายดาวเทียม	11
2.2 ภูมิสังฐานและลักษณะธรณีวิทยาของบริเวณแม่สรวย – เวียงป่าเป้า	12
2.3 การวิเคราะห์ธรณีสัณฐาน โครงสร้างแนวเส้น ธรณีวิทยา และ แหล่งแร่ ในพื้นที่ อ. แม่สรวย	12
2.4 การวิเคราะห์ธรณีสัณฐาน โครงสร้างแนวเส้น ธรณีวิทยา และแหล่งแร่ ในพื้นที่ อ. เวียงป่าเป้า	18
บทที่ 3 ธรณีวิทยาและการลำดับชั้นหินบริเวณ แม่สรวย – เวียงป่าเป้า	29
3.1 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย	29
3.2 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า	32
3.3 พื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า	35
บทที่ 4 โครงสร้างธรณีวิทยา บริเวณ แม่สรวย – เวียงป่าเป้า	39
4.1 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย	39
4.2 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า	41
4.3 พื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า	44
บทที่ 5 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ทองคำ ดีบุก และ ทังสตะเบน	48
5.1 แร่ทองคำ	48
5.2 แร่ดีบุก	49
5.3 แร่ทังสตะเบน	49
5.4 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ทองคำ	49
5.5 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ดีบุก	50
5.6 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ทังสตะเบน	55

บทที่ 6 การอภิปรายและสรุปผลการวิจัย	หน้า
บรรณานุกรม	57
ประวัติการศึกษาและประสบการณ์ของนักวิจัย	61
	66



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1	แผนที่แอ่งสะสมตัวในยุคซีโนโซอิกของภาคเหนือประเทศไทย และ แสดงพื้นที่ศึกษาวิจัย (Study Area) ในอำเภอแม่สรวย - อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย	3
รูปที่ 1.2	แผนที่แสดงเส้นทางหลวงที่เข้าสู่พื้นที่ศึกษาวิจัยจาก จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงรายและจังหวัดพะเยา	4
รูปที่ 1.3	แผนที่ทางหลวงบริเวณพื้นที่ศึกษา	5
รูปที่ 1.4	ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ของภาคเหนือประเทศไทย	6
รูปที่ 1.5	แสดงแผนที่เทคโทนิค (Tectonic map) ของภาคเหนือประเทศไทย	8
รูปที่ 2.1	แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM-7 บริเวณอำเภอแม่สรวยและอำเภอเวียงป่าเป้า	13
รูปที่ 2.2	แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณ อำเภอแม่สรวย-อำเภอเวียงป่าเป้า	14
รูปที่ 2.3	ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 บริเวณอำเภอแม่สรวย	15
รูปที่ 2.4	แสดงเส้น Lineaments ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 บริเวณอำเภอแม่สรวย	17
รูปที่ 2.5	แสดงเส้น Lineaments ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม ในบริเวณอำเภอแม่สรวย เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการกระจายตัวของหน่วยหิน และ แหล่งแร่	19
รูปที่ 2.6	ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 ในบริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า	20
รูปที่ 2.7	แสดงเส้น Lineaments ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม ในบริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า	21
รูปที่ 2.8	แสดงเส้น Lineaments ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม ในบริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการกระจายตัวของหน่วยหินต่างๆและแหล่งแร่	23
รูปที่ 2.9	แสดงพื้นที่สามบริเวณที่มีศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ แหล่งแร่ ดีบุก และ ทั้งสะเตน	25
รูปที่ 2.10	แสดงพื้นที่บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอแม่สรวย (Area 1) ที่มีศักยภาพ แหล่งแร่ทองคำ	26
รูปที่ 2.11	แสดงพื้นที่บริเวณด้านตะวันตกเฉียงเหนือ และด้านเหนือของอำเภอเวียงป่าเป้า ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ดีบุก และแร่ทั้งสะเตน	27
รูปที่ 2.12	แสดงพื้นที่บริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้และด้านใต้ของอำเภอเวียงป่าเป้า ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ดีบุกและทั้งสะเตน และแหล่งแร่พลวง	28
รูปที่ 3.1	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย	30
รูปที่ 3.2	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า	33
รูปที่ 3.3	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า	36
รูปที่ 4.1	แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่อำเภอแม่สรวย	40
รูปที่ 4.2	แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่อำเภอแม่สรวย-อำเภอแม่ลาว	42
รูปที่ 4.3	แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า บริเวณรอยต่อระหว่างอำเภอแม่สรวยและ อำเภอเวียงป่าเป้า	43
รูปที่ 4.4	แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า	45

บทที่ 1 บทนำ

ภาคเหนือของประเทศไทย มีลักษณะเป็นภูเขาสูงสลับกับที่ราบลุ่มของแอ่งสะสมตะกอนในบริเวณภูเขา และเชิงเขา มีรอยเลื่อนและรอยแตกที่เกิดขึ้นมาหลายทิศทาง รอยเลื่อนบางแห่งมีสายแร่สำคัญสะสมตัว อาทิเช่น แร่ทองคำ ดีบุก หังสะเตน พลวง และฟลูออไรต์ เป็นต้น

รอยเลื่อนและรอยแตกเหล่านี้เกิดขึ้นมาจากกระบวนการทางเทคโทนิค (Tectonic Processes) ที่เกิดขึ้นมาในอดีตหลาย ๆ ครั้ง กระบวนการทางเทคโทนิคนี้คือ กระบวนการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกที่เป็นสาเหตุให้เกิดเทือกเขา เกิดการคดโค้งของชั้นหิน (folds) และเป็นสาเหตุให้ชั้นหินเกิดการแตก การแยก และกลายเป็นรอยเลื่อน (faults) ในทิศทางต่าง ๆ รอยเลื่อนและรอยแตกที่มีขนาดลึกถึงใต้ผิวโลก จะทำหน้าที่เป็นช่องทางให้น้ำแร่ร้อน (hydrothermal solution) พาแร่ธาตุสำคัญไหลขึ้นมาสะสมตัวใกล้ผิวโลก หากมีปริมาณมากก็จะกลายเป็นแหล่งแร่เศรษฐกิจที่สำคัญได้

กระบวนการทางเทคโทนิคดังกล่าว จะทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิค (tectonic setting) หลาย ๆ แบบ อาทิเช่น rifting, subduction, collision และ extension ซึ่งสภาวะแวดล้อมเหล่านี้จะเป็นตัวควบคุมกระบวนการธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง และกระบวนการเกิดแหล่งแร่ชนิดต่าง ๆ (Condie, 1997)

พื้นที่ในอำเภอแม่สรวย และอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย อำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่รอยต่อของ 3 จังหวัด ที่มีเทือกเขาขุนตาลวางตัวในแนวเหนือ-ใต้อยู่กลางพื้นที่ ในพื้นที่นี้มีแหล่งแร่สำคัญเกิดขึ้นมา และบางแหล่งได้มีการเปิดทำเหมืองแล้ว แหล่งแร่เหล่านี้คือ แร่ทองคำ แร่ดีบุก (cassiterite) แร่ซีไลต์ (scheelite) แร่ wolframite (wolframite) แร่พลวง (stibnite) และแร่ฟลูออไรต์ (fluorite)

โครงสร้างธรณีวิทยาและสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคที่เกิดขึ้นในอดีตในบริเวณนี้ มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดแหล่งแร่ชนิดต่าง ๆ ขึ้นมา อย่างไรก็ตามยังไม่มียานวิจัยที่จะศึกษาอย่างละเอียดถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิค กับการเกิดแหล่งแร่ในบริเวณนี้ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทีมวิจัยของภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะได้ทำการศึกษาอย่างละเอียดถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิค และแหล่งแร่ดังกล่าวข้างต้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาว่าภายในบริเวณ อ.แม่สรวย และ อ.เวียงป่าเป้า ของจังหวัดเชียงราย ได้มีสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคแบบใดเกิดขึ้นมาและเกิดขึ้นในยุคใดบ้าง และ

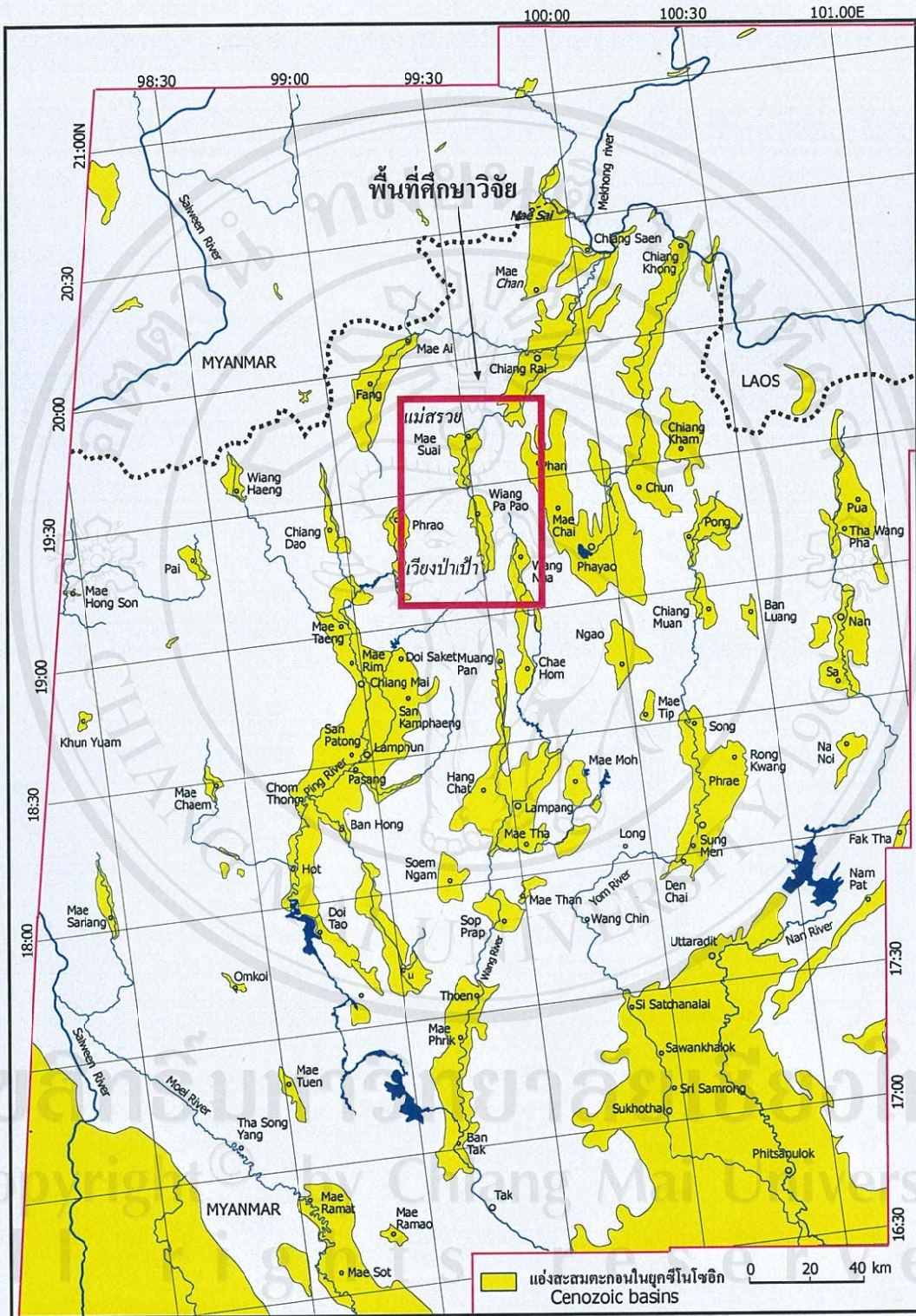
แหล่งแร่แต่ละชนิดมีการกำเนิดในสภาวะแวดล้อมทางเทคโนโลยีแบบใด เพื่อศึกษาว่าแหล่งแร่ต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างธรณีวิทยา ในบริเวณนี้อย่างไรบ้าง และสามารถนำเอาผลงานจากงานวิจัยนี้ไปใช้ประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ในพื้นที่อื่น นอกจากนี้ยังได้จัดสร้างฐานข้อมูลระบบ GIS ของพื้นที่ศึกษาในด้านธรณีโครงสร้าง และธรณีวิทยาแหล่งแร่

1.1 ที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

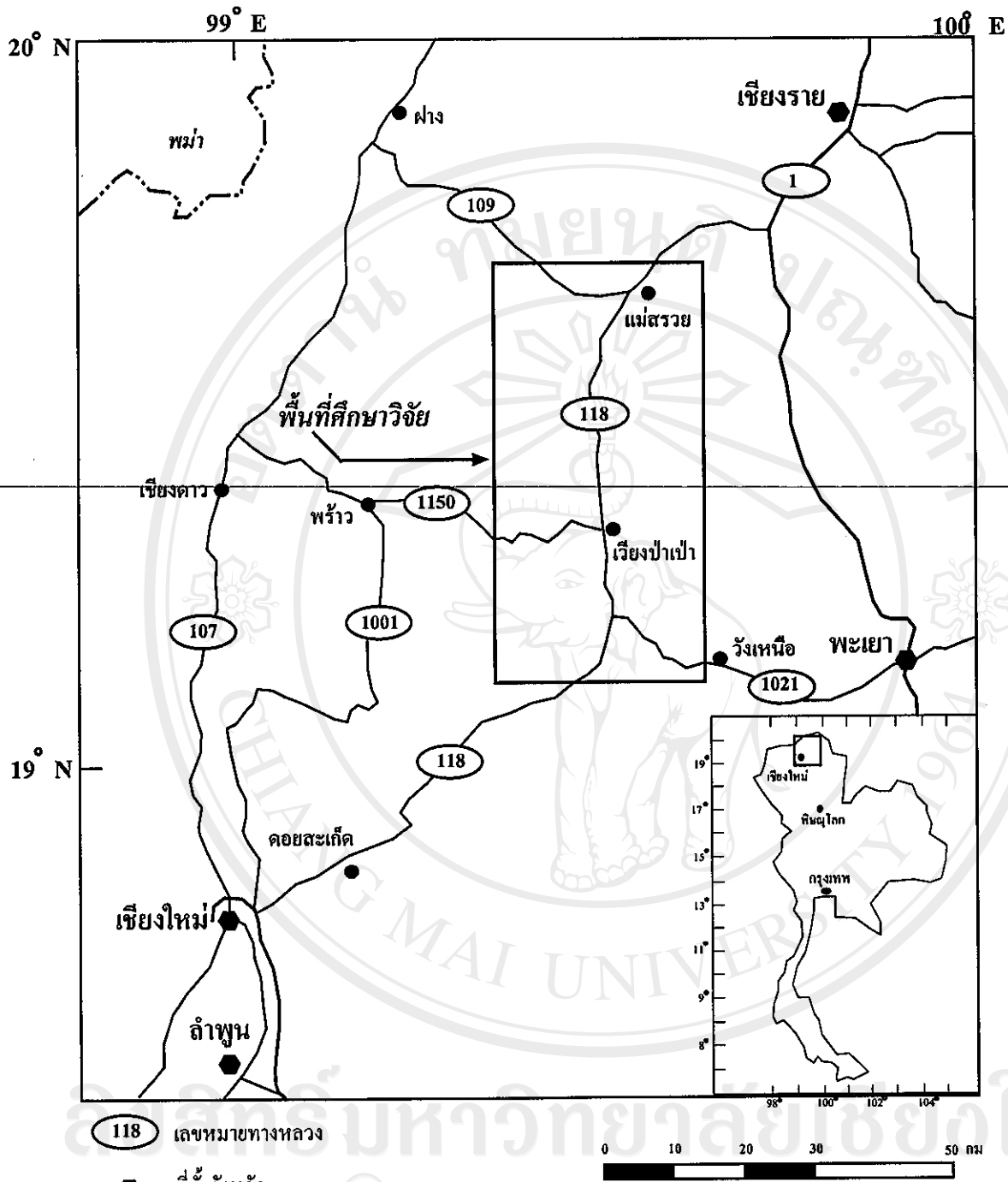
พื้นที่ศึกษาอยู่ทางด้านเหนือของประเทศไทย (รูปที่ 1.1) อยู่ในเขตอำเภอเวียงป่าเป้าและอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย อยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 70 กิโลเมตร พื้นที่ศึกษามีเนื้อที่ประมาณ 1,800 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวจากเหนือลงใต้ประมาณ 60 กิโลเมตร มีความกว้างตะวันออก ตะวันตก ประมาณ 30 กิโลเมตร จุดศูนย์กลางของพื้นที่ ศึกษาอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 19 องศา 30 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 99 องศา 30 ลิปดาตะวันออก

การเข้าสู่พื้นที่ศึกษาจากตัวเมืองเชียงใหม่ใช้เส้นทางหลวงหมายเลข 118 (รูป 1.2) ผ่านอำเภอคอยสะเก็ดขึ้นไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือข้ามภูเขาคอยนางแก้วลงสู่ที่ราบหุบเขาของอำเภอเวียงป่าเป้าทางหลวงหมายเลข 118 จะวิ่งผ่านกลางพื้นที่ศึกษาในแนวเหนือใต้ ไปสู่อำเภอแม่สรวยทางทิศเหนือ นอกจากนี้ยังมีทางหลวงหมายเลข 1021 แยกจากบ้านแม่จะจานทางด้านใต้ของอำเภอเวียงป่าเป้า ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่อำเภอวังเหนือและจังหวัดพะเยาตามลำดับ จากอำเภอเวียงป่าเป้าสามารถไปสู่อำเภอพร้าวที่อยู่ทางด้านตะวันตกโดยทางหลวงหมายเลข 1150 จากอำเภอแม่สรวยมีทางหลวงหมายเลข 109 ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือสู่อำเภอฝาง รอบๆ พื้นที่ศึกษามีเขตอำเภอต่างๆ ดังนี้ อำเภอแม่ลาว อำเภอไชยปราการตั้งอยู่ทางทิศเหนือ (รูปที่ 1.3) อำเภอพานอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอพร้าวอยู่ทางทิศตะวันตก อำเภอวังเหนือและอำเภอคอยสะเก็ดอยู่ทางทิศใต้

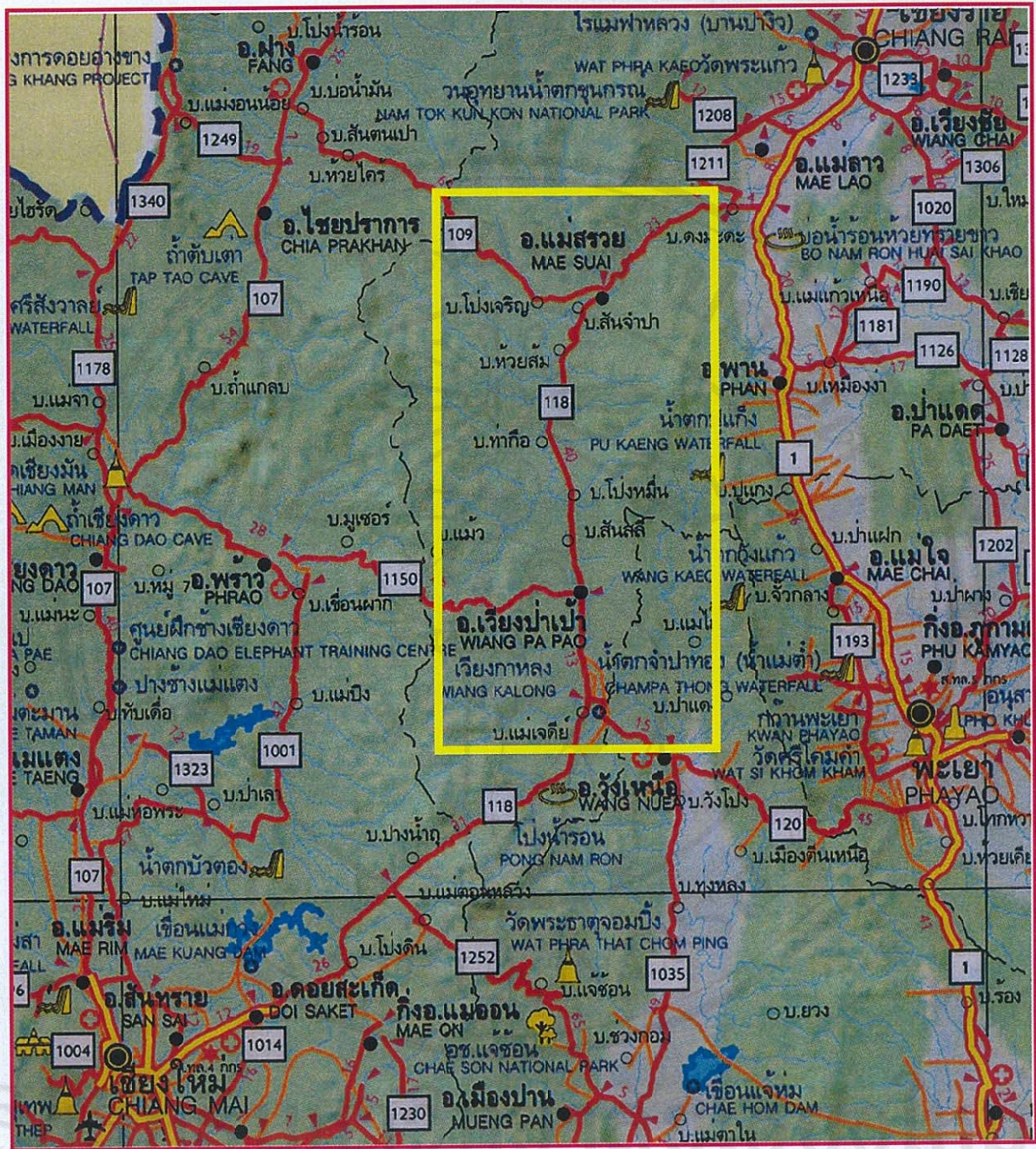
จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 (รูปที่ 1.4) จะเห็นว่าพื้นที่อำเภอแม่สรวย - เวียงป่าเป้า มีลักษณะเป็นแอ่งที่ราบ (basin) ที่มีภูเขาล้อมรอบทุกด้าน แอ่งที่ราบนี้วางตัวในแนวเหนือ - ใต้ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับแอ่งที่ราบอื่นๆ ในภาคเหนือประเทศไทย ชาวไทยจะสร้างบ้านเมืองอยู่ในแอ่งที่ราบเหล่านี้ แอ่งที่ราบใหญ่ที่สำคัญคือ แอ่งเชียงใหม่ แอ่งเชียงราย แอ่งลำปาง แอ่งแพร่ แอ่งพะเยา และแอ่งน่านเป็นต้น แอ่งทั้งหมดเหล่านี้มีเทือกเขาใหญ่ล้อมรอบเกือบทุกด้าน แนวเทือกเขาที่สำคัญจะมีการวางตัวในแนวเหนือ - ใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ - ตะวันตกเฉียงใต้ อาทิ คอยปุย คอยสุเทพ คอยอินทนนท์ คอยขุนตาล เป็นต้น



รูปที่ 1.1 แผนที่แอ่งสะสมตัวในยุคซีโนโซอิกของภาคเหนือประเทศไทย และ แสดงพื้นที่ศึกษาวิจัย (Study Area) ในอำเภอแม่สรวย - อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

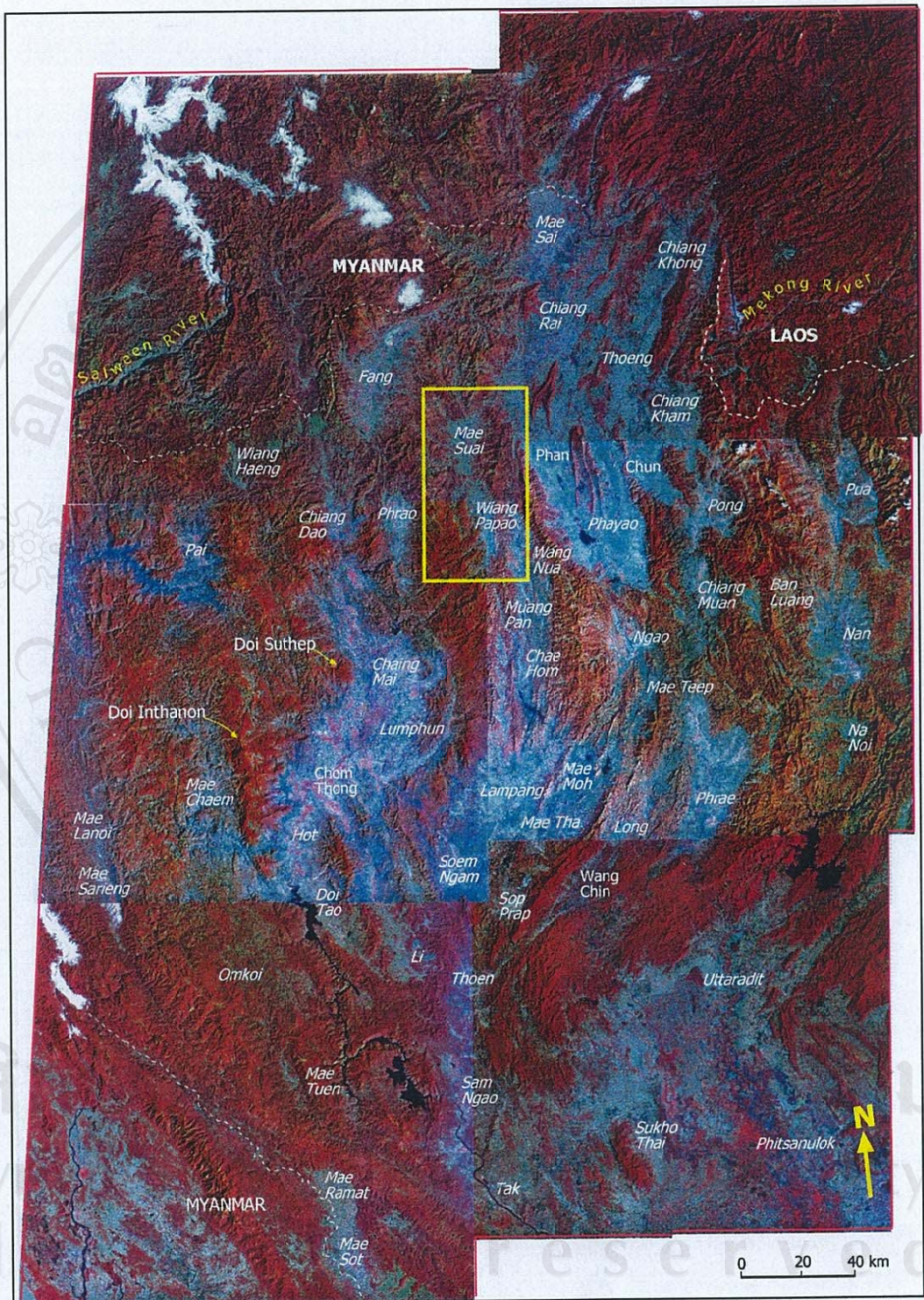


รูปที่ 1.2 แผนที่แสดงเส้นทางหลวงที่เข้าสู่พื้นที่ศึกษาวิจัยจาก จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงรายและ จังหวัดพะเยา



รูปที่ 1.3 แผนที่ทางหลวงบริเวณพื้นที่ศึกษา (กรอบสี่เหลี่ยมสีแดง) และบริเวณข้างเคียง แสดงเส้นทางหลวง หมู่บ้าน อำเภอ จังหวัด และเขื่อนกักเก็บน้ำ

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.4 ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ของภาคเหนือประเทศไทย แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบภูเขา (สีแดง และ ชมพู) สลับกับที่ราบลุ่มแม่น้ำ (สีเขียว ฟ้ำ เทาอ่อน) ที่ราบเหล่านี้มีลักษณะเป็นแอ่งรูปรางขาวรี วางตัวในแนวเหนือ - ใต้ พื้นที่ศึกษาแม่สรวย - เวียงป่าเป้า อยู่ในบริเวณเส้นกรอบสี่เหลี่ยม

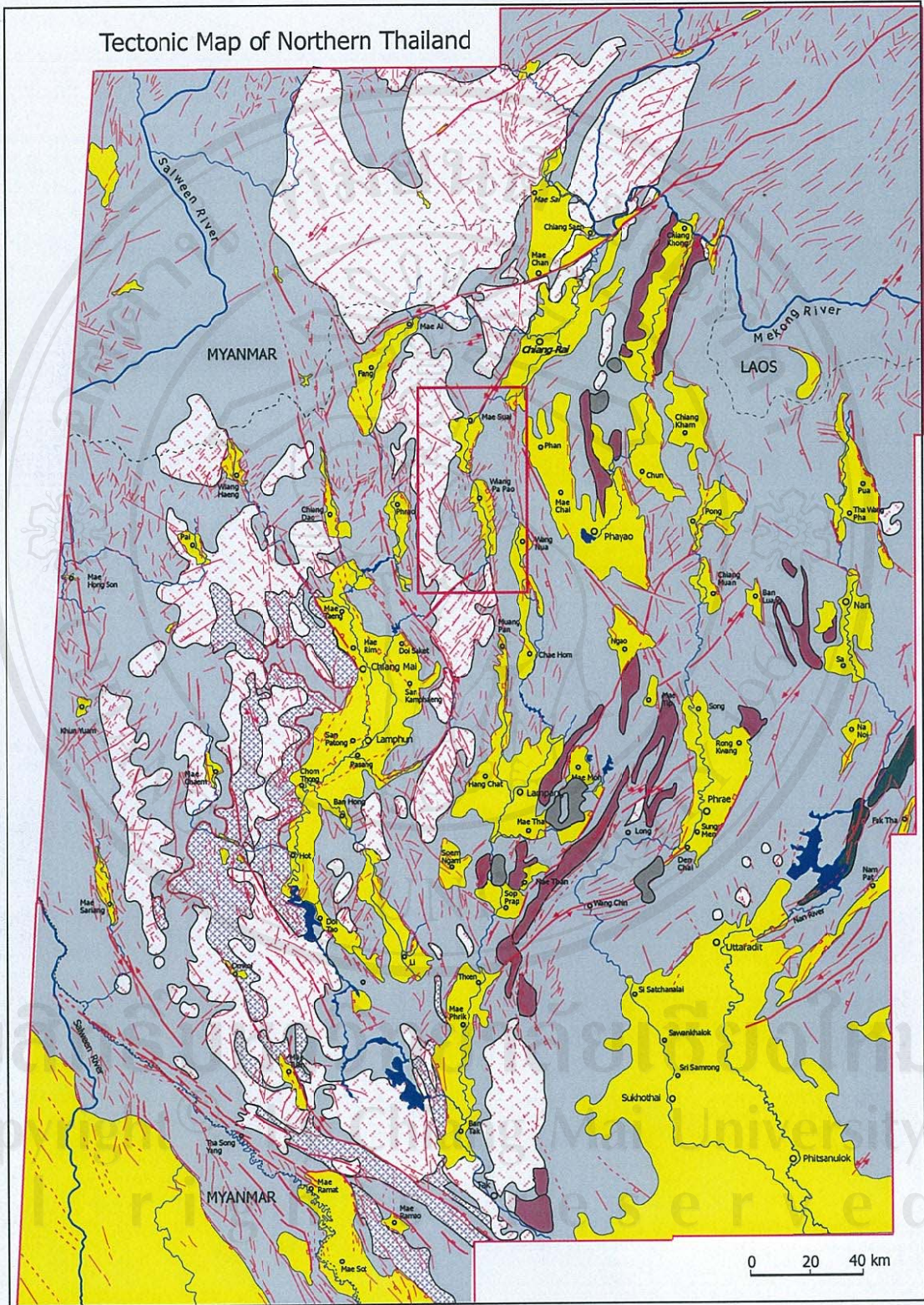
แม่น้ำที่สำคัญที่ไหลในที่ราบ แม่สรวย - เวียงป่าเป้า คือ น้ำแม่ลาว ที่มีต้นน้ำอยู่ในเทือกเขาอยนางแก้วที่กั้นระหว่างอำเภอดอยสะเก็ด และอำเภอเวียงป่าเป้า แม่น้ำนี้จะไหลจากทิศใต้ในอำเภอเวียงป่าเป้าไปสู่อำเภอแม่สรวยทางทิศเหนือ จากนั้นจะไหลไปทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงสู่แอ่งเชิงเขาที่อำเภอแม่ลาว

การเกิดภูมิประเทศแบบแอ่งที่ราบสลับกับเทือกเขาเหล่านี้ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกในอดีตจนถึงปัจจุบัน การเคลื่อนไหวเหล่านี้ได้ทำให้เกิดโครงสร้างธรณีวิทยาที่สำคัญจำนวนมากในภาคเหนือของไทย อาทิ การคดโค้งโค้งงอของชั้นหิน การยกตัวขึ้นมาของหินอัคนีพวกหินแกรนิต การเกิดรอยเลื่อนขนาดใหญ่และขนาดเล็กในหลายทิศทาง ทางด้านตะวันตกของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 1.5) มีเทือกเขาสูงวางตัวในแนวเหนือ - ใต้ เทือกเขาเหล่านี้รองรับด้วยหินแกรนิตอายุในยุค Triassic จำนวนมาก ส่วนทางด้านตะวันออกเป็นเทือกเขาสูงรองรับด้วยหินแปรและหินตะกอน ที่มีอายุตั้งแต่ยุค Silurian จนถึงยุค Permian

รอยเลื่อนในบริเวณนี้มีหลายทิศทาง แต่รอยเลื่อนขนาดใหญ่จะวางตัวในแนว NE-SW ซึ่งเกิดขึ้นทางด้านเหนือและด้านใต้ของพื้นที่ศึกษา ทางด้านตะวันออกจะมีรอยเลื่อนในแนว N-S เป็นส่วนใหญ่ ส่วนทางด้านตะวันตกจะพบรอยเลื่อนเด่นสองทิศทางตัดกันคือ แนว NW-SW และ NE-SW (รูปที่ 1.5)

1.2 ข้อมูลทางธรณีวิทยาที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน

ข้อมูลทางธรณีวิทยาในบริเวณอำเภอแม่สรวย-อำเภอเวียงป่าเป้า ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มาจากแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยที่จัดทำขึ้นโดยกรมทรัพยากรธรณีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 เป็นต้นมา แบ่งได้เป็นสองช่วงดังนี้ ช่วงที่ 1 พ.ศ. 2513-2518 กรมทรัพยากรธรณีร่วมกับหน่วยงานธรณีวิทยาของประเทศเยอรมันชื่อว่า Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Germany (Federal Republic) ทำการสำรวจธรณีวิทยาในภาคเหนือของไทยและได้จัดทำแผนที่ธรณีวิทยาภาคเหนือประเทศไทยขึ้น มาตราส่วน 1: 250,000. พื้นที่ของอำเภอแม่สรวยจะอยู่ในแผนที่ธรณีวิทยา ระวัง sheet (Phayao) 3 (Baum and Hahn, 1977) พื้นที่ของอำเภอเวียงป่าเป้าจะอยู่ในแผนที่ธรณีวิทยา ระวัง sheet (Chiang Rai) 2 (Braun and Hahn, 1976)



รูปที่ 1.5 แสดงแผนที่เทคโทนิค (Tectonic map) ของภาคเหนือประเทศไทย พื้นที่ศึกษาแม่สรวย-เวียงป่าเป้า อยู่ในกรอบเส้นสีแดง

ช่วงที่ 2 พ.ศ. 2525-2530 กรมทรัพยากรธรณีได้ทำการสำรวจธรณีวิทยาทั่วประเทศมีข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมมากขึ้น ทำให้สามารถจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยที่ละเอียด มาตรฐานส่วน 1: 50,000 ขึ้นมาในปี พ.ศ. 2531 สำหรับพื้นที่สำรวจวิจัยในอำเภอแม่สรวย-อำเภอเวียงป่าเป้า จะอยู่ในแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตรฐานส่วน 1: 50,000 เหล่านี้จำนวนทั้งหมด 6 ราวาง ดังนี้

1. ราวางบ้านแม่กรณ์ (F 49484 ราวาง 4948 I) ธรณีวิทยาโดย พิศิษฐ์ สุขวัฒนานันท์ และสวาท เคนวิเศษ
2. ราวางอำเภอแม่สรวย (F 49483 ราวาง 4948 III) ธรณีวิทยาโดย พิศิษฐ์ สุขวัฒนานันท์ และสวาท เคนวิเศษ
3. ราวางบ้านแม่ต้า (F 48471 ราวาง 4847 I) ธรณีวิทยาโดย วิทยา ธรรมคุณฤ์ และ สมชาย ชิตมณี
4. ราวางอำเภอเวียงป่าเป้า (F 49474 ราวาง 4947 IV) ธรณีวิทยาโดย สมาน จาตุรงค์วนิชย์ และ ถันติ ถิ่นวงศ์เจริญ
5. ราวางบ้านโป่งน้ำร้อน (F 4847 2 ราวาง 4847 II) ธรณีวิทยาโดย วิทยา ธรรมคุณฤ์ และ อภิชาติ จินกุล
6. ราวางอำเภอวังเหนือ (F 4947 3 ราวาง 4847 II) ธรณีวิทยาโดย วิทยา ธรรมคุณฤ์ และ อภิชาติ จินกุล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้นำแผนที่ภูมิประเทศประเทศไทย มาตรฐานส่วน 1:50,000 ที่จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร กระทรวงกลาโหมมาจัดทำเป็นแผนที่พื้นฐานสำหรับงานวิจัย พื้นที่ศึกษาอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศเหล่านี้ จำนวน 7 ราวาง คือ

1. ราวางบ้านแม่กรณ์ (พิมพ์ครั้งที่ 3-RTSD ลำดับชุด L 7017 ราวาง 4948 IV) ข้อมูล พ.ศ. 2532
2. ราวางบ้านหนองหล่ม (พิมพ์ครั้งที่ 3-RTSD ลำดับชุด L 7017 ราวาง 4848 II) ข้อมูล พ.ศ. 2512
3. ราวางอำเภอแม่สรวย (พิมพ์ครั้งที่ 2-RTSD ลำดับชุด L 7017 ราวาง 4948 III) ข้อมูล พ.ศ. 2532
4. ราวางบ้านแม่ต้า (พิมพ์ครั้งที่ 2-RTSD ลำดับชุด L 7017 ราวาง 4847 I) ข้อมูล พ.ศ. 2512
5. ราวางอำเภอเวียงป่าเป้า (พิมพ์ครั้งที่ 2-RTSD ลำดับชุด L 7017 ราวาง 4947 IV) ข้อมูล พ.ศ. 2512
6. ราวางบ้านโป่งน้ำร้อน (พิมพ์ครั้งที่ 1-RTSD ลำดับชุด L 7017 ราวาง 4847 II) ข้อมูล พ.ศ. 2512
7. ราวางอำเภอวังเหนือ (พิมพ์ครั้งที่ 2-RTSD ลำดับชุด L 7017 ราวาง 4947 III) ข้อมูล พ.ศ. 2512

1.3 ข้อมูลทางแหล่งแร่ที่เคยมีผู้ศึกษามาก่อน

จากการสำรวจของกองเศรษฐกิจธรณีวิทยา และสำนักงานทรัพยากรเขต 3 (เชียงใหม่) กรมทรัพยากรธรณี (งามพิศ อังคทะวานิช, 2518; เกษม จันทร์ทองพงษ์, 2519; สุพัตรา วุฒิชิตวานิช, พงศ์ศักดิ์ วิจิต และ บุญศิริ สุวรรณเวส, 2523; สมใจ เข็นสบาย และ สมบูรณ์ วัชรระชัยสุรพล, 2538; วรกุล แก้วยานะ, 2540) พบแหล่งแร่ทองคำที่ห้วยกล้า บ้านห้วยน้ำเย็น ต.วาวิ อ.แม่สรวย ที่บ้านเวียงป่าเป้า อ.เวียงป่าเป้า และที่บ้านทุ่งฮั่ว อ.วังเหนือ พบแหล่งแร่ดีบุกที่ ต.บ้านโป่ง ต.แม่เจดีย์ใหม่ ต.เวียง และ

ต.สันถลี อ.เวียงป่าเป้า พบแหล่งแร่ทั้งสแตนที่คอยหมอก และบ้านแม่เจดีย์ อ.เวียงป่าเป้า และที่บ้านท่าก่อ อ.แม่สรวย พบแหล่งแร่พลวงที่ห้วยป่าดำ ต.ร่องเคาะ คอยตะกะ ต.วังเหนือ บ้านหัวฝาย ต.ทุ่งจั่ว และ ต.วังโป่ง อ.วังเหนือ พบแหล่งแร่ฟลูออไรต์ที่ห้วยง้อกแง็ก ห้วยหมื่น ห้วยถัก ต.สันปุยอ อ.แม่สรวย

แหล่งแร่ทองคำที่พบทางด้านเหนือของ อ.แม่สรวย จะมีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนแม่สรวย (Mae Suai Fault) ที่วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งตัดผ่านในหินแปรยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (สมใจ เข็นสบาย และ สมบูรณ์ วัชรชัยสุรพล, 2538) Asnachinda (1978) ได้กล่าวว่า การเกิดของแหล่งแร่ดีบุกและทั้งสแตน ในภาคเหนือของไทยนั้น ถูกควบคุมโดยวิวัฒนาการทางเทคโทนิค (Tectonic evolution) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ rifting, subduction, collision และ extension แหล่งแร่ทั้งสแตนที่คอยหมอก อ.เวียงป่าเป้า มีการเกิดแบบสายแร่ (hydrothermal deposits) และแบบ metamorphic deposits ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดกระบวนการเทคโทนิค และการเกิดของหินอัคนีพวก granite (งามพิศ อังคทะวานิช, 2518)

Gardner (1967) ได้กล่าวว่า แหล่งแร่พลวงที่พบในภาคเหนือ จะมีการเกิดแบบสายแร่ (veins) ที่เกิดภายในรอยเลื่อน (faults) และรอยแตก (fractures) ที่ความลึกใกล้ผิวโลก Jungyusuk และ Khositanont (1992) กล่าวว่า การเกิดของแหล่งแร่ทองคำในภาคเหนือ นั้น อาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดแนวภูเขาไฟ (volcanic belts) ในอดีต ตั้งแต่ยุค Permo-Triassic ถึงยุค Jurassic นอกจากนี้แร่ทองคำแล้ว ในแนวภูเขาไฟนี้ยังมีแร่เงิน base metal แร่เหล็ก แร่แมงกานีส แร่พลวง และพลอย (corundum) ชนิดต่าง ๆ เกิดขึ้นด้วย

บทที่ 2

ธรณีสัณฐานและโครงสร้าง lineaments บริเวณ แม่สรวย – เวียงป่าเป้า

2.1 การศึกษาโครงสร้างแนวเส้น (lineaments) จากภาพถ่ายดาวเทียม

ในพื้นที่รอบๆอำเภอเชียงใหม่นั้นเป็นภูเขาสูงนั้นมีแนวเส้น (lineaments) เกิดขึ้นมากหลายทิศทาง และสามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากภาพถ่ายดาวเทียม Chantaramee (1982) ได้ศึกษาแนวเส้นเหล่านี้และพบว่าแนวเส้นที่สำคัญในบริเวณนี้สามารถเปรียบเทียบได้กับแนวรอยเลื่อนที่ได้มีการตรวจสอบในภาคสนามแล้ว นอกจากนี้ยังตรวจพบว่า แหล่งแร่ดีบุก หังสะเตน พลวง และฟลูออไรต์ ในพื้นที่รอบอำเภอเชียงใหม่อีกต่างแสดงความสัมพันธ์กับทิศทางการวางตัวของแนวเส้นอย่างชัดเจน (Chantaramee 1982) และแนวเส้นที่เด่นชัดในภาพถ่ายดาวเทียม สามารถเปรียบเทียบได้กับรอยเลื่อนที่สำคัญที่มีอยู่ในแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย ทำให้สามารถสรุปได้ว่า รอยแนวเส้น(lineaments) ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียมจะเป็นแนวรอยเลื่อน (faults) หรือ รอยแตก (fractures) ที่เกิดขึ้นในชั้นหินต่างๆ

จากการวิเคราะห์ทางด้านสถิติของปริมาณแนวเส้นที่แปลได้จากภาพถ่ายดาวเทียมกับแหล่งแร่ต่างๆในพื้นที่รอบๆอำเภอเชียงใหม่ Chantaramee (1982) พบว่า 84% ของแหล่งแร่ พลวงจะมีความสัมพันธ์กับแนวเส้นในภาพถ่ายดาวเทียม 66% ของแหล่งแร่ฟลูออไรต์ และ 24% ของแหล่งแร่ ดีบุก-หังสะเตน จะมีความสัมพันธ์กับแนวเส้นเหล่านั้น และแหล่งแร่ส่วนมากจะอยู่ใกล้กับส่วนปลายของแนวเส้น

Neawsuparp and Charusiri (2000) ได้ศึกษาและวิเคราะห์ แนวเส้น (lineaments) ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียมในบริเวณจังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย พบว่ามีรอยเส้นรูปวงกลม (circular features) ที่พบกลางพื้นที่ศึกษาที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งที่เกิดของแหล่งแร่ต่างๆ เช่นแร่ ทองคำ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส และ ตะกั่ว รอยเส้นรูปโค้งนี้อาจจะสัมพันธ์กับการแทรกคั่นขึ้นมาของหินแกรนิตและทำให้เกิดรอยแตกจำนวนมาก รอยแตกเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านให้ สารละลายน้ำร้อน (hydrothermal fluids) พาเอาแร่ธาตุต่างๆขึ้นมาสะสมใกล้ผิวโลก (Neawsuparp and Charusiri 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งแร่ที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับบริเวณที่มีแนวเส้น ในทิศทาง ตะวันออกเฉียงเหนือ มาตัดกับแนวเส้นในทิศทาง ตะวันตกเฉียงเหนือ

Neawsuparp and Charusiri (2000) พบว่ารอยแนวเส้นที่มีทิศทางการวางตัวเหนือ – ใต้ จะสัมพันธ์กับแนวของ thrust faults ที่แสดงในแผนที่ธรณีวิทยา และรอยแนวเส้นบางแนวเกิดจากรอยสัมผัส (geologic contact) ระหว่างชั้นหินยุค Mesozoic กับ ชั้นหินยุค Upper Paleozoic

2.2 ภูมิสังฐานและลักษณะธรณีวิทยาของบริเวณ แม่สรวย - เวียงป่าเป้า

รูปที่ 2.1 แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM-7 ของบริเวณอำเภอแม่สรวย และอำเภอเวียงป่าเป้า แสดงลักษณะภูมิสังฐานเป็นรูปแอ่งเล็กๆสองแอ่งวางตัวในแนวเหนือใต้ มีภูเขาสูงล้อมรอบทุกด้าน โดยมีแอ่งแม่สรวยอยู่ทางด้านเหนือ และแอ่งเวียงป่าเป้าอยู่ทางด้านใต้ โดยแอ่งเวียงป่าเป่าจะมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย ภูเขาสูงรอบๆแอ่งแสดงสีแดงถึงแดงเข้ม แสดงว่ามีดินไม้ใหญ่ปกคลุมมาก โดยเฉพาะส่วนยอดภูเขาส่วนภายในแอ่งจะมีสีเขียว ฟาง และ ชมพู แสดงถึงพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่และนาข้าว ส่วนสีเทาอ่อนและสีขาวแสดงถึงบ้านเรือนที่อยู่อาศัยของชาวบ้านที่อยู่ตามที่ราบสองข้างลำน้ำแม่ลาว สีน้ำเงินเข้มแสดงถึงบริเวณที่มีน้ำ และดินชุ่มน้ำ หรือเป็นบึง

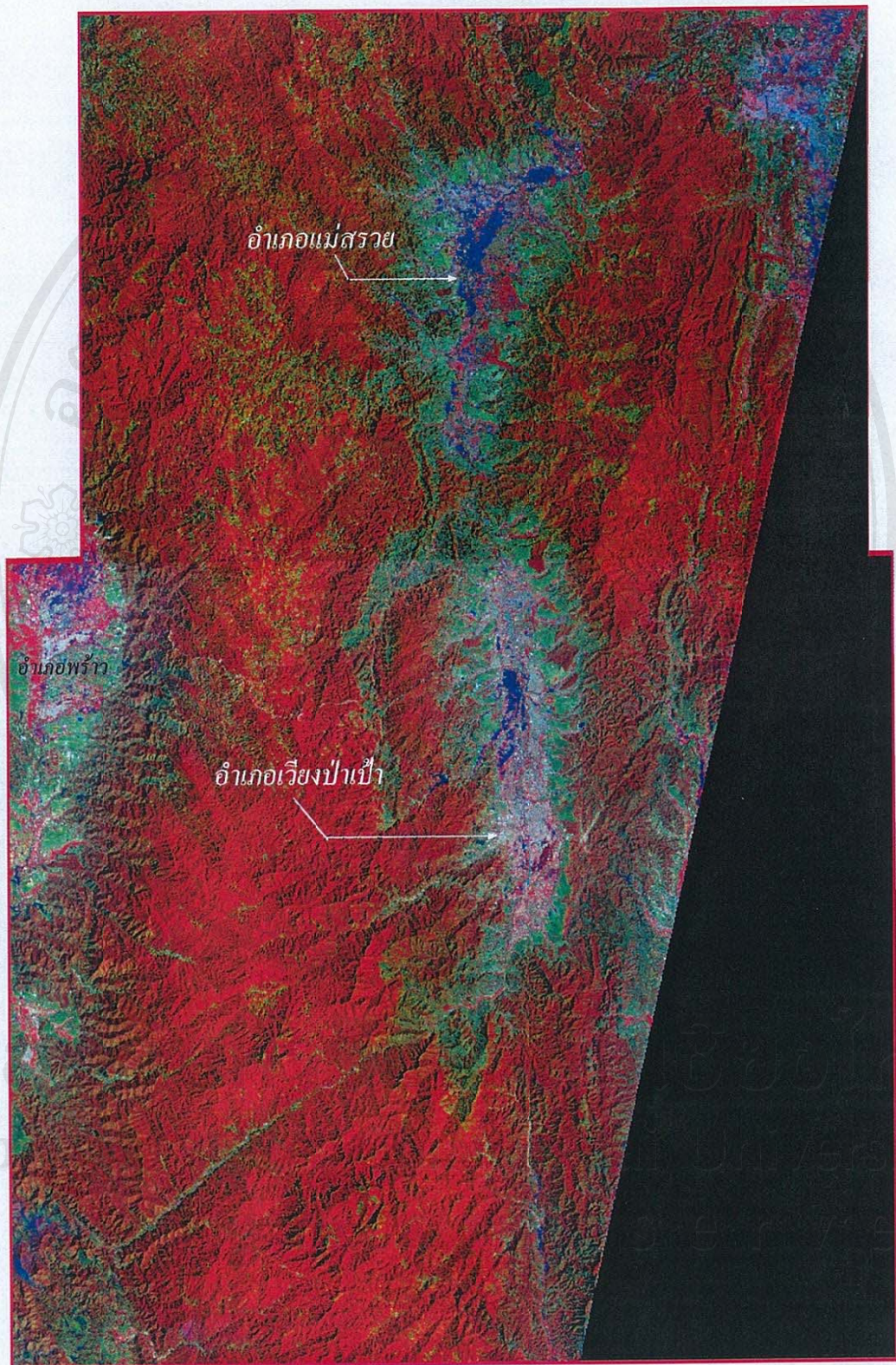
น้ำแม่ลาวเป็นแม่น้ำสายเล็กที่ไหลมาจากเทือกเขาคอยนางแก้วที่เป็นสันปันน้ำอยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษาไหลผ่านบ้านแม่เจดีย์ บ้านแม่ชะจานที่อยู่ทางด้านใต้ของแอ่งเวียงป่าเป่า จากนั้นไหลในกลางแอ่งเวียงป่าเป่า ไปทางทิศเหนือสู่แอ่งแม่สรวย และลงสู่แอ่งเชียงรายทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอแม่ลาว

รูปที่ 2.2 แสดงแผนที่ธรณีวิทยาบริเวณอำเภอแม่สรวย-เวียงป่าเป้า มีหน่วยหินทั้งหมดจำนวน 7 หน่วยหิน มีอายุตั้งแต่ยุค Silurian จนถึงยุค Quaternary เทือกเขาที่อยู่ทางตะวันตกของพื้นที่รองรับด้วยหินแกรนิตยุค Triassic (unit G-t) หินแกรนิตนี้เป็นหินอัคนีแทรกซอน (intrusive igneous rock) ที่แทรกซอนขึ้นมาในชั้นหินที่มีอายุแก่กว่าพวกหินแปรยุค Silurian-Devonian (unit d-s) หินแปรและหินตะกอนยุค Silurian-Carboniferous (unit h-s) และหินตะกอนยุค Carboniferous ตอนต้น (unit h1) ทางด้านใต้มีชั้นหินภูเขาไฟและหินตะกอนภูเขาไฟยุค Carboniferousตอนปลาย (B-h2) ไหลปิดทับหินตะกอนยุค Carboniferousตอนต้น แนวเขาที่อยู่ทางด้านตะวันออกของพื้นที่ศึกษารองรับด้วยชั้นหินแปรและหินตะกอน ยุค Silurian-Carboniferous (unit h-s) เป็นส่วนใหญ่ โดยหินชุดนี้ถูกแทรกดันโดยหินแกรนิตยุค Carboniferous (unit G-h) ในทางด้านตะวันออก

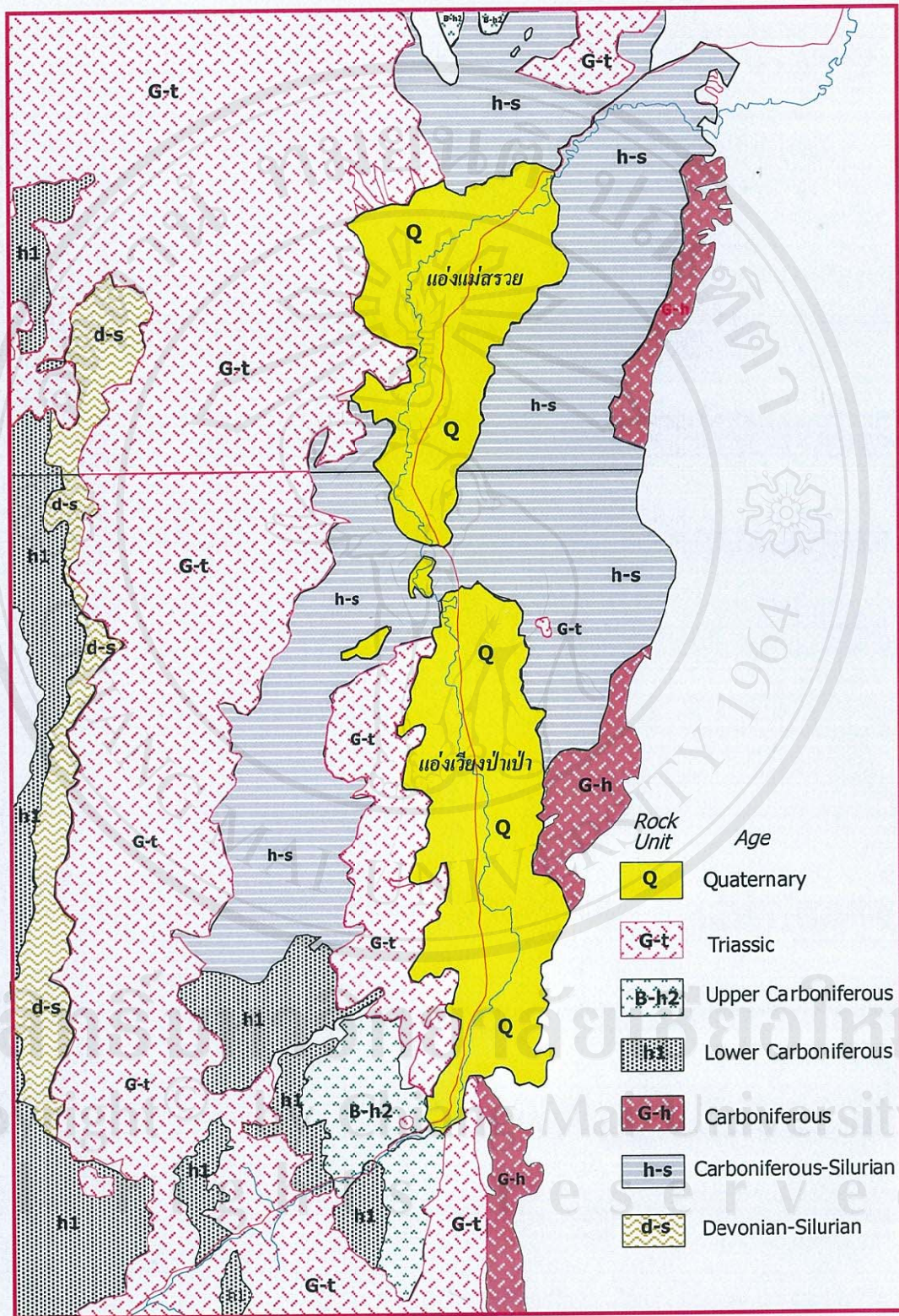
เพื่อให้การศึกษาและแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียมทางด้านธรณีสังฐานและโครงสร้างธรณีวิทยาได้ละเอียดขึ้น จึงได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นสองส่วน ส่วนด้านเหนือคลุมพื้นที่อำเภอแม่สรวย (รูปที่ 2.3) และส่วนด้านใต้คลุมพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป่า (รูปที่ 2.6)

2.3 การวิเคราะห์ ธรณีสังฐาน โครงสร้างแนวเส้น ธรณีวิทยา และ แหล่งแร่ในพื้นที่ อ. แม่สรวย

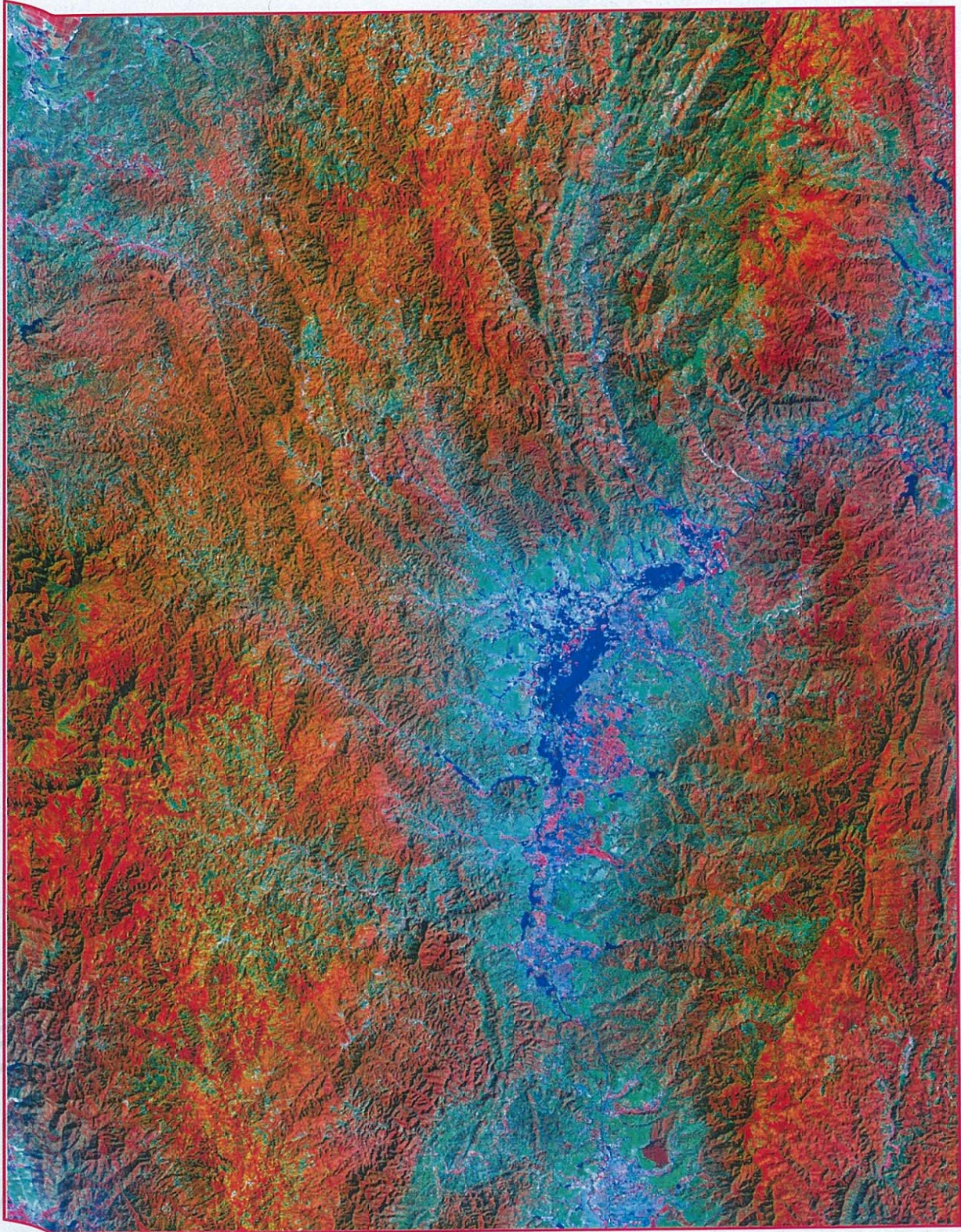
ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 บริเวณอำเภอแม่สรวย (รูปที่ 2.3) แสดงลักษณะแอ่งที่ราบแม่สรวยที่มีขนาดเล็กถูกล้อมรอบด้วยเทือกเขาขนาดใหญ่เกือบทุกด้าน ยกเว้นทางด้านใต้ที่เป็นเนินเขาขนาดเล็กที่กั้นแอ่งแม่สรวยออกจากแอ่งเวียงป่าเป่าที่อยู่ทางทิศใต้ แม้ว่าจะมีเนินเขากั้นแต่น้ำแม่ลาวก็สามารถไหลผ่านจากแอ่งเวียงป่าเป่าลงสู่แอ่งแม่สรวยทางทิศเหนือได้



รูปที่ 2.1 แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM-7 บริเวณอำเภอแม่สรวยและอำเภอเวียงป่าเป้า



รูปที่ 2.2 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณ อำเภอแม่สรวย-อำเภอเวียงป่าเป้า



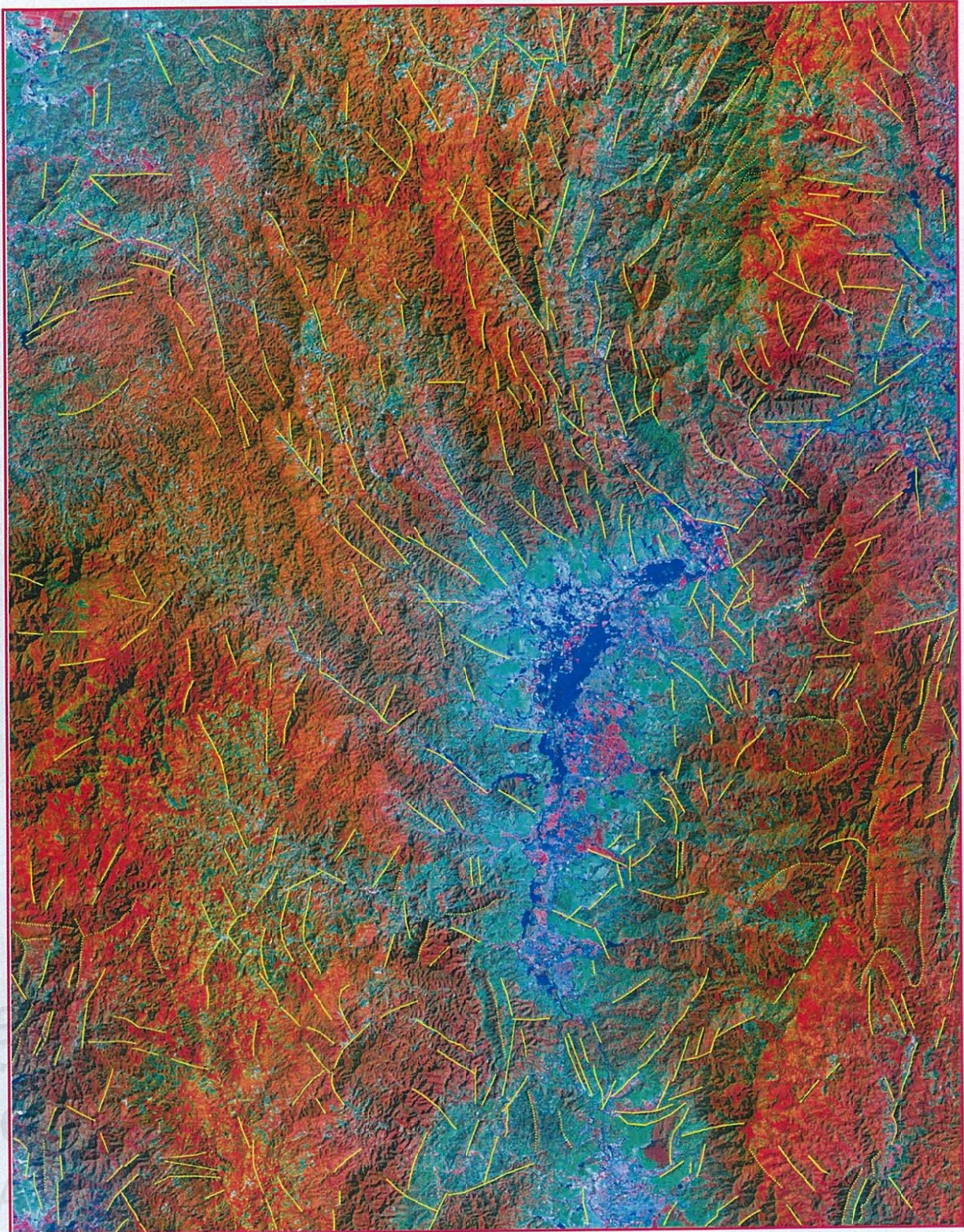
รูปที่ 2.3 ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 บริเวณอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย

ลักษณะรูปร่าง textures และรูปแบบการวางตัวของเทือกเขาในบริเวณนี้อาจบอกถึงชนิดของชั้นหินที่รองรับอยู่ข้างล่างได้ เช่นภาพผิวด้านบนของเทือกเขาทางด้านตะวันตกเมื่อมองจากอากาศมีรูปร่างและ textures แบบ สม่ำเสมอ (uniform) รูปแบบทางน้ำเป็นแบบหยาบมีลำห้วยอยู่ห่างกัน เป็นลักษณะของการสึกกร่อนบนหินอัคนีเนื้อหยาบ อาทิ หินแกรนิตเป็นต้น ในขณะที่ภูเขาที่อยู่ตรงกลางทางด้านใต้ของพื้นที่มีรูปร่าง textures แบบ สม่ำเสมอ แต่มีรูปแบบทางน้ำเป็นแบบละเอียดยมีลำห้วยอยู่ชิดกัน เป็นลักษณะของการสึกกร่อนบนหินแปร รูปร่างของภูเขาที่อยู่ตรงกลางทางด้านเหนือ และภูเขาที่อยู่ทางด้านขอบตะวันออกเฉียงใต้จะมีลักษณะเป็นแนวยาวของร่องเขาสลับกับสันเขา ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของโครงสร้างของหินตะกอนเมื่อมองจากอากาศ

รูปที่ 2.4 แสดงแนวเส้น (lineaments) ที่แปลลงบนภาพถ่ายดาวเทียมในรูปที่ 2.3 แนวเส้นที่พบมีทั้ง เส้นตรง เส้นโค้ง และเส้นวงกลม กระจายกันอยู่ในพื้นที่ที่เป็นภูเขาล้อมรอบแอ่งแม่สรวย แนวเส้นเหล่านี้มีรูปร่างและการวางตัวที่สำคัญดังนี้

1. บริเวณด้านเหนือของพื้นที่ แนวเส้นมีการวางตัวในแนว NNW เป็นแนวเส้นขนาดสั้น แต่ ต่อกันเป็นแนวยาว ไปทางทิศเหนือ และพบว่าแนวเส้นเหล่านี้ถูกตัดผ่านด้วยแนวเส้นทิศ NW ซึ่งมีความยาวกว่า
2. บริเวณด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ของพื้นที่ มีแนวเส้น 2 ทิศทางที่เด่น คือแนวเส้นทิศ NNW และ แนวเส้นทิศ NW ซึ่งมีความยาวพอๆกัน นอกจากนี้ยังพบแนวเส้นทิศ N-S ขนาดสั้นที่ถูกตัดโดยแนวเส้นทิศ NW ที่ยาวกว่า แสดงว่าแนวเส้นทิศ N-S เกิดขึ้นมาก่อน ถัดมาคือแนวเส้นทิศ NNW และที่เกิดขึ้นทีหลังคือแนวเส้น NW ที่มีอายุอ่อนและมีความยาวมากกว่า
3. บริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้ ของพื้นที่ มีแนวเส้นเกิดขึ้นมากและหลายทิศทาง เช่นในทิศ NE, NNE, NNW, NW, WNW และ E-W โดยแนวเส้นทิศ NE จะตัดแนวเส้นทิศ NW แสดงว่าแนวเส้น NE จะมีอายุอ่อนกว่า นอกจากนี้ยังพบแนวเส้นรูปโค้ง สั้น ที่ต่อกันเป็นรูปวงกลม อยู่บริเวณทางด้านใต้ของแอ่งแม่สรวย ลักษณะแนวเส้นวงกลมนี้อาจเป็นร่องรอยบนผิวโลกของโครงสร้างรูปโดมของหินอัคนี (igneous plug) ที่ซ่อนอยู่ข้างใต้ดินลึกลงไปหลายร้อยเมตร (Neawsuparp and Charusiri , 2000)
4. บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ พบว่ามีแนวเส้นทิศ E-W ขนาดสั้นอยู่จำนวนหนึ่ง โดยมีแนวเส้นทิศ NW บ้างเล็กน้อย แนวเส้นที่มีขนาดยาวและเห็นชัดเจนคือแนวเส้นทิศ NE ซึ่งเป็นแนวที่มีร่องแม่น้ำลาวไหลผ่านจากแอ่งแม่สรวยออกไปสู่แอ่งเชียงราย แสดงแนวเส้นต่อกันเป็นแนวยาวจากทางทิศ NE ไปยัง SW ลงสู่ตอนเหนือของแอ่งแม่สรวย และหายลงไปได้ชั้นตะกอนยุค Quaternary

ทางด้านตะวันออกจะมีแนวเส้นน้อยกว่าทางตะวันตก เป็นแนวเส้นหลายแนวและอยู่เป็นกระจุกรวมกันบนขอบแอ่งแม่สรวย ส่วนทางด้านตะวันออกสุด จะพบแนวเส้นที่แสดงถึงรอย การวางชั้น



รูปที่ 2.4 แสดงเส้น Lineaments (สีเหลือง) ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7
ในบริเวณอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย เส้น Lineaments เกิดจาก แนว faults
joints และ fractures ที่เกิดขึ้นในหน่วยหินต่างๆ

(bedding) ของชั้นหินตะกอนที่มีทิศทางการวางตัวในแนว N-S และ NNE โดยมีแนวเส้นทิศ NE คัดผ่าน และขนานกันแนวการวางชั้นของชั้นหินเหล่านี้

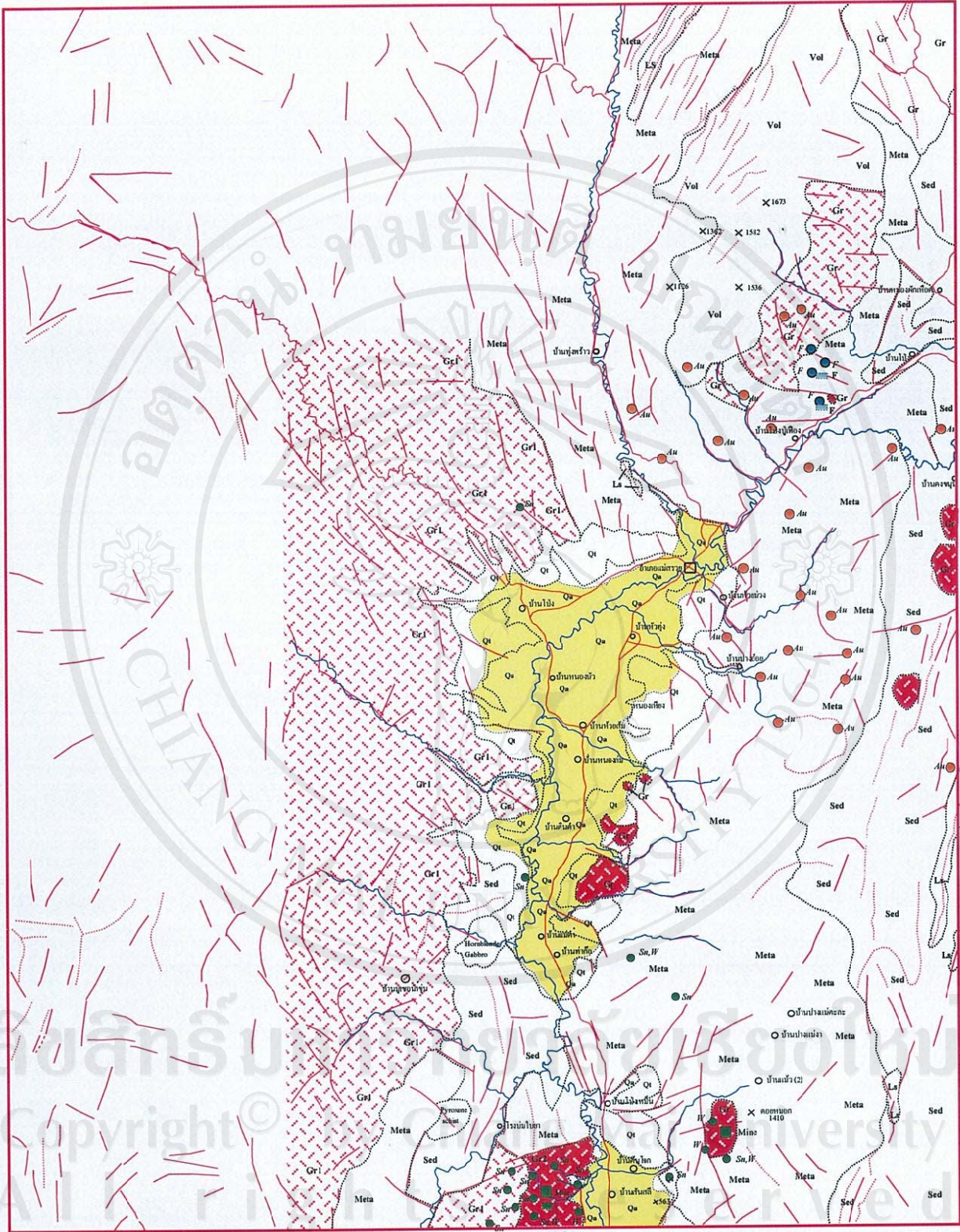
เมื่อนำเอาแผนที่แนวเส้นจากรูป 2.4 ไปวางทับกับแผนที่ธรณีวิทยาที่แสดงถึงหน่วยหินต่างๆ แล้วพบว่า มีแนวเส้นเกิดขึ้นมากในหน่วยหินแปรรูป Silurian-Devonian และในหน่วยหินแกรนิตยุค Triassic แนวเส้นจะเกิดขึ้นน้อยลงในหน่วยหินตะกอนยุค Carboniferous – Permian ที่อยู่ทางขอบด้านตะวันตก แนวเส้นในหน่วยหินแปรจะมีการวางตัวในทิศ NNW ส่วนในหน่วยหินแกรนิตแนวเส้นจะมีการวางตัวในทิศ NW และ NE เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าในหน่วยหินแกรนิตที่อยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือจะมีแนวเส้นทิศ E-W เกิดขึ้นมากกว่าบริเวณอื่นๆ

ในแผนที่ รูปที่ 2.5 หินแกรนิตยุค Triassic ถูกแบ่งเป็น 2 พวกคือ พวกแรกเป็นหน่วยหินแกรนิต Gr1 ที่มีการกระจายตัวกว้างขวางเป็นเทือกเขาสูงทางด้านตะวันตกของพื้นที่ศึกษา แสดงลักษณะเป็น batholith ขนาดใหญ่ พวกที่สองเป็นหน่วยหินแกรนิต Gr2 มีลักษณะเป็นลำหินอัคนี (stock) ขนาดเล็ก จำนวนน้อย กระจายตัวทางด้าน ตะวันออกเฉียงเหนือ ทางบริเวณส่วนกลางและทางด้านใต้ของพื้นที่ เมื่อนำเอาตำแหน่งที่พบแหล่งแร่ทองคำ ดีบุกและสังกะสี มาลงในแผนที่นี้ (รูปที่ 2.5) พบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างแหล่งแร่ ชนิดหน่วยหิน และ ทิศทางของแนวเส้นที่แปลได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ดังนี้

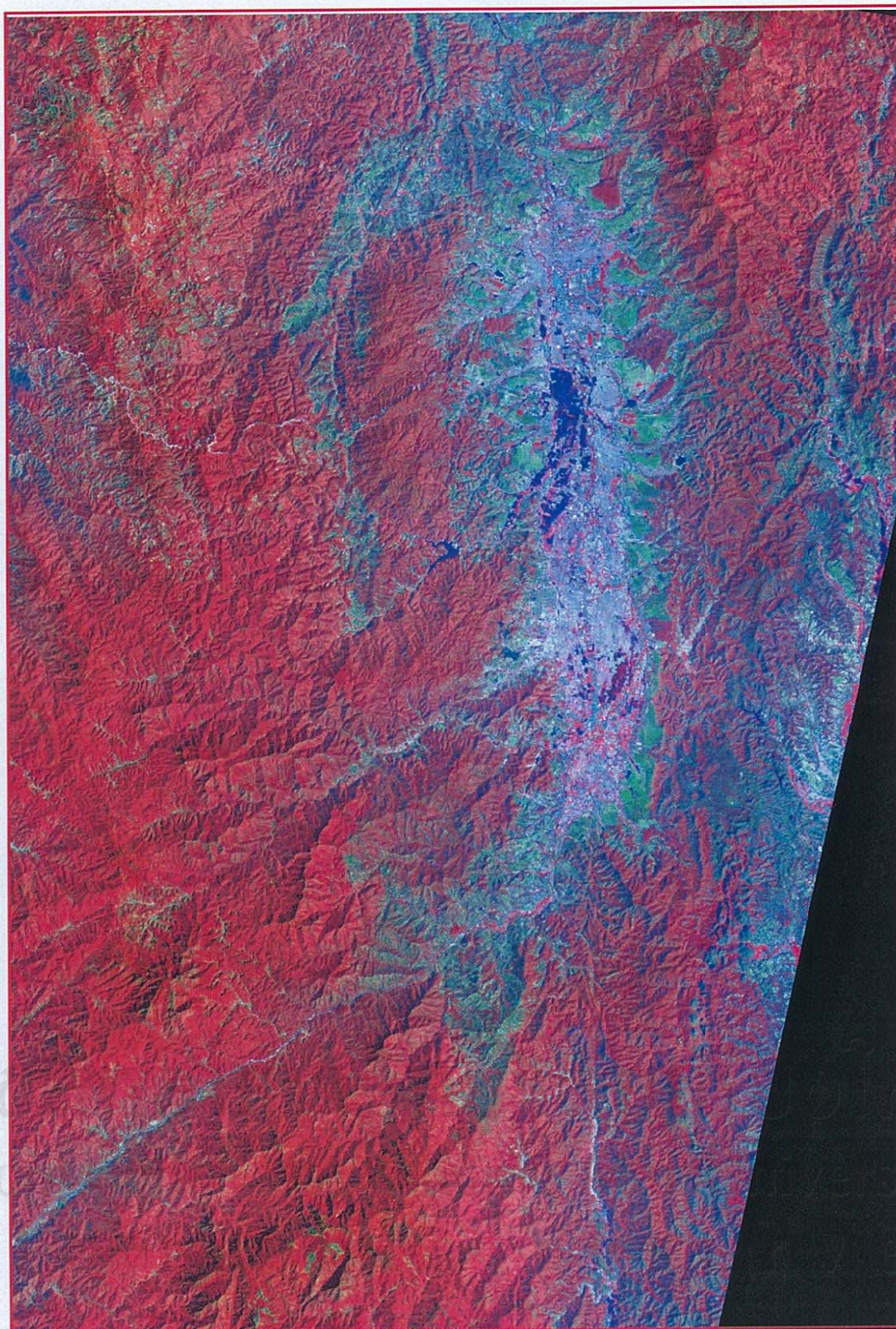
1. แหล่งแร่ทองคำในอำเภอแม่สรวยจะเกิดขึ้นในหน่วยหินแปรรูป Silurian – Devonian มากกว่าหน่วยหินอื่นๆ และแหล่งแร่ทองคำเหล่านี้จะเกิดขึ้นใกล้เคียงกับแนวเส้นทิศ NW NE และ E-W นอกจากนี้ยังพบว่า การกำเนิดของแหล่งแร่ทองคำในบริเวณนี้อาจจะสัมพันธ์กับรอยเลื่อนแม่สรวย เพราะจะเห็นว่าแหล่งแร่ทองคำจะพบอยู่ใกล้ๆกับรอยเลื่อนนี้อย่างเด่นชัด
 2. แหล่งแร่ดีบุก – สังกะสี ของอำเภอแม่สรวย จะพบมากทางด้านใต้ของแอ่ง โดยเกิดภายในหรือใกล้กับ หน่วยหินแกรนิต Gr2 และมีความสัมพันธ์กับแนวเส้นทิศ NE-SW เป็นส่วนใหญ่
- เป็นที่น่าสังเกตว่าไม่พบแหล่งแร่ใดๆเลยอยู่ใกล้กับแนวเส้นรูปโค้งวงกลมที่อยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่

2.4 การวิเคราะห์ธรณีสารสนเทศ โครงสร้างแนวเส้น ธรณีวิทยา และแหล่งแร่ในพื้นที่ อ. เวียงป่าเป้า

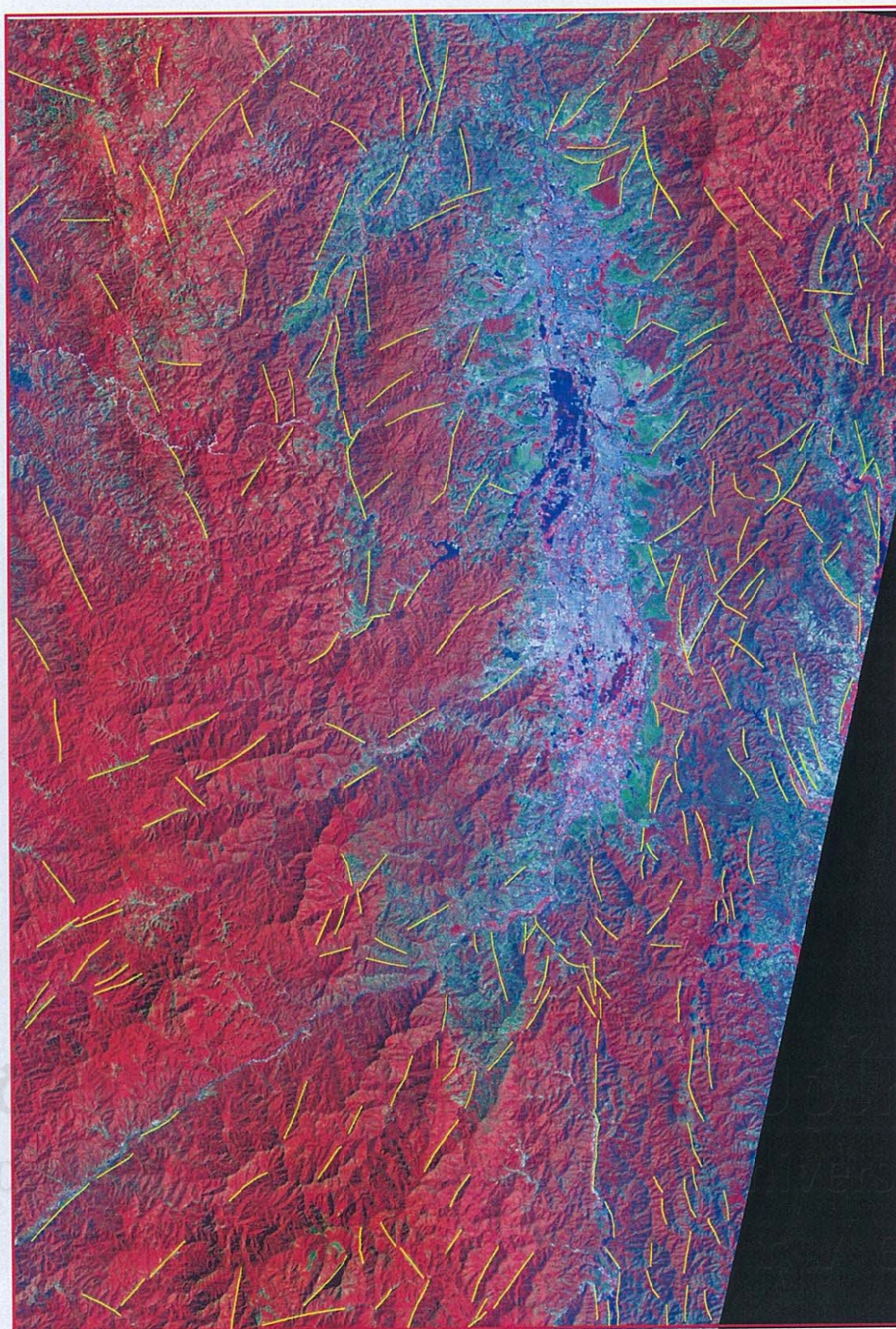
รูปที่ 2.6 แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 บริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า จะมองเห็นแอ่งที่ราบเวียงป่าเป่ามีลักษณะยาวรีในแนวเหนือ-ใต้ และมีเทือกเขาสูงล้อมรอบ รูปที่ 2.7 แสดงแนวเส้น (lineaments) ที่แปลได้จากภาพถ่ายดาวเทียมในรูป 2.6 แนวเส้นส่วนใหญ่จะเป็นเส้นตรงสั้น มีการวางตัวเกือบทุกทิศทาง แต่จะมีแนวเส้นเด่นๆคือ แนวเส้นทิศ NE NW และ N-S



รูปที่ 2.5 แสดงเส้น Lineaments (สีแดง) ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 ในบริเวณอำเภอแม่สรวย เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการกระจายตัวของหิน Granites (Gr1 และ Gr2) และ แหล่งแร่ ทองคำ (Au) ดีบุก (Sn) และ ทังสเตน (W)



รูปที่ 2.6 ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 ในบริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย



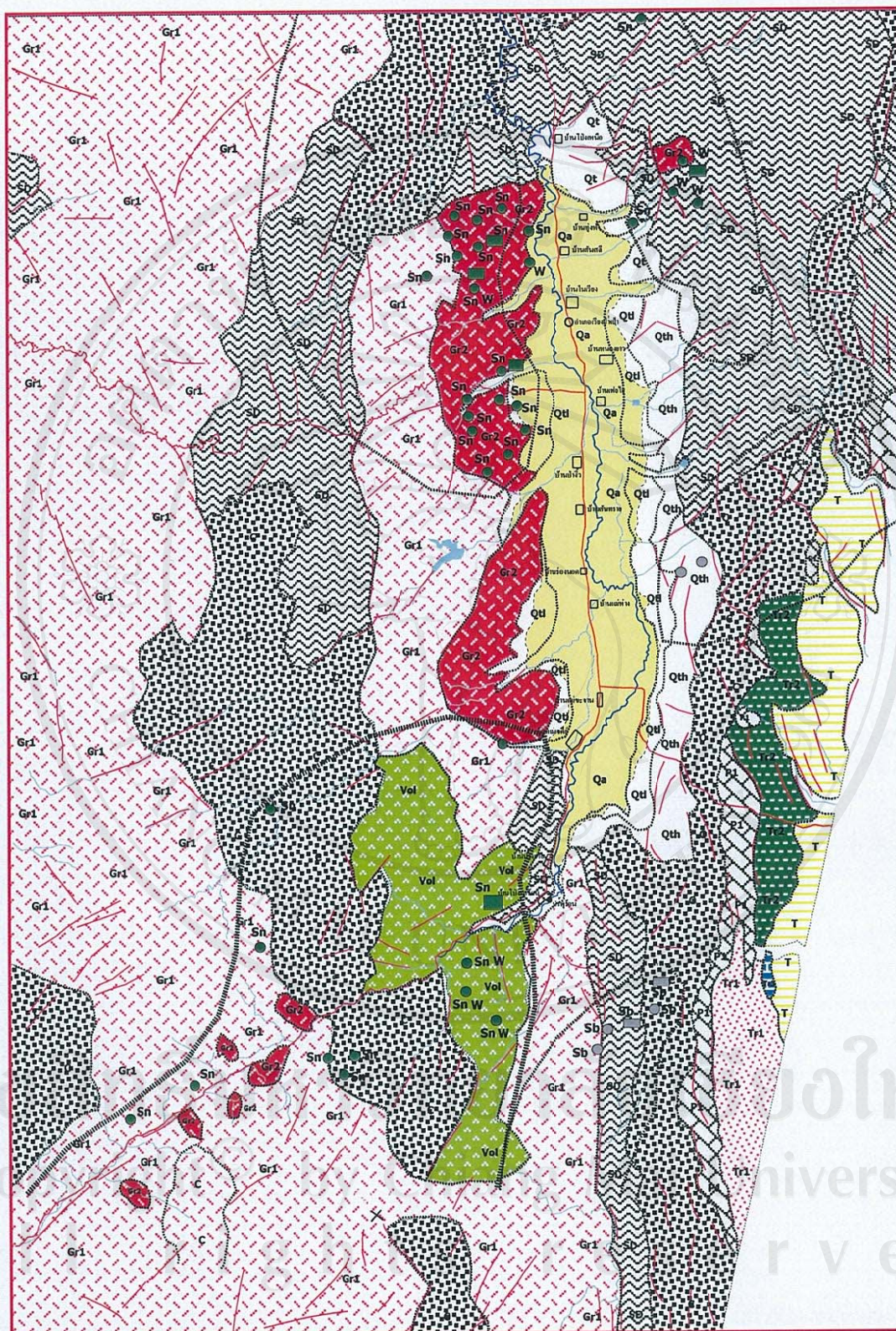
รูปที่ 2.7 แสดงเส้น Lineaments (สีเหลือง) ที่แปลจากภาพภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 ในบริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย แนวเส้น Lineaments เกิดจากแนว faults joints และ fractures ที่เกิดขึ้นในหน่วยหิน

ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือมีแนวเส้น 2 ทิศทางคือ NW-SE และ NE-SW โดยแนวเส้นทิศ NE จะตัดแนวเส้นทิศ NW ให้ขาดออกจากกัน แสดงว่าแนวเส้นทิศ NE เกิดขึ้นทีหลัง ทางด้านตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้จะพบว่าแนวเส้นทิศ NE เด่นชัดกว่าแนวอื่นๆ โดยเฉพาะจะเป็นแนวเส้นของร่องหุบเขาลึกและยาวเป็นเส้นตรง เห็นได้ชัดเจนทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ ในร่องเขานี้จะมีน้ำแม่ลาว ไหลจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ ลงสู่แอ่งเวียงป่าเป้า นอกจากนี้ในร่องเขานี้ยังมีทางหลวงสาย เชียงใหม่ - เชียงรายวิ่งผ่านด้วย แนวเส้นทิศ NE ในร่องเขานี้เป็นส่วนหนึ่งของรอยเลื่อนแม่กกว ที่พาดผ่านจากอำเภอดอยสะเก็ดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ไปยังอำเภอเวียงป่าเป้าในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ทางด้านใต้ของพื้นที่ จะมีแนวเส้นทิศ N-S เด่นที่สุด มีแนวยาวขนานกับแนวการวางตัวของชั้นหินตะกอนยุค Carboniferous และ Permian แนวเส้นทิศ N-S กับแนวเส้นทิศ NE ตัดกันที่จุดปลายด้านใต้ของแอ่งเวียงป่าเป้า และเป็นตำแหน่งที่ทำให้เกิดน้ำพุร้อนแม่เจดีย์ขึ้นมาในบริเวณนี้

ทางด้านตะวันออกของพื้นที่ จะพบแนวเส้นที่เด่นคือ แนวเส้นทิศ NE และ NW ซึ่งเป็นแนวเส้นสั้นๆ และแสดงลักษณะตัดกัน โดยแนวเส้นทิศ NW จะตัด แนวเส้นทิศ NE ทำให้แนวเส้นทิศ NE เลื่อนออกจากกัน ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ มีแนวเส้นทิศ N-S และ NW เด่นชัด และพบแนวเส้นทิศ E-W ตัดแนวเส้นทิศ N-S ตามขอบแอ่งในบริเวณนี้จะพบแนวเส้นทิศ NE มากแต่เป็นแนวเส้นสั้นๆ พบแนวเส้นเป็นรูปวงกลมเล็กๆ 1 วง ซึ่งอาจเป็นรอยด้านบนของโครงสร้างรูปโดมขนาดเล็กของหินอัคนีที่ซ่อนอยู่ใต้ดินลึกลงไป

รูปที่ 2.8 แสดงความสัมพันธ์ของแนวเส้นที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียมกับหน่วยหินต่างๆ ในบริเวณรอบๆ แอ่งเวียงป่าเป้า พบว่าทางด้านตะวันออกมีหน่วยหินแกรนิตโผล่ให้เห็นเป็นบริเวณกว้างขวาง มีลักษณะเป็นแนว มวลหินอัคนี หรือ พลูตอน (pluton) ขนาดใหญ่สองแนว หน่วยหินแกรนิตในบริเวณนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ หน่วยหินแกรนิต Gr1 ซึ่งเป็น prophyritic biotite granite กับหน่วยหินแกรนิต Gr2 ซึ่งเป็น leucogranite หน่วยหินแกรนิต Gr1 จะเป็นเทือกเขาขนาดใหญ่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ กั้นระหว่างแอ่งเวียงป่าเป้ากับแอ่งพร้าวที่อยู่ทางด้านตะวันตก ระหว่างกลางเทือกเขาแกรนิตทั้งสองแนว จะมีหน่วยหินแปรยุค Silurian -Devonain หน่วยหินตะกอนยุค Carboniferous และหน่วยหินภูเขาไฟ-หินตะกอนภูเขาไฟ ยุค Permo-Carboniferous วางตัวในแนวเหนือ-ใต้



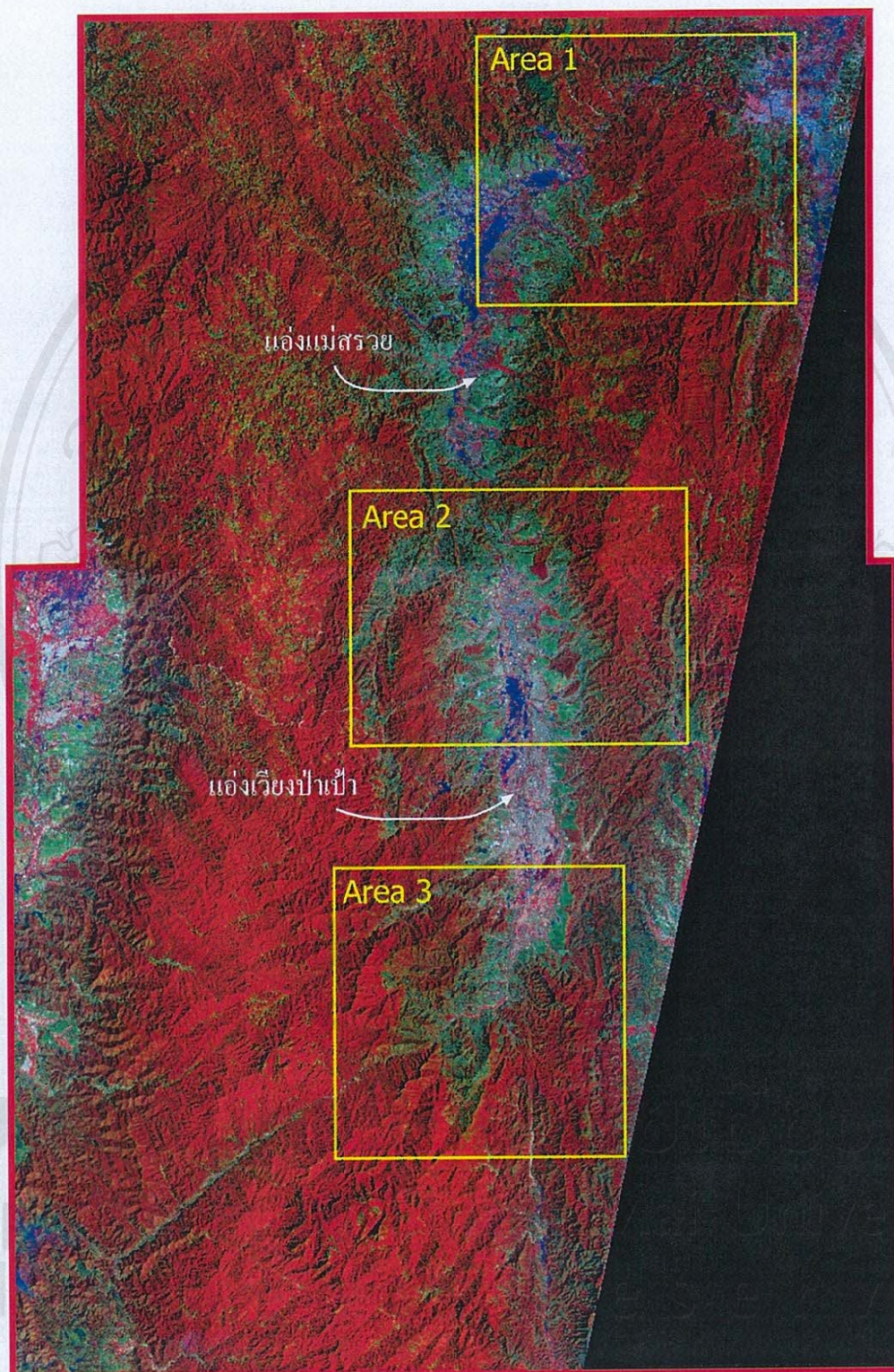
รูปที่ 2.8 แสดงเส้น Lineaments (สีแดง) ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 ในบริเวณอำเภอเวียงป่าเป้า เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการกระจายตัวของหน่วยหินต่างๆ และการกระจายตัวของแหล่งแร่ ดีบุก (Sn) ทั้งสะเตน (W) และ แร่พลวง (Sb)

ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้จะพบหน่วยหินแกรนิต Gr2 โพล์เป็นกลุ่มเล็กๆหลายๆกลุ่มอยู่ภายใน หน่วยหินแกรนิต Gr1 และเกิดอยู่ใกล้กับรอยเลื่อนแม่กวัง ทางด้านใต้ของพื้นที่จะเห็นการวางตัวใน ทิศ N-S ของหน่วยหินแปรและหินตะกอนยุค Silurian, Carboniferous และ Permian อย่างชัดเจน ทิศ ทางการวางตัวของแนวเส้นจะเปลี่ยนจากแนวทิศ NE ที่พบในหน่วยหินแกรนิต ไปเป็นแนวทิศ N-S ในหน่วยหินแปรและหินตะกอนที่อยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้

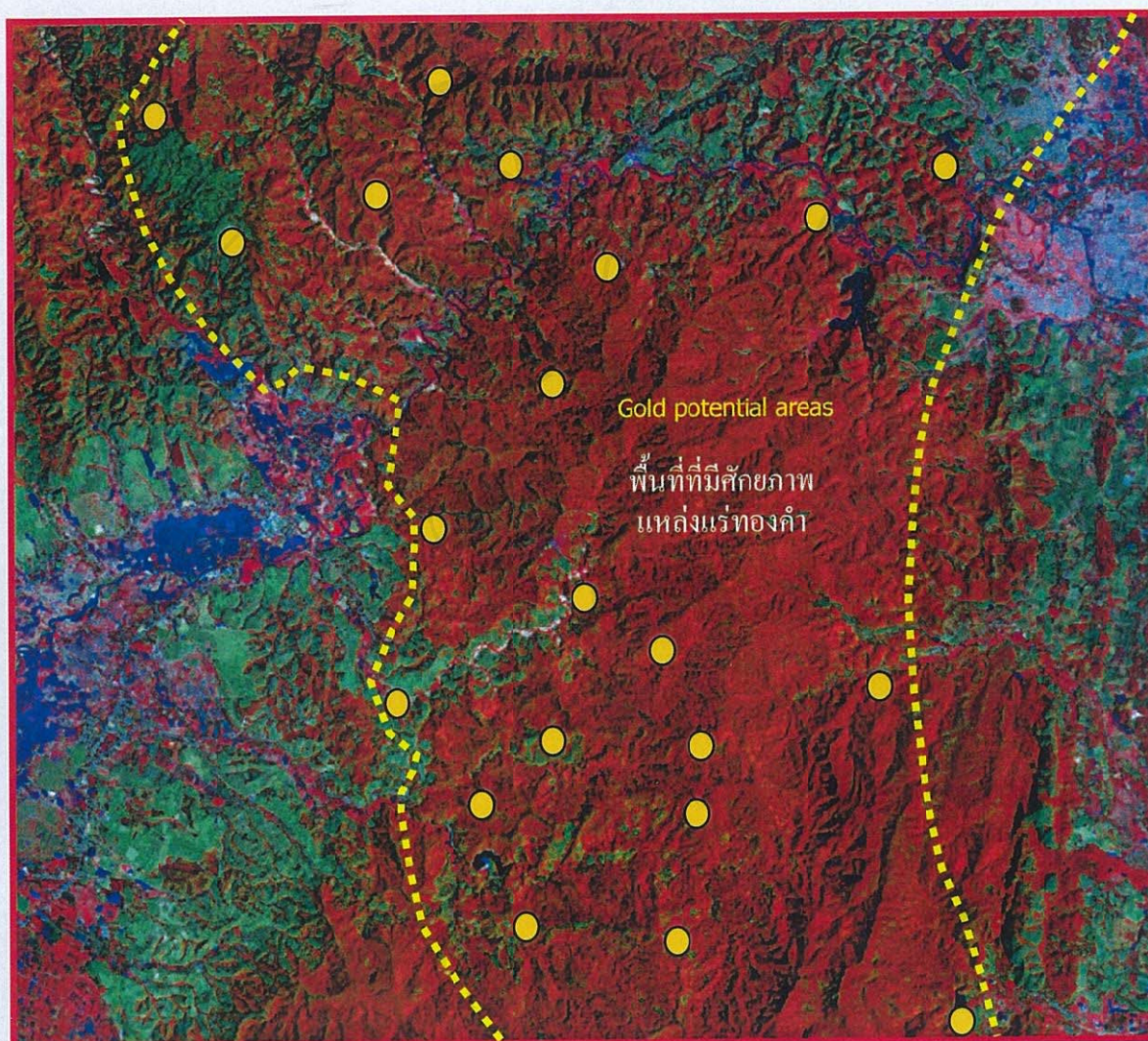
ทางด้านตะวันออกของพื้นที่ พบแต่หน่วยหินแปรและหินตะกอนของยุค Silurian-Devonian และ Carboniferous มีแนวเส้นทิศ NE หนึ่งเส้นที่ทับกันได้ดีกับรอยสัมผัสของหน่วยหินแปร ยุค Silurian-Devonian กับ หน่วยหินตะกอนยุค Carboniferous โดยทั่วไปแล้วแนวเส้นที่เด่นชัดในบริเวณนี้คือ แนวเส้นทิศ NW ที่พบอยู่บริเวณทางตอนใต้ แล้วเปลี่ยนไปเป็นแนวเส้นทิศ NE ทางตอนเหนือ และ ทางสุดขอบด้านตะวันตกเฉียงเหนือจะพบแนวเส้นทิศ N-S เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีแนวขนานกับทิศทาง การวางตัวของชั้นหินตะกอนในบริเวณนี้

แหล่งแร่ที่พบในบริเวณอำเภอเวียงป่าเป้าสามารถแบ่งได้เป็นสามโซนด้วยกันคือ โซนด้านเหนือ เป็นโซนของแร่ดีบุก-ทังสแตน ที่มีความสัมพันธ์กับหน่วยหินแกรนิต Gr2 ในบริเวณคอยหมอกที่อยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของตัวอำเภอเวียงป่าเป้าจะพบว่าแหล่งแร่ทังสแตนชนิดซีไรต์มีความสัมพันธ์กับแนวเส้นทิศ NW ที่ตัดกับแนวเส้นทิศ NE อย่างชัดเจน ในขณะที่แหล่งแร่ที่พบทางด้านตะวันตกจะไม่ค่อยสัมพันธ์กับแนวเส้นเลยในโซนด้านตะวันตกเฉียงใต้ แหล่งแร่ดีบุก-ทังสแตน จะพบในหน่วยหินแกรนิต Gr1 และ Gr2 โดย แกรนิต Gr2 จะ โพล์ให้เห็นเป็นหย่อมเล็กๆ ขนานไปทั้งสองข้างของรอยเลื่อนแม่กวัง และแหล่งแร่ดีบุก-ทังสแตนในบริเวณนี้ก็จะเกิดอยู่ใกล้กับรอยเลื่อนแม่กวังนี้ด้วย ในโซนด้านใต้จะเป็นโซนของแหล่งแร่พลวง ที่เกิดขึ้นภายในหน่วยหินแปรและหิน ตะกอนยุค Silurian – Devonian และ Carboniferous ที่วางตัวในแนว N-S ในบริเวณนี้ยังพบแนว เส้นทิศ N-S เป็นแนวยาวขนานกันแนวของชั้นหิน โดยมีแนวเส้นทิศ NW ขนาดสั้นกว่า ตัดผ่านเป็น บางช่วง

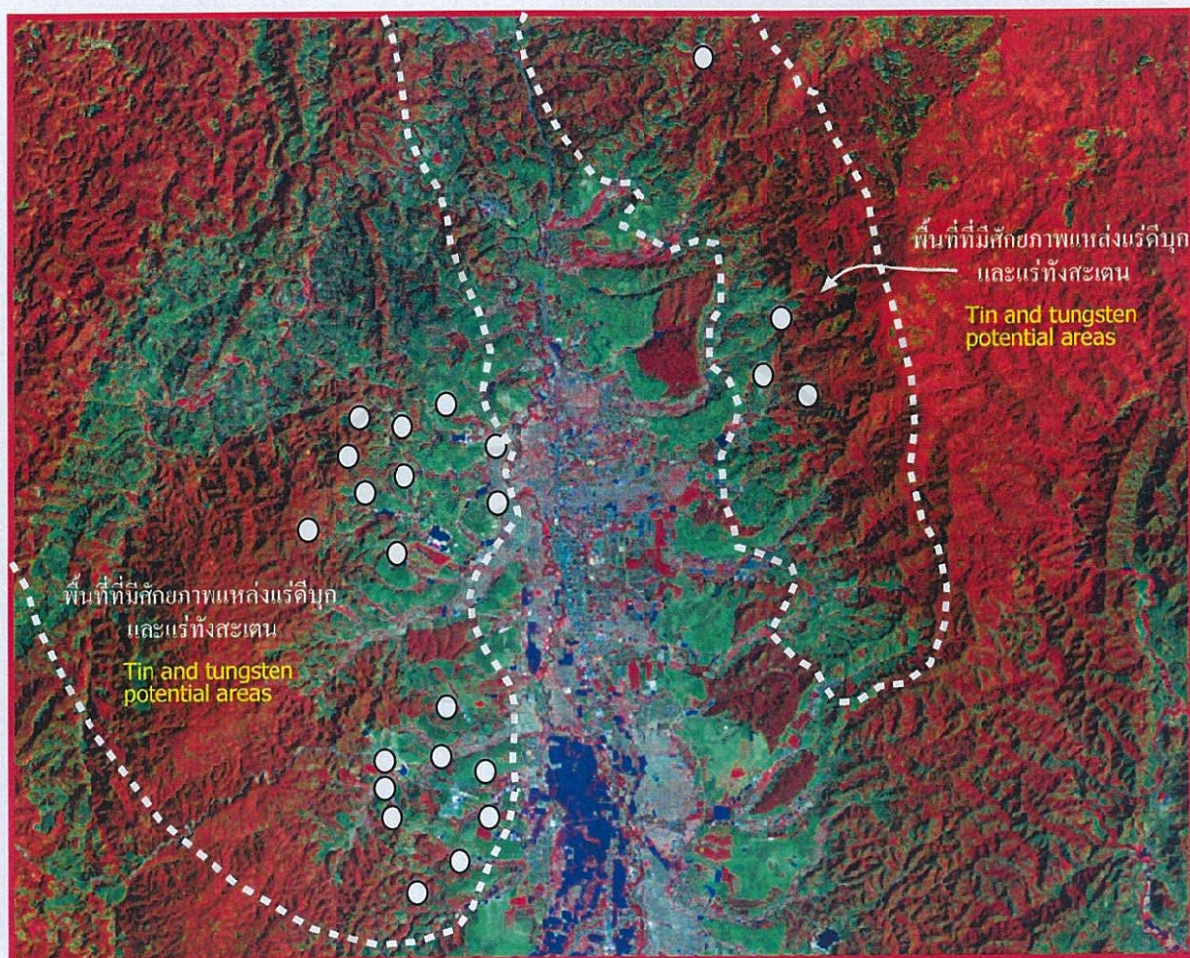
เพื่อให้การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างธรณีฐาน และ โครงสร้างทางธรณีวิทยา กับ ตำแหน่งที่เกิดแหล่งแร่บริเวณแม่สรวย – เวียงป่าเป้าได้ละเอียดยิ่งขึ้น จึงได้จัดแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 พื้นที่ย่อย(รูปที่ 2.9) ได้แก่ พื้นที่ 1 (Area 1) อยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของแอ่งแม่สรวย เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ (รูปที่ 2.10) พื้นที่ 2 (Area 2) อยู่ทางด้านเหนือของแอ่งเวียงป่าเป้าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ดีบุกและทังสแตน (รูปที่ 2.11) พื้นที่ 3 (Area 3) อยู่ทางด้าน ใต้ของแอ่งเวียงป่าเป้าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ดีบุก ทังสแตน และ พลวง (รูปที่ 2.12)



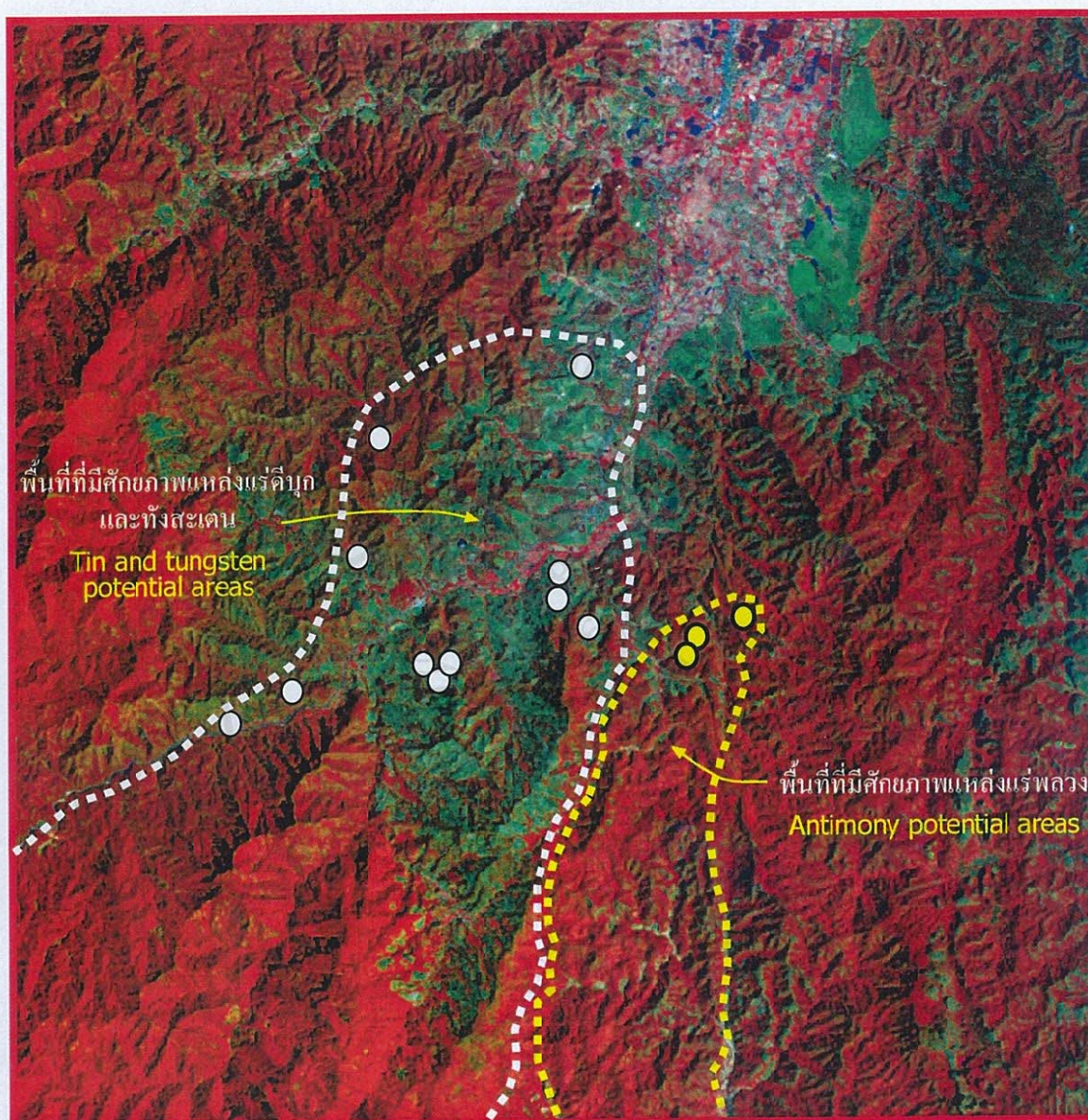
รูปที่ 2.9 แสดงพื้นที่สามบริเวณที่มีศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ (Area1)
แหล่งแร่ ดีบุก และ ทังสแตน (Area 2)
แหล่งแร่ ดีบุก ทังสแตน และ พลวง (Area 3)



รูปที่ 2.10 แสดงพื้นที่บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอแม่สรวย (Area 1) ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ทองคำ จุดสีเหลือง เป็นตำแหน่งที่มีรายงานว่าพบแร่ทองคำ



รูปที่ 2.11 แสดงพื้นที่บริเวณด้านตะวันตกเฉียงเหนือ และด้านเหนือของอำเภอเวียงป่าเป้า (Area 2) ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ดีบุก และแร่ทั้งสะเตน (จุดสีขาว)



รูปที่ 2.12 แสดงพื้นที่บริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้และด้านใต้ของอำเภอเวียงป่าเป้า (Area 3) ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ดีบุกและทังสแตน (จุดสีขาว) และแหล่งแร่พลวง (จุดสีเหลือง)

บทที่ 3

ธรณีวิทยาและการลำดับชั้นหินบริเวณ แม่สรวย – เวียงป่าเป้า

การบรรยายลักษณะของธรณีวิทยาและการลำดับชั้นหินบริเวณ แม่สรวย – เวียงป่าเป้าในรายงานฉบับนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 บริเวณคือ พื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย พื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า และพื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า

3.1 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย

ในพื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย (รูปที่ 3.1) ประกอบด้วย 7 หน่วยหินโดยลำดับจากอายุแก่ไปอายุน้อยดังนี้

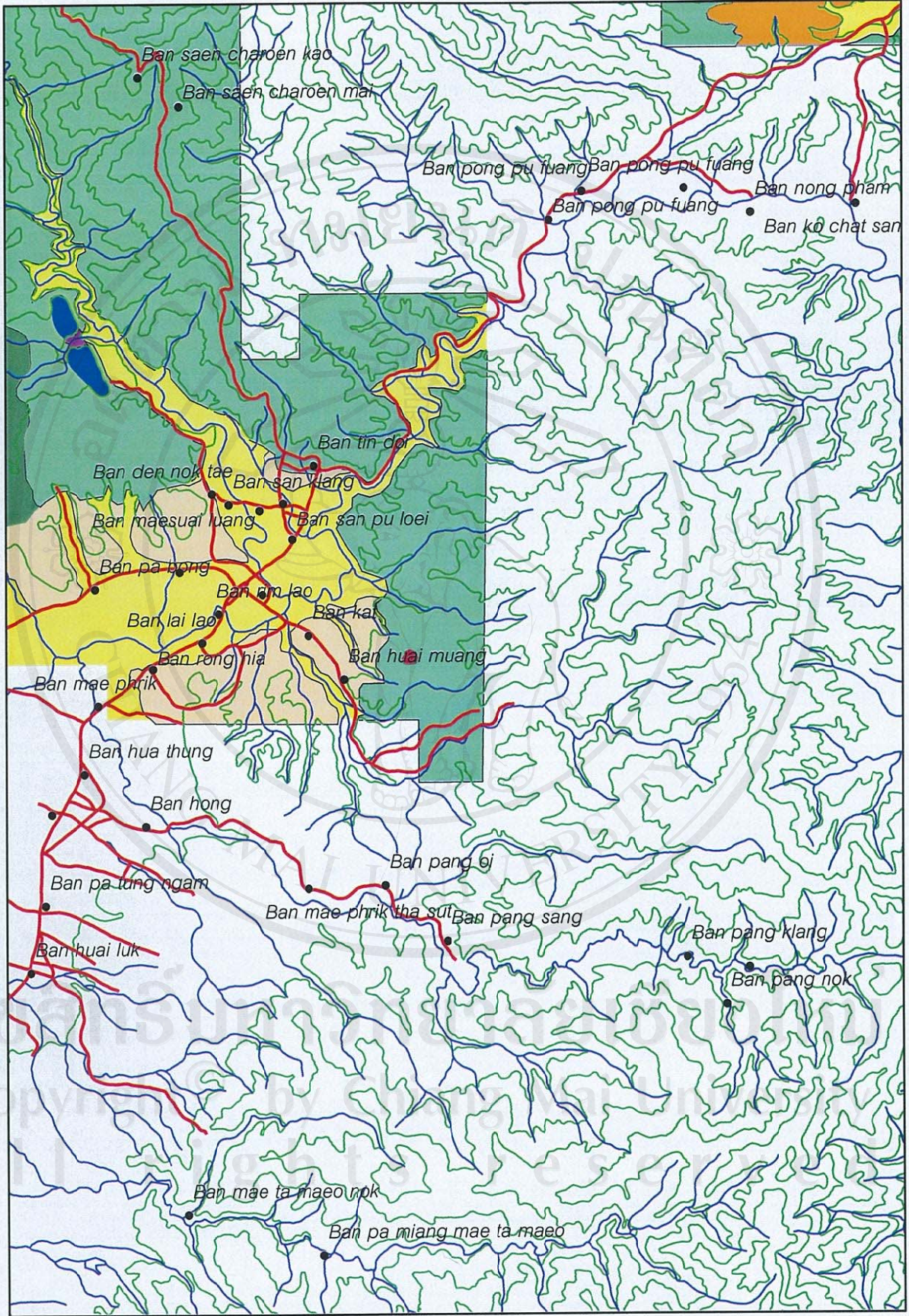
หน่วยหิน A-2

หน่วยหิน A-2 เป็นหินแปร (หินฟิลไลต์ และหินควอตไซต์) หินฟิลไลต์ สีสดสีเทา สีฝุ่นน้ำตาล เหลือง ประกอบด้วย ควอตซ์ และแร่ในกลุ่มไมกาทั้งขนาดละเอียด และขนาดหยาบ มีรีวชนานวางตัว $N52^{\circ}E62^{\circ}SE$ (ที่พิกัด 679822) พบสายควอตซ์หนา 40 เซนติเมตรแทรกตามรีวชนาน (ที่พิกัด 699820) พบโครงสร้างแนวแตกเรียบตัดรอยหยัก (Crenulation cleavage) ที่พิกัด 662817 และโครงสร้างการคดโค้งขนาดเล็กเช่นที่พิกัด 566756 หินควอตไซต์ สีสดสีเทาเข้ม สีฝุ่นน้ำตาลปนส้ม ชั้นหินมีความหนา 1 เมตร แสดงหลักฐานเนื้อเม็ดขนาดทรายหยาบ มีความกลมมนดี ถูกซิลิซิฟายด์ แทรกสลับอยู่กับหินฟิลไลต์ หน่วยหิน A-2 มีแนวสัมผัสกับหน่วยหิน A-3 เป็นรอยชั้นไม่ต่อเนื่องแบบแทรกสลับ เช่นที่พิกัด 542773 และ 539778 มีอายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (พิสิชฌ์ สุขวัฒนานันท์และสวาท เคนวิเศษ, 2531; Braun and Hahn, 1976)

หน่วยหิน A-3

หน่วยหิน A-3 เป็นหินเมตาเบไซต์ เป็นชั้นหนา 10-100 เมตร บ้างก็พบเป็นเลนส์ในหน่วยหิน A-2 สีสดสีเขียวเข้ม สีฝุ่นดำ เนื้อผลึกขนาดละเอียด ลักษณะมวลแน่นประกอบด้วยแร่ในกลุ่มเมฟิกเช่น แอมฟีโบล ซนิกฮอร์นเบลนด์เป็นส่วนใหญ่ แสดงลักษณะคล้ายแนวแตกถี่และ/หรือรีวชนาน ในทิศทางเหนือ-ใต้ เช่นที่พิกัด 543773 และ หน่วยหิน A-3 มีรอยสัมผัสแบบจับปล้นกับหน่วยหินอื่นๆ เช่นที่พิกัด 540775 และ 543771 มีอายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (Braun and Hahn, 1976)

รูปที่ 3.1 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย



Rock Units in Mae Suai area

- | | | | |
|--|--|--|--|
|  Unit Q |  Unit E |  Unit C |  Unit A-3 |
|  Unit T |  Unit D |  Unit A-4 |  Unit A-2 |

0 1,200 2,400 4,800 Meters



หน่วยหิน A-4

หน่วยหิน A-4 เป็นหินอ่อน (เช่นพบบริเวณห้วยน้ำมา) สีสดสีขาว สีสุสีเทาขาว และสีน้ำตาลเหลือง เนื้อผลึกขนาดหยาบเท่าๆกัน (Granoblastic texture) ส่วนประกอบหลักเป็นแคลไซต์ และโดโลไมต์ เนื้อมวลแน่นเนื่องจากการตกผลึกใหม่ พบเป็นเลนส์ขนาดใหญ่แทรกในหินฟิลไลต์ มีความหนามากกว่า 200 เมตร เช่นบริเวณพิกัด 541778 และ 545770 ชั้นหินมีความหนาแบบชั้นบางวางตัว $N35^{\circ}W75^{\circ}NE$ พบสายควอตซ์และแนวฟันในหิน (Stylolite) หน่วยหิน A-4 มีอายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (Braun and Hahn, 1976)

หน่วยหิน C

หน่วยหิน C เป็นหินตะกอน (หินทรายแป้ง หินทราย หินกรวดมน และหินดินดาน) พบบริเวณบ้านหนองผักเสียด บ้านโป่ง และบ้านห้วยसान (บ้านห้วยसानพัฒนา) หินทรายแป้ง สีสดสีม่วงแดง สีสุสีน้ำตาลเหลือง ความหนาของชั้นหิน 5 เซนติเมตร ถึง 5 เมตร วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ (เช่นที่พิกัด 667826) หินทราย สีสดสีม่วงแดง บางบริเวณมีสีขาว สีสุสีน้ำตาลเหลือง ส่วนใหญ่มีขนาดทรายละเอียดถึงปานกลาง มีส่วนประกอบเป็นควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และเศษหิน มีการคัดขนาดดี มีซิลิกาและสารประกอบของเหล็กออกไซด์เป็นสารเชื่อมประสาน ความหนาของชั้นหินพบตั้งแต่ 2 เซนติเมตรถึง 2 เมตร พบหินทรายแทรกสลับกับหินทรายแป้ง ชั้นหินวางตัว $N65^{\circ}W61^{\circ}SW$ (ที่พิกัด 669828) $EW 70^{\circ}S$ (ที่พิกัด 700827 นอกพื้นที่)

หินกรวดมน สีสดสีม่วงแดง สีสุสีน้ำตาลเหลือง กรวดมีขนาด 14-43 มิลลิเมตร มีความกลมมนดี มีความเป็นทรงกลมระดับสูง การคัดขนาดไม่ดี ตะกอนกรวดอยู่ชิดติดกัน (Grain supported) เมทริกซ์เป็นทรายขนาดละเอียดถึงปานกลาง มีสารเชื่อมประสานเป็นซิลิกาและสารประกอบของเหล็กออกไซด์ที่พิกัด 670828 พบชั้นหินวางตัว $N18^{\circ}E45^{\circ}NW$ และการเรียงขนาดแบบปกติ (Normal grading) หินดินดาน สีสดสีม่วงแดง สีสุสีน้ำตาลเหลืองถึงดำ พัฒนาแนวแตกถี่ชัดเจน ชั้นหินมีความหนา 10-15 เซนติเมตร หน่วยหิน C มีอายุอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนปลายถึงเพอร์เมียนตอนต้น (พิศิษฐ์ สุขวัฒนานันท์และสวาท เคนวิเศษ, 2531; Braun and Hahn, 1976)

หน่วยหิน D

หน่วยหิน D เป็นหินทัฟฟ์มูลภูเขาไฟ (Lapilli tuff) สีสดสีเทาม่วง สีสุสีเทาขาว ประกอบด้วยชั้นมูลภูเขาไฟขนาด 2-6 มิลลิเมตร ที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยแก้ว เศษหินภูเขาไฟ และเศษหินเซิร์ต มีการคัดขนาดดี พบบริเวณห้วยบง และม่อนป่าเกี๊ยะ มีความหนา 100 เมตร มีอายุอยู่ในยุคเพอร์เมียน

หน่วยหิน E

หน่วยหิน E เป็นหินแกรนิต พบบริเวณห้วยขี้เคื่อน (ที่พิกัด 598718) และห้วยบ้าน (นอกพื้นที่ พิกัด 515763 และ 526748) พบเป็นก้อนหินมนใหญ่ (Boulder) เป็นส่วนใหญ่ หินแกรนิต สีสดสีขาวปนเทา สีสุสีน้ำตาล เนื้อผลึกสองขนาด โดยมีแร่มวลพื้นผลึกขนาดกลาง ส่วนประกอบหลักได้แก่ ควอตซ์ แอลคาไลเฟลด์สปาร์ แพลจิโอเคลส และไบโอไทต์ มีแร่ดอกเป็นแอลคาไลเฟลด์สปาร์ขนาด 2-3 เซนติเมตร พบเศษหินฟิลาไลต์เป็นหินแปลกปลอม (Xenolith) ที่พิกัด 599720 หน่วยหิน E นี้มีอายุอยู่ในช่วงยุคไทรแอสซิก (พิสิญ์ สุวัฒน์นันท์และสวาท เคนวิเศษ, 2531; Braun and Hahn, 1976)

หน่วยหิน Q

หน่วยหิน Q เป็นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ถึงกึ่งแข็งตัว พบบริเวณสองฝั่งของน้ำแม่ลาว น้ำแม่สรวยและตามลำห้วย (ห้วยอ้อ ห้วยบ้าน และห้วยม่วง) ตะกอนมีสีน้ำตาลเหลือง ถึงสีน้ำตาลแดง ประกอบด้วยก้อนกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเคลย์ กรวดมีขนาด 1-15 เซนติเมตร (ส่วนใหญ่พบมีขนาด 5 เซนติเมตร) มีส่วนประกอบกรวดเป็น ควอตซ์ เศษหินควอตไซต์ เศษหินฟิลาไลต์ เศษหินเมตาบไซต์ และเศษหินแกรนิต ก้อนกรวดจะฝังตัวอยู่ในเมทริกซ์ที่เป็นตะกอนทรายหยาบ (1-2 มิลลิเมตร) มีความกลมมนดี มีความเป็นทรงกลมระดับสูง การคัดขนาดปานกลางถึงดี และดินเหนียว ก้อนกรวดมีการคัดขนาดไม่ดี มีความกลมมนแบบกึ่งเหลี่ยมถึงกึ่งมน และมีความเป็นทรงกลมระดับปานกลางถึงสูง เช่นพิกัด 566721 และ 540730 หน่วยหิน Q วางตัวแบบไม่ต่อเนื่องเชิงมุมกับหน่วยหินอื่นๆที่แก่กว่า มีอายุอยู่ในช่วงยุคควอเทอร์นารี (พิสิญ์ สุวัฒน์นันท์และสวาท เคนวิเศษ, 2531; Braun and Hahn, 1976)

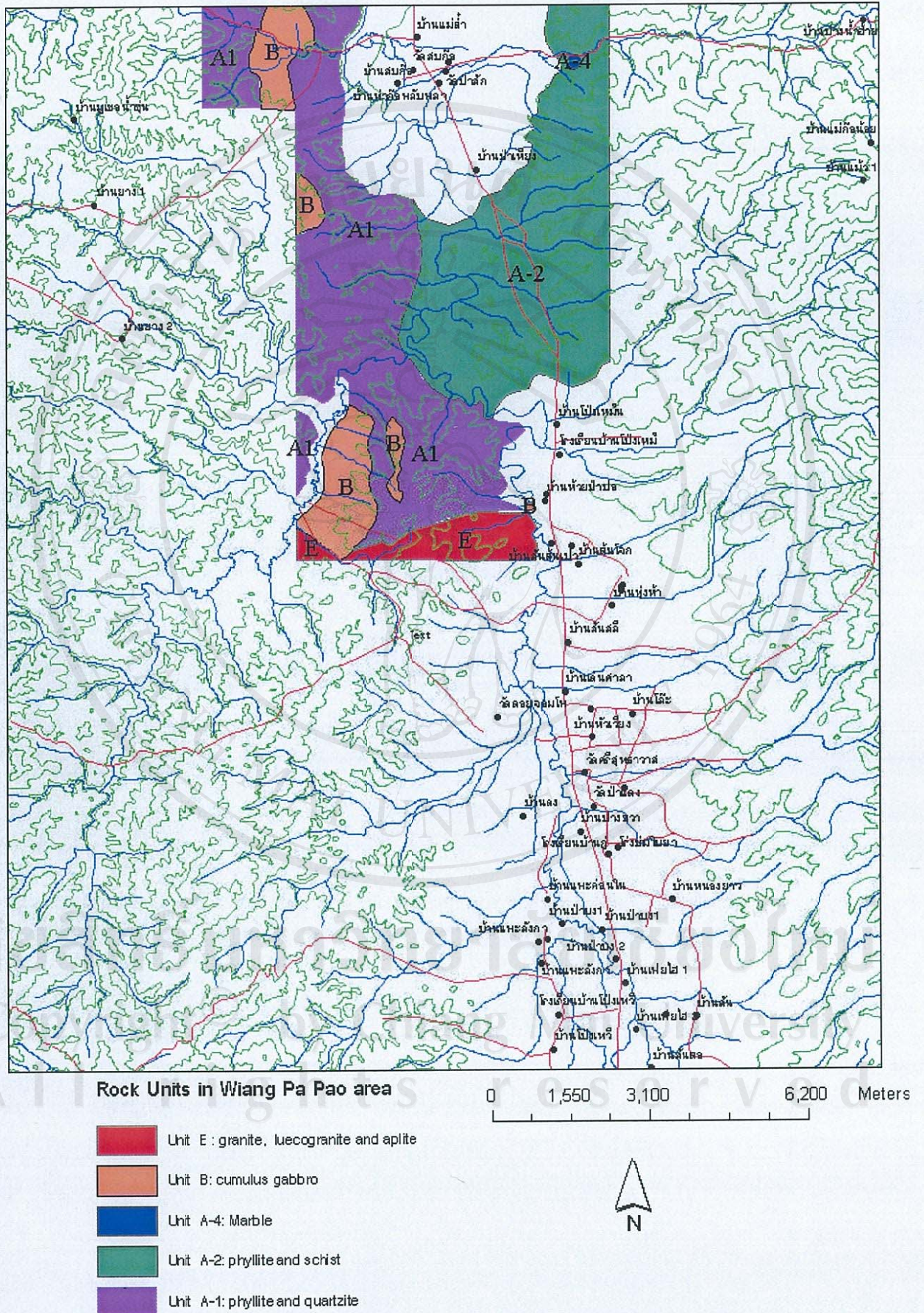
3.2 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า

พื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า (รูปที่ 3.2) ประกอบด้วย 6 หน่วยหิน โดยลำดับจากอายุแก่ไปอายุน้อยดังนี้

หน่วยหิน A-1

หน่วยหิน A-1 เป็นหินแปร (หินฟิลาไลต์ และหินควอตไซต์) พบบริเวณห้วยแม่ตำหลวง ดอยห้วยหลวง ห้วยก้างปู ห้วยป่าตอง และดอยม่อนอิฐ หินฟิลาไลต์ สีสดสีเทาขาว สีสุสีน้ำตาลเหลือง ประกอบด้วย ควอตซ์ และแร่ในกลุ่มไมกาขนาดละเอียด มีริวขนานวางตัว $N10-75^{\circ}E$ $55-67^{\circ}NW$ พบสายควอตซ์แทรกตามริวขนาน หินควอตไซต์ สีสดสีเทาขาว สีสุสีน้ำตาล แสดงหลักฐานเนื้อเม็ดยานทรายหยาบ มีความกลมมนดี มีสารเชื่อมประสานเป็นซิลิกา และถูกซิลิซิฟายด์ หน่วยหิน A-1 วางตัวรองรับหน่วยหิน A-2 แบบต่อเนื่องมีอายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (วิทยา ธรรมคุณิ และสมชาย ชิตมณี, 2531; สมาน จาตุรงค์วนิชย์และสันติ สีวงศ์เจริญ, 2532 ข; Baum and Hahn, 1977)

รูปที่ 3.2 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย



หน่วยหิน A-2

หน่วยหิน A-2 เป็นหินแปร (หินฟิลไลต์ และหินชีสต์) พบบริเวณอ่างท่าก้อ ห้วยดินคำ และห้วยป่าเหียง หินฟิลไลต์ สีสดสีเทาดำ สีฝุ่น้ำตาลเหลือง แสดงริ้วขนาน ขนานกับระนาบชั้นหินเดิมอยู่ในแนว $N25-45^{\circ}E$ $25-37^{\circ}SE$ และ $N75^{\circ}W40^{\circ}SW$ พบชั้นหินคดโค้งขนาดเล็ก มีการวางตัวของแนวแกนการคดโค้ง $10^{\circ}N35^{\circ}E$, $30^{\circ}EW$ และ $5^{\circ}N45^{\circ}E$ เช่นที่พิกัด 528496 และ 528550 หินชีสต์ สีสดสีเทา สีฝุ่น้ำตาลเหลือง แสดงริ้วขนานของแร่ในกลุ่มไมกาสลับกับแถบของควอตซ์และเฟลด์สปาร์ วางตัวในแนว $N35^{\circ}E30^{\circ}SE$ เช่นที่พิกัด 540497 และ 525512 หน่วยหิน A-2 มีอายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (วิชาธรณศาสตร์ และสมชาย ชิตมณี, 2531; สมาน จาตุรงค์วนิชย์และสันติ สิวังค์เจริญ, 2532 ข; Baum and Hahn, 1977)

หน่วยหิน A-4

หน่วยหิน A-4 เป็นหินอ่อน (เช่นพบบริเวณห้วยน้ำอุ่น และรอบๆ อ่างท่าก้อ) สีสดสีเทาดำ สีฝุ่น้ำตาลแดง พบเป็นเลนส์ขนาดใหญ่แทรกในหินฟิลไลต์ และหินชีสต์ แนวแกนของเลนส์มีความยาว 50-600 เมตร เช่นบริเวณพิกัด 535548 ชั้นหินมีการวางตัว $N30^{\circ}E41^{\circ}NW$ หน่วยหิน A-4 มีอายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (วิชาธรณศาสตร์ และสมชาย ชิตมณี, 2531; สมาน จาตุรงค์วนิชย์และสันติ สิวังค์เจริญ, 2532 ข; Baum and Hahn, 1977)

หน่วยหิน B

หน่วยหิน B เป็น หินควมูลต์สแกบโบร (พบบริเวณห้วยตงช้าง ที่พิกัด 483523) หินไมโครแกบโบร (พิกัด 489454 490463 494454 และ 521461) และหินเมตาแกบโบร (เช่นที่ห้วยแม่ตำหลวง พิกัด 482552) มีอายุอยู่ในช่วงยุคดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัสตอนล่าง (วิชาธรณศาสตร์ และสมชาย ชิตมณี, 2531; สมาน จาตุรงค์วนิชย์และสันติ สิวังค์เจริญ, 2532 ข; Baum and Hahn, 1977) หินควมูลต์สแกบโบร สีสดสีเทาเข้ม ประกอบด้วยฮอร์นเบลนด์ ควอตซ์ และแพลจิโอเคลส พบ ฮอร์นเบลนด์ มีเนื้อผลึก 2 แบบ คือเนื้อผลึกขนาดละเอียด (0.5 มิลลิเมตร) และเนื้อผลึกขนาดหยาบ (1-3 มิลลิเมตร) เช่นที่พิกัด 483523 หินไมโครแกบโบร สีสดสีเขียวเข้มถึงสีดำ มีเนื้อผลึกสองขนาด แร่ดอกมีขนาด 2-8 มิลลิเมตร ประกอบด้วยไพรอกซีน และ ฮอร์นเบลนด์ประมาณ 85 % มวลพื้นประกอบด้วยแพลจิโอเคลส เอพิโดต และแอมฟีโบล พบลักษณะคล้ายริ้วขนานวางตัว $N30^{\circ}E18^{\circ}NW$ หินเมตาแกบโบร สีสดสีเขียวอ่อน สีฝุ่น้ำตาล มีเนื้อผลึกสองขนาด ผลึกขนาดหยาบมักพบเป็นเฟลด์สปาร์ ส่วนประกอบอื่นๆเป็นแอมฟีโบล แพลจิโอเคลส ไพรอกซีน และควอตซ์ ริ้วขนานวางตัว $N5^{\circ}E86^{\circ}SE$ มักพบมีสายควอตซ์แทรกขนานริ้วขนาน ในบางบริเวณพบว่าหินเมตาแกบโบรเนื้อผลึกขนาดหยาบแปรสภาพลอมฝังตัวในหินเมตาแกบโบรเนื้อผลึกขนาดละเอียด เช่นที่พิกัด 482552

หน่วยหิน E

หน่วยหิน E เป็นหินอัคนี (หินแกรนิต หินแอไฟลต์ และหินลูโคแกรนิต) พบบริเวณห้วยวัด ห้วยคอกหมู บ้านโชคชัย และบ้านทุ่งห้า พบเป็นก้อนหินมนใหญ่ (Boulder) เป็นส่วนใหญ่ หินแกรนิต สีสดสีเขียวปนเทา สีฝุ่นน้ำตาล พบเนื้อผลึกสองขนาด โดยมีแร่มวลพื้นผลึกขนาดกลาง (เช่นพิกิต 490453) ส่วนประกอบหลักของหินได้แก่ ควอตซ์ แอลคาไลเฟลด์สปาร์ แพลจิโอเคลส และไบโอไทต์ โดยมีปริมาณแร่ดอก มากกว่า 25 % เป็นแอลคาไลเฟลด์สปาร์ขนาด 2-8 เซนติเมตร หินแอไฟลต์ สีสดสีเขียว สีฝุ่นน้ำตาล เนื้อผลึกขนาดละเอียดพบแทรกในหินแกรนิตเช่นที่พิกิต 466585 หินลูโคแกรนิต สีสดสีเทาอ่อน สีฝุ่นน้ำตาล พบบริเวณพิกิต 518452 และ 524445 หน่วยหิน E สัมผัสแบบไม่ต่อเนื่องกับหน่วยหินอื่นๆ มีอายุอยู่ในช่วงยุคไทรแอสซิก (วิทยา ธรรมคุณุฎี และสมชาย จิตมณี, 2531; สมาน จาตุรงค์วนิชย์และสันติ สีวงศ์เจริญ, 2532 ข; Baum and Hahn, 1977)

หน่วยหิน Q

หน่วยหิน Q เป็นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ถึงกึ่งแข็งตัว พบบริเวณสองฝั่งของน้ำแม่ลาว และตามลำห้วย ตะกอนมีสีน้ำตาลเหลือง ถึงสีน้ำตาลแดง ประกอบด้วยก้อนกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเคลย์กรวดมีขนาด 1-14 เซนติเมตร (ส่วนใหญ่พบมีขนาด 5 เซนติเมตร) มีส่วนประกอบกรวดเป็น ควอตซ์ เศษหินควอตไซต์ เศษหินฟิลไลต์ และเศษหินไฮอาโลคลาสไทต์ ก้อนกรวดจะฝังตัวอยู่ในเมทริกซ์ที่เป็นตะกอนทราย และดินเหนียว ก้อนกรวดมีการคัดขนาดไม่ดี มีความกลมมนแบบกึ่งเหลี่ยมถึงกึ่งมน และมีความเป็นทรงกลมระดับปานกลางถึงสูง เช่นพิกิต 488552 หน่วยหิน Q วางตัวแบบไม่ต่อเนื่องเชิงมุมกับหน่วยหินอื่นๆที่แก่กว่า มีอายุอยู่ในช่วงยุคควอเทอร์นารี (วิทยา ธรรมคุณุฎี และสมชาย จิตมณี, 2531; สมาน จาตุรงค์วนิชย์และสันติ สีวงศ์เจริญ, 2532 ข; Baum and Hahn, 1977)

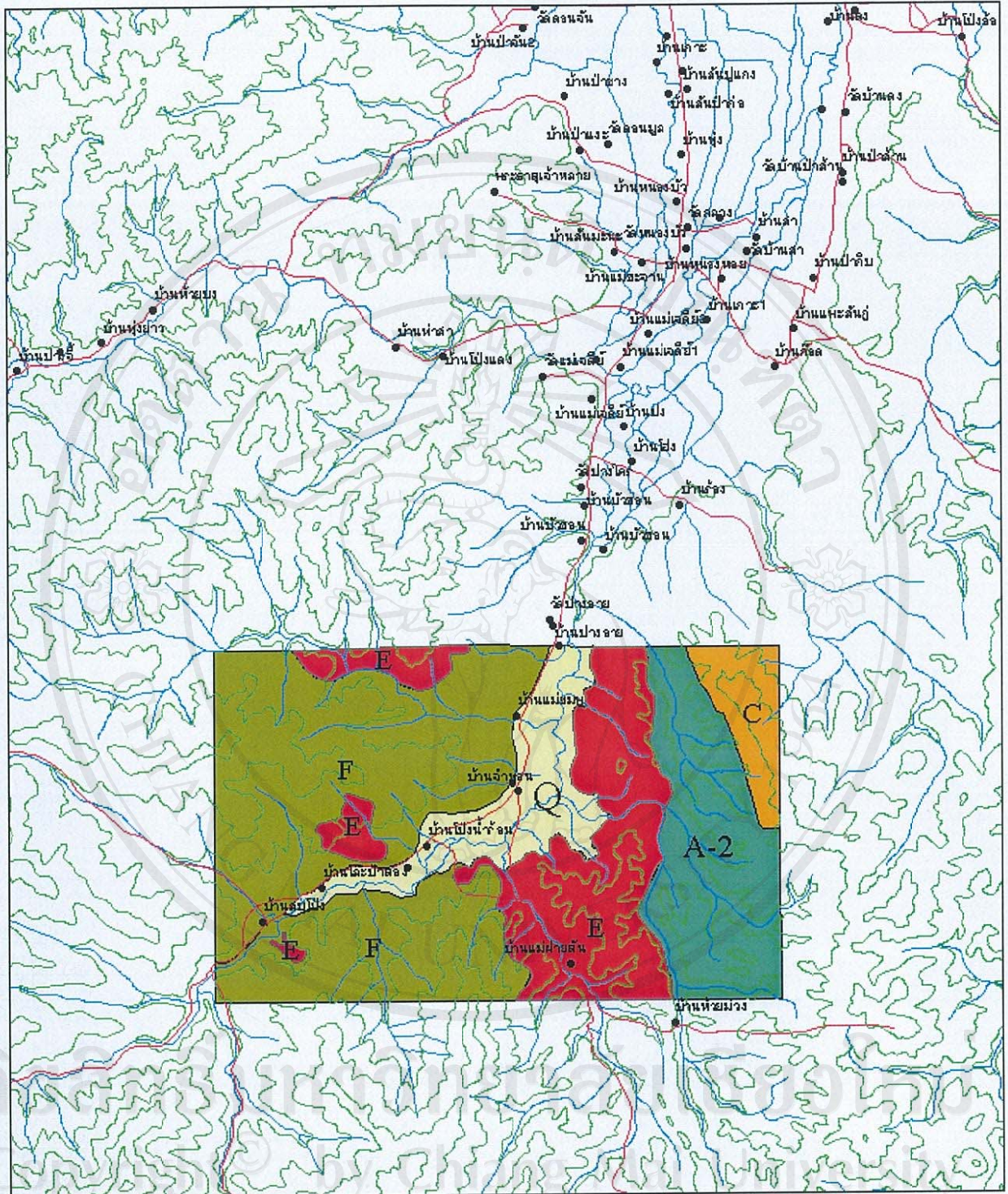
3.3 พื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า

พื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า (รูปที่ 3.3) ประกอบด้วย 5 หน่วยหิน โดยลำดับจากอายุแก่ไปอายุน้อยดังนี้

หน่วยหิน A-2

หน่วยหิน A-2 เป็นหินแปร (หินชนวน หินฟิลไลต์ และหินชีสต์) พบบริเวณห้วยป่าสัก และห้วยม่วง มีการวางตัวของชั้นหิน อยู่ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีมุมเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หินชนวน สีสดสีดำ สีฝุ่นน้ำตาลเข้ม แสดงแนวแตกเรียบแบบหินชนวนวางตัว $N40^{\circ}E33^{\circ}SE$ เช่นที่บ้านห้วยม่วง พิกิต 544126 หินฟิลไลต์ สีสดสีเทา สีฝุ่นน้ำตาลเหลือง แสดงริ้วขนาน

รูปที่ 33 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย



Rock Units in the southern part of
Wiang Pa Pao area

0 950 1,900 3,800 Meters

- Unit Q: Sand, silt, clay and gravel
- Unit F: rhyodacite and metabasite
- Unit E: granite and aplite
- Unit C: conglomerate and sandstone
- Unit A-2: slate, phyllite and schist



ขนานกับระนาบชั้นหินเดิมอยู่ในแนว $N50^{\circ}E69^{\circ}SE$ พบชั้นหินคดโค้งขนาดเล็กน้อย Z ที่พิกัด 545166 หินชิสต์ สีสดสีเทา สีฝุ่นน้ำตาลส้ม แสดงริ้วขนานของแร่ในกลุ่มไมกาสลับกับแถบของควอตซ์และเฟลด์สปาร์ วางตัวในแนว $N20^{\circ}E27^{\circ}SE$ เช่นที่พิกัด 545166 และ 550164 หน่วยหิน A-2 วางตัวรองรับหน่วยหิน C แบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องเชิงมุม และมีอายุในช่วงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (สมาน จาตุรงค์ควนิชย์ และสันติ ถีวงศ์เจริญ, 2532 ก)

หน่วยหิน C

หน่วยหิน C เป็นหินกรวดมน (เช่นพบบริเวณคอยสันผักละ) สีสดสีเทา สีฝุ่นน้ำตาล กรวดมีขนาดใหญ่สุด 6.5 เซนติเมตร ขนาดโดยทั่วไป 2-3 เซนติเมตร การคัดขนาดไม่ดี ความกลมมนแบบเหลี่ยมถึงกึ่งมน ความเป็นทรงกลมระดับต่ำ มีส่วนประกอบกรวดเป็น ควอตซ์ เศษหินควอตไซต์ เศษหินฟิลไลต์ มีเมทริกซ์เป็นทรายขนาดหยาบ สีแดงปนม่วง มีสารเชื่อมประสานเป็นซิลิกา และสารประกอบของเหล็กออกไซด์ เช่นที่พิกัด 558158 548168 และ 560144 ไม่พบแนวสัมผัสระหว่างหน่วยหิน C กับหน่วยหิน E แต่คาดว่ามียุขอยู่ในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัส (สมาน จาตุรงค์ควนิชย์ และสันติ ถีวงศ์เจริญ, 2532 ก; Baum and Hahn, 1977)

หน่วยหิน E

หน่วยหิน E เป็นหินอัคนี (หินแกรนิต และหินแอไฟลต์) หินแกรนิต สีสดสีขาวปนเทา สีฝุ่นน้ำตาล พบเนื้อผลึกขนาดเดียว โดยมีผลึกขนาดกลางถึงหยาบ (เช่นพิกัด 541154 และ 490127) และเนื้อผลึกสองขนาด โดยมีแร่ดอกเป็นแอลคาไลเฟลด์สปาร์ขนาด 1 เซนติเมตร ส่วนประกอบหลักของหินได้แก่ ควอตซ์ แอลคาไลเฟลด์สปาร์ แพลจิโอเคลส ไบโอไทต์ และทัวร์มาลีน พบแร่เศรษฐกิจ เช่น สติบไนต์ ดีบุก และซีไลต์ ที่พิกัด 499146 หินแอไฟลต์ สีสดสีขาว สีฝุ่นน้ำตาล เนื้อผลึกขนาดเดียว โดยมีผลึกขนาดละเอียด เช่นพิกัด 504173

หน่วยหิน E วางตัวแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องบนหน่วยหิน A-2 (เช่นที่พิกัด 543153 และ 544129) และแสดงแนวสัมผัสแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องบนหินอัคนีกับหน่วยหิน F (เช่นที่พิกัด 522146) คาดว่าหน่วยหิน E มียุขอยู่ในช่วงยุคไทรแอสซิก (วิทยา ธรรมคุณภู และอภิชาติ จินกุล, 2532; สมาน จาตุรงค์ควนิชย์ และสันติ ถีวงศ์เจริญ, 2532 ก)

หน่วยหิน F

หน่วยหิน F เป็นหินภูเขาไฟ (หินไรโอเดไซต์ และหินเมตาบไซต์) และหินตะกอนภูเขาไฟ (หินไฮอาลอกลาสไทต์ หินอิกนิมไบรต์ และหินกรวดเหลี่ยม) หินไรโอเดไซต์ สีสดสีน้ำตาลจาง สีฝุ่นน้ำดา

ลปนดำ เนื้อเปลือกสองขนาด มีแอลคาไลเฟลด์สปาร์เป็นแร่ดอก ขนาด 1.5 – 8 มิลลิเมตร (เช่นที่พิกัด 485137) หินเมตาเบไซต์ สีสดสีเทา สีฝุ่น้ำตาลปนเหลือง แสดงลักษณะคล้ายแนวแตกถ้ำและ/หรือริ้วขนาน ในทิศทาง $N74^{\circ}W\ 30^{\circ}SW$ เช่นที่พิกัด 485157 และ 493159 หินไฮอาโลกลาสไทต์ สีสดสีเขียวเข้ม สีฝุ่น้ำตาลอ่อนถึงเข้ม หินสดมีเนื้อแน่นแต่เมื่อผุแสดงแนวแตกถ้ำ ชั้นเศษหินมีทั้งขนาดกรวดละเอียดถึงกรวดหยาบ (4-5 มิลลิเมตร) และทรายปนกัน เช่นที่พิกัด 485137 503131 และ 481142 หินอิกนิมไบรต์ สีสดสีน้ำตาลแดง สีฝุ่น้ำดำ เนื้อละเอียดแน่นเนื่องจากถูกซิลิซิฟายด์ แสดงเนื้อที่เกิดจากการไหล เช่นที่พิกัด 492160 หินกรวดเหลี่ยม สีสดสีเทา สีฝุ่น้ำตาลเหลือง ส่วนประกอบกรวดส่วนใหญ่เป็น ควอตซ์ และเศษหินควอตไซต์ ที่ถูกเชื่อมประสานด้วยซิลิกา และสารประกอบของเหล็กออกไซด์ หน่วยหิน F มีแนวสัมผัสแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องกับหน่วยหิน Q คาดว่ามีอายุหลังยุคไทรแอสซิก (วิทยา ธรรมคุณุฎี และอภิชาติ จินกุล, 2532; Baum and Hahn, 1977)

หน่วยหิน Q

หน่วยหิน Q เป็นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ถึงกึ่งแข็งตัว ประกอบด้วยก้อนกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเคลย์ กรวดมีขนาด 1-40 เซนติเมตร (ส่วนใหญ่พบมีขนาด 5 เซนติเมตร) มีส่วนประกอบกรวดเป็น ควอตซ์ เศษหินควอตไซต์ เศษหินฟิลาไลต์ และเศษหินไฮอาโลกลาสไทต์ มีการคัดขนาดไม่ดี

บทที่ 4

ธรณีวิทยาโครงสร้างบริเวณ แม่สรวย - เวียงป่าเป้า

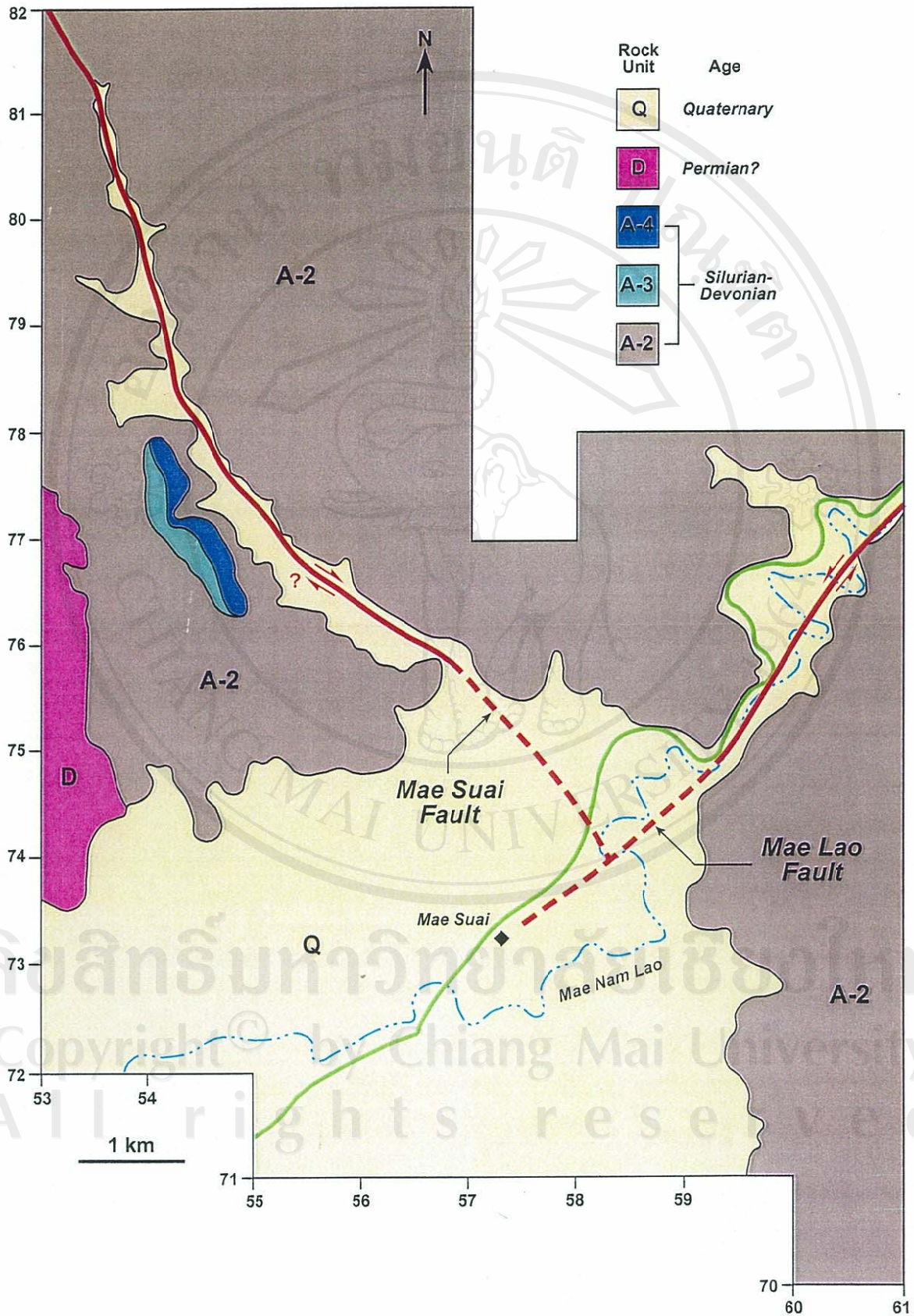
4.1 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอแม่สรวย

บริเวณเทือกเขาทางด้านเหนือและตะวันออกของ พื้นที่บ้านป่าบง และบ้านทุ่งพร้าว อำเภอแม่สรวยประกอบด้วยหินแปรชนิด หินฟิลไลต์ หินเมตาเบไซต์ และหินอ่อน ของหน่วยหิน A ซึ่งถูกวางปิดทับโดยหินทัฟไฟมูลูภูเขาไฟ ของหน่วยหิน D ด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่เป็นแอ่งแม่สรวยที่ปัจจุบันถูกปกคลุมด้วยตะกอนอายุควอเทอร์นารี (รูปที่ 1) หน่วยหินอายุพาลีโอโซอิกทั้งหมดมีรอยต่อในแนวระดับ (strike of unit boundaries) วางตัว N-S และ NNW-SSE หินเมตาเบไซต์และหินอ่อนในตำแหน่งของอ่างเก็บน้ำแม่สรวย (ประมาณพิกัด 545773) น่าจะแปรสภาพจากหินอัคนีสีเข้มและหินปูน และการวางตัวปัจจุบันในแนว NNW-SSE อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนรูปร่างที่เกิดร่วมกับการแปรสภาพ ดังนั้นรอยต่อระหว่างหินทั้งสองชนิดกับหินฟิลไลต์ก็น่าจะเป็นรอยเลื่อน

ริ้วขนาน (foliation) ในหินแปรเหล่านี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหินฟิลไลต์วางตัวหลายทิศทาง เนื่องจากหินมีการคดโค้งในทิศทางและรูปแบบที่ไม่แน่นอน พบหลักฐานในภาคสนามที่แสดงการคดโค้งมากกว่าหนึ่งครั้งอยู่ทั่วไปได้แก่ การคดโค้งของริ้วขนาน การคดโค้งของแนวแตกเรียบ (cleavage) และการคดโค้งของระนาบแกนการคดโค้ง (axial plane) ของแนวแตกเรียบคดโค้ง การเปลี่ยนรูปร่าง (deformation) ที่เกิดขึ้นในหลายช่วงเวลาดังกล่าวเป็นสาเหตุของการวางตัวที่ซับซ้อนของริ้วขนานข้างต้น

ริ้วขนานในหินฟิลไลต์มีการวางตัวในแนวระดับ (strike) ที่ค่อนข้างคงที่ในพื้นที่แคบๆ (ไม่เกินหนึ่ง กิโลเมตร) ตามแนวแม่น้ำสรวยที่ไหลลงสู่แอ่งแม่สรวยจากทางทิศเหนือ (จิรวิษณุ รักษาดี และคณะ 2544) และตามแนวแม่น้ำลาวที่ไหลจากแอ่งแม่สรวยเข้าสู่แอ่งเชียงรายในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (อนุชา ใจบุญ และคณะ 2544) หุบเขาของแม่น้ำทั้งสองในพื้นที่ศึกษาเป็นแนวแคบและคดโค้งน้อย โดยหุบเขาของแม่น้ำสรวยวางตัว NNW-SSE ทางด้านเหนือแล้วค่อยๆ โค้งมาอยู่ในทิศทาง NW-SE ทางด้านใต้ ส่วนหุบเขาของแม่น้ำลาวเป็นแนวตรงวางตัว NE-SW ริ้วขนานในหินฟิลไลต์ในพื้นที่ทั้งสองวางตัวโดยประมาณขนานกับแนวหุบเขา และมีมุมเทค่อนข้างสูง (50-80 องศา)

โครงสร้างในหินโผล่ตามทางหลวงที่ตัดตามร่องน้ำทั้งสองมีลักษณะยุ่งเหยิง ประกอบไปด้วยริ้วขนานที่มีการคดโค้งแบบรุนแรง (intense folding) และมีการวางตัวที่ไม่สอดคล้องกัน (disharmonic orientation) พบรอยเลื่อนและโซนรอยเลื่อนหลายขนาด (ความกว้างตั้งแต่ช่วง เซนติเมตร ถึงหลายสิบลมตร) กระจายตัวอย่างหนาแน่น รอยเลื่อนเหล่านี้วางตัวหลายทิศทาง อย่างไม่เป็นระบบ อีกทั้งทิศทาง



รูปที่ 4.1 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ด้านเหนือแม่สรวย หน่วยหินกระจายตัวตามแนว NNW-SSE รอยเลื่อนแม่ลาวบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ทอดตัวต่อเนื่องไปทางตะวันออกเฉียงเหนืออีก ประมาณ 10 กิโลเมตรเข้าสู่แอ่งเชียงรายในเขตอำเภอแม่ลาว เส้นหนาสีเขียวแสดงทางหลวง หมายเลข 109

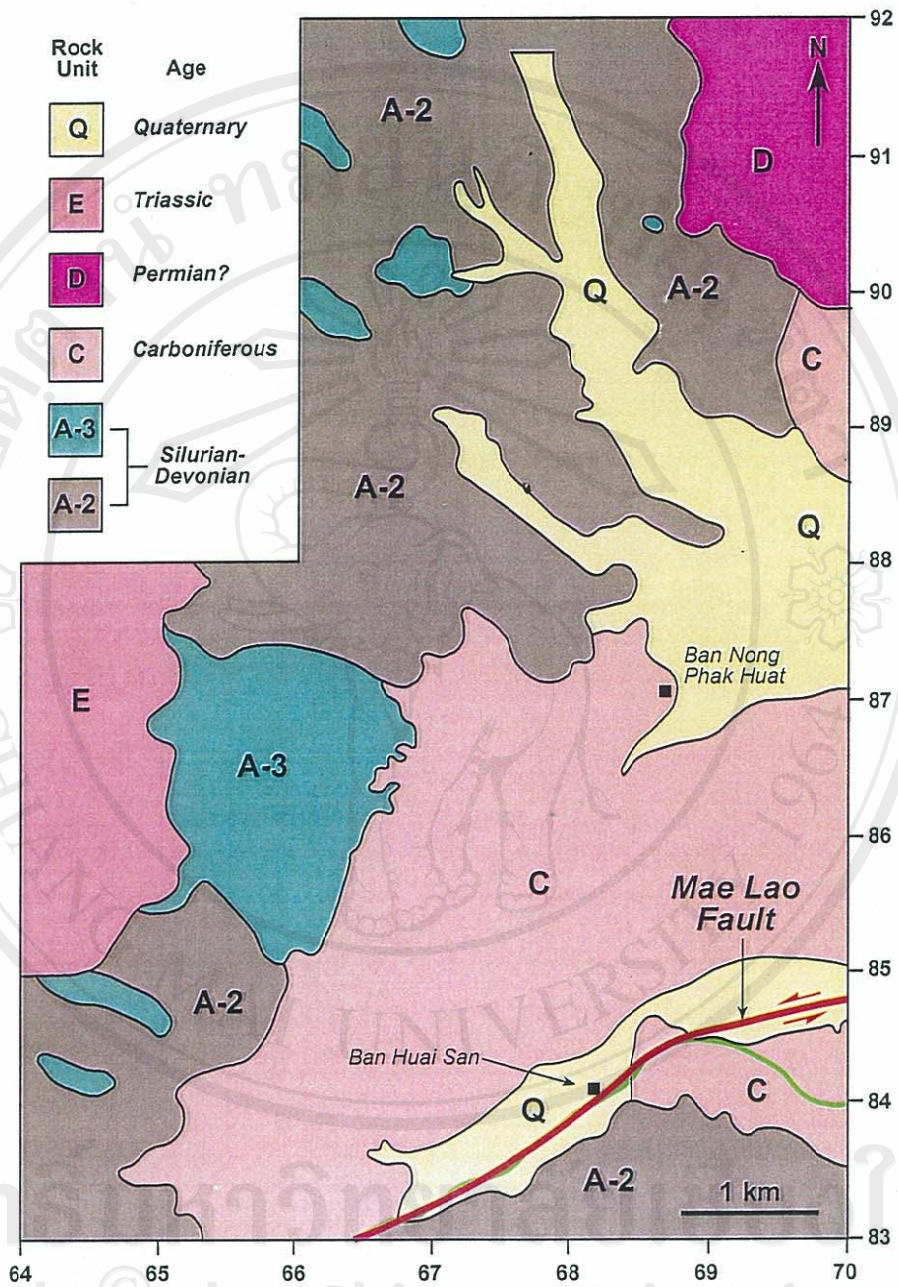
การเคลื่อนที่บนรอยเลื่อนแต่ละแนวก็ไม่เหมือนกัน หลักฐานในสนามบ่งชี้การเคลื่อนที่ทั้งในแบบปรกติ แบบย้อน และแบบตามแนวระดับ ลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนดังกล่าวแสดงถึงการเคลื่อนที่ในโซนรอยเลื่อนซึ่งมีการแตกหักของหินเป็นบล็อก และมีการหมุนของบล็อกเหล่านั้นอย่างอิสระขณะที่เกิดการเคลื่อน จึงสามารถแปลความหมายได้ว่า ร่องแม่น้ำสรวยและแม่น้ำลาวเป็นตำแหน่งของรอยเลื่อน ในที่นี้ให้ชื่อว่า “รอยเลื่อนแม่สรวย” และ “รอยเลื่อนแม่ลาว” ตามลำดับ มุมเทที่สูงของริ้วขนานในหินฟิลไลต์ที่ขนานไปกับแนวร่องเขาชี้ว่ารอยเลื่อนทั้งสองน่าจะมิมุมเทสูงด้วย

ไม่มีหลักฐานบ่งบอกทิศทางการเคลื่อนของรอยเลื่อนแม่สรวย ส่วนรอยเลื่อนแม่ลาวมีแนวต่อเนื่องเข้าไปในเขตอำเภอแม่ลาวทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 2) โดยบริเวณบ้านห้วยสำน (ประมาณพิกัด 660820) รอยเลื่อนแม่ลาวตัดผ่านรอยต่อระหว่างหน่วยหิน A และหินตะกอนอายุคาร์บอนิเฟอรัสของหน่วยหิน C แล้วทำให้รอยต่อดังกล่าวเลื่อนออกจากกันในแนวระดับไปทางซ้าย (left-lateral strike slip) เป็นระยะทางกว่า ๕ กิโลเมตร (สุรพงษ์ พิมพ์ทอง และคณะ 2544) หลักฐานดังกล่าวยังบ่งชี้ว่ารอยเลื่อนแม่ลาวมีการเกิดหลังจากการตกทับถมของหน่วยหิน C ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส เนื่องจากรอยเลื่อนทั้งสองมีรูปแบบเป็นรอยเลื่อนร่วม (conjugate faults) หากเกิดในช่วงเวลาเดียวกัน ภายใต้ระบบความเค้น (stress system) เดียวกัน เมื่อรอยเลื่อนแม่ลาวมีทิศทางการเคลื่อนในแนวระดับไปทางซ้าย อาจสันนิษฐานได้ว่ารอยเลื่อนแม่สรวยมีการเคลื่อนในแนวระดับไปทางขวา (right-lateral strike slip)

4.2 พื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า

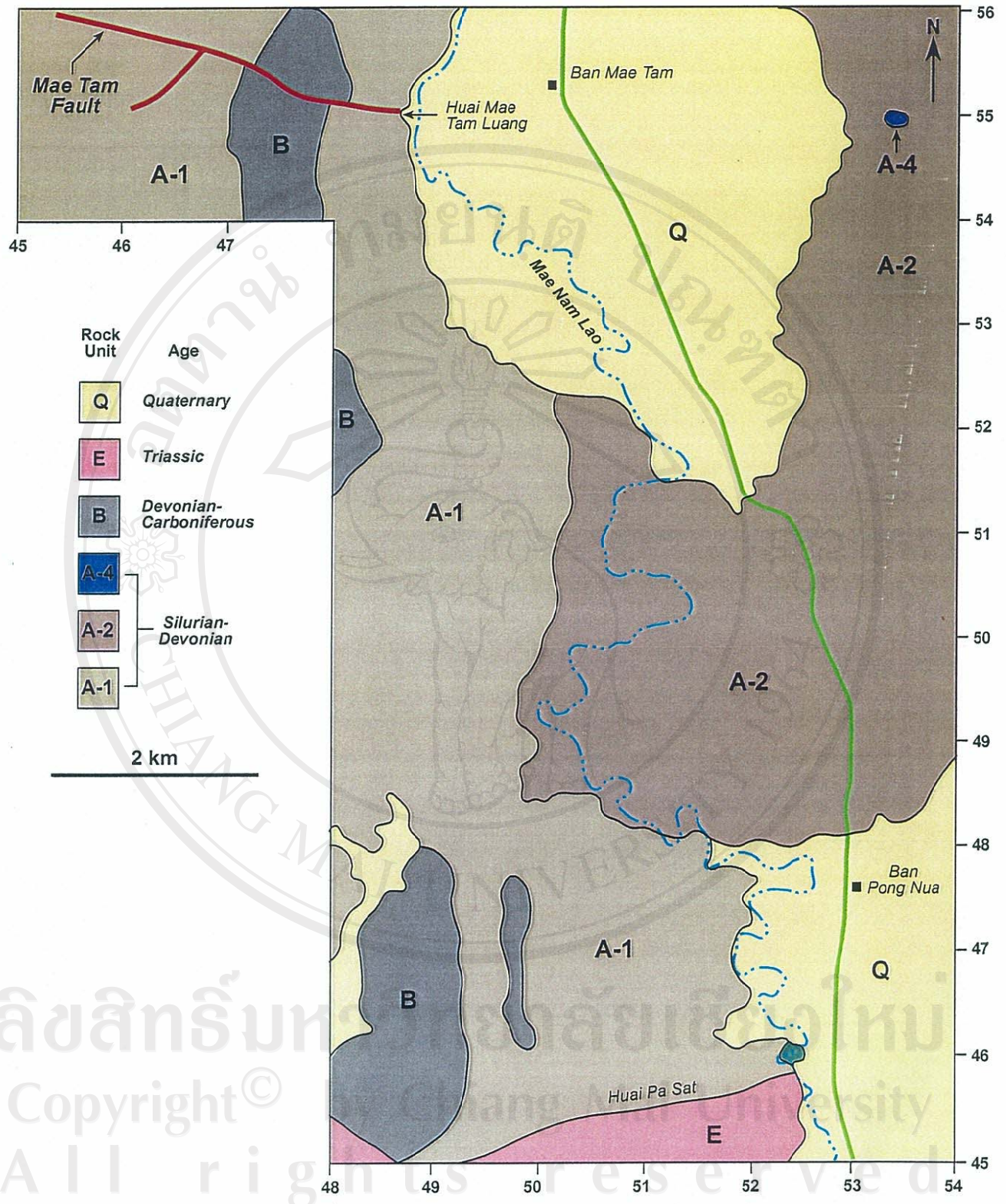
พื้นที่ศึกษาตั้งครอบคลุมพื้นที่รอยต่อระหว่างแอ่งแม่สรวยทางด้านเหนือ และแอ่งเวียงป่าเป้าทางด้านใต้ (รูปที่ 3) บริเวณที่เป็นเขาส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินฟิลไลต์และหินซิสต์ของหน่วยหิน A ซึ่งในบางบริเวณถูกแทรกตัดโดยหินแกรนิตของหน่วยหิน B ทางขอบด้านใต้ของพื้นที่พบหินแกรนิตของหน่วยหิน E พื้นที่ภายในแอ่งถูกปกคลุมโดยตะกอนอายุควอเทอร์นารี รูปแบบหินโคล์ของหินแกรนิตเป็นพื้นที่ยาวตามแนวเหนือใต้ ริ้วขนานในหินฟิลไลต์มีทิศทางการวางตัวไม่แน่นอน และแสดงโครงสร้างคดโค้งอยู่ทั่วไปซึ่งไม่แสดงความสัมพันธ์ในเชิงการวางตัวที่ชัดเจน หลักฐานในหินโคล์ส่วนใหญ่บ่งชี้การคดโค้งมากกว่าหนึ่งครั้งได้แก่ การคดโค้งของริ้วขนาน การคดโค้งของแนวแตกเรียบ และการคดโค้งของระนาบแกนการคดโค้งของแนวแตกเรียบคดโค้ง รอยเลื่อนที่พบในพื้นที่วางตัว NW-SE และ NE-SW และมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไป พบหลักฐานแสดงรอยเลื่อนขนาดใหญ่ตามแนวห้วยแม่คำหลวงทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ (ประมาณพิกัด 475550; รัศพล เกษเกล้า และคณะ 2544) ในที่นี้ให้ชื่อว่า “รอยเลื่อนแม่คำ”

รอยเลื่อนแม่คำทอดตัวตามห้วยแม่คำหลวงซึ่งเป็นร่องตรงในทิศทาง NW-SE หินโคล์ตามห้วยส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินฟิลไลต์ที่แสดงแนวแตกหนาแน่น และมีการมุขสูง ในบางบริเวณมีรอยเลื่อน



รูปที่ 4.2 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่เขตติดต่ออำเภอแม่สรวย - อำเภอแม่ลาว

ลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับ
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.3 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ด้านเหนืออำเภอเวียงป่าเป้า บริเวณรอยต่อระหว่างแอ่งแม่สรวย และแอ่งเวียงป่าเป้า เส้นหนาสีเขียวแสดงทางหลวงหมายเลข 118

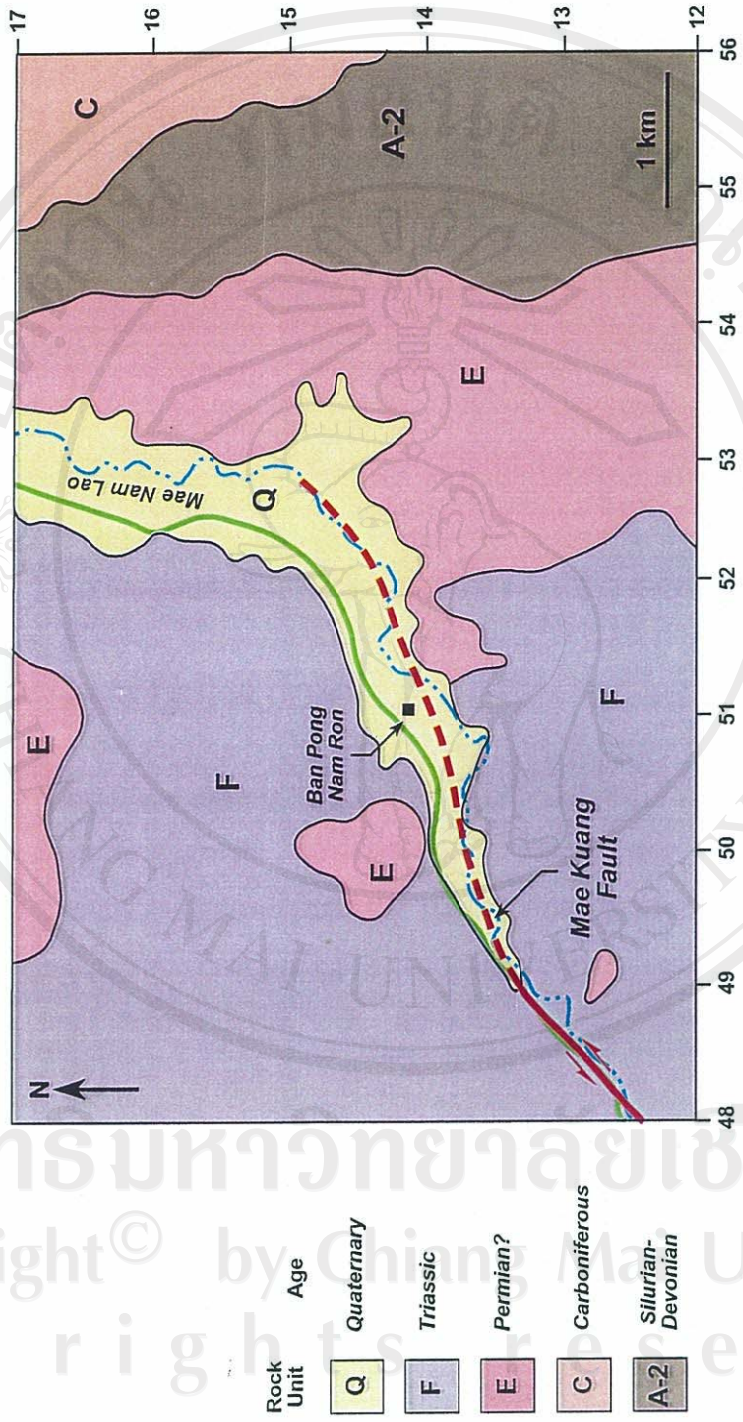
ขนาดเล็กที่ส่วนใหญ่วางตัว NW-SE และ NE-SW การเคลื่อนที่บนรอยเลื่อนส่วนใหญ่อยู่ในแนวระดับแต่มีทิศทางหลากหลาย ทั้งแบบไปทางขวาและแบบไปทางซ้าย ไม่สามารถจัดให้อยู่ในระบบการเฉือน (simple-shear system) เดียวกันได้ อย่างไรก็ตามหากรอยเลื่อนแม่ดำเกิดขึ้นภายใต้ระบบความเค้นเดียวกันกับรอยเลื่อนแม่ลาวและรอยเลื่อนแม่สรวยในพื้นที่ทางเหนือ อาจสันนิษฐานได้ว่ารอยเลื่อนแม่ดำ มีการเคลื่อนที่ในแนวระดับในช่วงหลังคาร์บอนิเฟอรัสไปทางขวา

รอยต่อระหว่างหินแกรนิตของหน่วยหิน E กับหินฟิลไลต์ของหน่วยหิน A ตามแนวห้วยป่าสาตทางด้านใต้ของพื้นที่ (ประมาณพิกัด 505454) มีแนวตรงคล้ายรอยเลื่อน แต่ไม่พบหลักฐานอื่นที่สนับสนุนว่ารอยต่อดังกล่าวเป็นแนวรอยเลื่อน ได้มีการแปลความหมายหินกรวดเหลี่ยมที่พบบนพิกัด 485448 ว่าเป็นหินกรวดเหลี่ยมรอยเลื่อน (เกรียงไกร จินา และคณะ 2544) หินโผล่ดังกล่าวประกอบด้วยเศษหินฟิลไลต์ เชื่อมประสานโดยสนิมเหล็กและซิลิกา ซึ่งอาจเกิดร่วมกับสายแร่ที่เกิดร่วมกับการแทรกซอนของหินแกรนิตของหน่วยหิน E จึงได้แปลความหมายรอยต่อหน่วยหินตามแนวห้วยป่าสาตว่าเป็นรอยชั้นไม่ต่อเนื่องบนหินอัคนี (nonconformity)

4.3 พื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมขอบทางด้านใต้ของแอ่งเวียงป่าเป้า บริเวณที่เป็นเขาประกอบด้วยหินฟิลไลต์และหินชีสต์ของหน่วยหิน A ปิดทับโดยหินตะกอนเนื้อประสมของหน่วยหิน C ทั้งสองหน่วยหินถูกแทรกตัดในบริเวณตอนกลางของพื้นที่โดยหินแกรนิตของหน่วยหิน E ด้านตะวันตกของพื้นที่ถูกปิดทับโดยหินเศษชั้นภูเขาไฟของหน่วยหิน F ตอนกลางของพื้นที่เป็นแอ่งที่ปิดทับโดยตะกอนอายุควอเทอร์นารี (รูปที่ 4) แอ่งเวียงป่าเป้าในบริเวณนี้เป็นแอ่งแคบ (ประมาณ หนึ่ง กิโลเมตร) ตอนบนทอดตัวในแนว N-S แล้ววัดไปทาง NW-SE ณ ตำแหน่งของบ้านโป่งน้ำร้อน (ประมาณพิกัด 520142) หน่วยหินอายุพาลีโอโซอิก (A และ C) มีรูปแบบการกระจายตัวในแนวเหนือใต้ หน่วยหิน A มีการผุพังสูงทำให้ข้อมูลการวางตัวของริวขนานในหินฟิลไลต์ที่ได้จากภาคสนาม มีปริมาณและการกระจายตัวไม่เพียงพอแก่การวิเคราะห์ในเชิงสถิติ แต่หินโผล่ที่พบส่วนใหญ่แสดงการคดโค้งของริวขนานและมีการวางตัวของแกนการคดโค้งโดยเฉลี่ย NW-SE ข้อมูลการวางตัวของชั้นหินในหน่วยหิน C ก็มีปริมาณน้อยเนื่องจากส่วนหนึ่งประกอบด้วยหินกรวดมนที่ไม่แสดงชั้นหินอย่างชัดเจน การวางตัวของชั้นหินเศษชั้นภูเขาไฟในหน่วยหิน F ทางด้านตะวันตกของพื้นที่มีทิศทางหลากหลายแสดงถึงการคดโค้งภายในหน่วยหิน

แอ่งเวียงป่าเป้าทางด้านตะวันตกของพื้นที่เป็นส่วนปลายของ “รอยเลื่อนแม่กวง” ซึ่งเป็นโซนรอยเลื่อนขนาดใหญ่ ที่ทอดตัวตามแนวแม่น้ำกวงจากขอบด้านตะวันตกเฉียงเหนือของแอ่งเชียงใหม่เป็นระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตรในทิศทาง NE-SW หลักฐานจากหินโผล่ รูปแบบการกระจายตัวของหน่วยหิน และธรณีลักษณะวิทยาตามแนวแม่น้ำกวงและแม่น้ำลาวทางตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4.4 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ด้านใต้อำเภอเวียงป่าเป้า หน่วยหินภระจายตัวตามแนว N-S รอยเลื่อนแม่กวางทอดตัวต่อเนื่องไปทางตะวันตกเฉียงใต้อีกประมาณ 30 กิโลเมตรเข้าสู่แอ่งเชียงใหม่ ในเขตอำเภออดอยสะเก็ด เห็นหน้าตีสีขาวแสดงทางหลวงหมายเลข 118

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

บ่งชี้ว่ารอยเลื่อนแม่กวางเป็นรอยเลื่อนตามแนวระดับไปทางซ้ายที่มีขนาดการเคลื่อนประมาณ 3.5 กิโลเมตร และน่าจะมีการเลื่อนครั้งล่าสุดในช่วงควอเทอร์นารี (Rhodes *et al.*, 2002) น้ำพุร้อนในบริเวณบ้านโป่งน้ำร้อนเป็นอีกหลักฐานหนึ่งที่สนับสนุนการเลื่อนอายุน้อยของรอยเลื่อนแม่กวาง โดยน้ำร้อนอาจไหลขึ้นมาตามรอยแตกที่เกิดร่วมกับโซนรอยเลื่อน หากการเลื่อนครั้งสุดท้ายของรอยเลื่อนแม่กวางเกิดขึ้นในช่วงควอเทอร์นารีจริง การขาดหายไปของรอยต่อระหว่างหน่วยหิน E และหน่วยหิน F ทางฝั่งเหนือของแม่น้ำลาวที่ตำแหน่งของบ้านโป่งน้ำร้อนน่าจะเกิดจากการเลื่อนของรอยเลื่อนแม่กวาง อนึ่งพื้นที่หินโผล่ของหน่วยหิน E ในพื้นที่ฝั่งเหนือของแม่น้ำลาวซึ่งมีน้อยกว่าพื้นที่ฝั่งใต้ซึ่งถึงการเคลื่อนลงของฝั่งเหนือตามแนวรอยเลื่อน การแปลความหมายดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Rhodes *et al.* (2002)

4.4 อภิปราย

โครงสร้างโดยรวมของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดประกอบด้วยแอ่งแม่สรวยและแอ่งเวียงป่าเป้า ซึ่งเป็นแอ่งสะสมตะกอนที่วางตัวในแนว N-S แม้ว่าในปัจจุบันพื้นที่ส่วนใหญ่ของแอ่งถูกปกคลุมโดยตะกอนอายุควอเทอร์นารี แต่มีการแปลความหมายว่าหินโผล่ในบางบริเวณมีอายุเทอร์เชียรี (น้ำพุร้อน เกษเกล้า และคณะ 2544; เกรียงไกร จินา และคณะ 2544) ซึ่งแสดงถึงการเป็นแอ่งลึก การทรุดตัว และการเปิดออกของแอ่งในลักษณะของแอ่งรอยแยก (rift basins) ในแบบเดียวกับแอ่งอายุเทอร์เชียรีอื่นๆในภาคเหนือของประเทศไทย (Uttamo, 2000; Morley, 2001; Morley *et al.*, 2001; Chantprasert, 2003) ดังนั้นอาจมีรอยเลื่อนปกติที่วางตัว N-S ภายในแอ่งแม่สรวยและแอ่งเวียงป่าเป้า

ขอบด้านเหนือของแอ่งแม่สรวย และขอบด้านใต้ของแอ่งเวียงป่าเป้า เป็นรอยเลื่อนแม่ลาวและรอยเลื่อนแม่กวางตามลำดับ รอยเลื่อนทั้งสองวางตัว NE-SW และต่างมีหลักฐานบ่งชี้การเลื่อนตามแนวระดับด้วยขนาดการเคลื่อนโดยประมาณ สามถึงสี่ กิโลเมตร ลักษณะที่เหมือนกันดังกล่าวทำให้อาจสันนิษฐานได้ว่ารอยเลื่อนแม่ลาวและรอยเลื่อนแม่กวางเกิดภายใต้กลไกและระบบความเค้นเดียวกัน Rhodes *et al.* (2002) ตั้งข้อสังเกตว่าทั้งคู่น่าจะเกิดเนื่องจากการหมุนของแผ่นเปลือกทวีปในทิศทางต่างกัน การวางตัวและทิศทางการเคลื่อนของรอยเลื่อนแม่ลาวและรอยเลื่อนแม่กวางยังสอดคล้องกับรอยเลื่อนขนาดใหญ่อื่นๆในภาคเหนือของประเทศไทย เช่นรอยเลื่อนแม่จัน (Elders *et al.*, 2000) และรอยเลื่อนแพร่ (Srisuwon, 2002) อย่างไรก็ตามตำแหน่งของรอยเลื่อนที่ส่วนปลายของแอ่งสะสมตะกอนบ่งชี้ว่ารอยเลื่อนแม่ลาวและรอยเลื่อนแม่กวางอาจเป็นรอยเลื่อนที่ทำให้เกิดความสมดุล (transfer faults) ระหว่างปริมาณการดึงออกทางด้านข้าง (extension) ที่ไม่เท่ากันในแอ่งรอยแยกแต่ละแอ่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน ในพื้นที่จากเหนือไปใต้คือ แอ่งเชียงราย แอ่งแม่สรวย แอ่งเวียงป่าเป้า และแอ่งเชียงใหม่ ตามลำดับ

จากข้อมูลสนาม และจากการแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม รอยแตกที่เกิดในพื้นที่ที่มีการวางตัว N-S, E-W, NW-SE และ NE-SW ทั้งหมดมีศักยภาพในการเป็นช่องทางสำหรับสารละลายแร่เข้าไปตกทับถม สารละลายประเภทนี้สามารถเกิดร่วมกับการแทรกซอนของหินแกรนิตที่พบทั่วไปในพื้นที่ศึกษาทั้งสาม หินแกรนิตดังกล่าวมีอายุอยู่ในช่วงไทรแอสสิก (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) จากลักษณะธรณีแปรสัณฐานของประเทศไทยในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งเป็นช่วงหลังการชนกันของแผ่นทวีปฉานไทย และอินโดจีน (Bunopas, 1981; กรมทรัพยากรธรณี, 2544) การแทรกซอนของหินอัคนีและสารละลายแร่ที่เกิดร่วมน่าจะเกิดในขณะที่มีการอัดทางด้านข้าง (compression) ในทิศทาง E-W ซึ่งจะส่งผลให้รอยแตกที่วางตัว N-S ปิดและไม่เหมาะสมเป็นช่องทางการไหลและสะสมตัวของสารละลายแร่ ดังนั้นสายแร่ที่มีอายุในช่วงไทรแอสสิกน่าจะมีการสะสมในรอยแตกที่วางตัว E-W, NW-SE และ NE-SW ทิศทางการวางตัวของแอ่งแม่สรวายและแอ่งเวียงป่าเป้า ประกอบกับการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนแม่ลาวและรอยเลื่อนแม่กวาง แสดงถึงการดึงออกทางด้านข้างในทิศทาง E-W และการอัดทางด้านข้างในทิศทาง N-S รอยแตกที่เหมาะสมแก่การไหลและสะสมตัวของสารละลายแร่ที่มีอายุในช่วงเทอร์เชียรีและควอเทอร์นารีซึ่งอาจเป็นสารละลายน้ำร้อนระดับตื้น (epithermal solution) จึงน่าจะวางตัว N-S, NW-SE และ NE-SW

บทที่ 5

ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ทองคำ ดีบุก และ พังสะเตน

ในพื้นที่อำเภอแม่สรวยและอำเภอเวียงป่าเป้ามีแหล่งแร่ที่สำรวจพบแล้ว 5 ชนิด คือ แหล่งแร่ทองคำ แหล่งแร่ดีบุก แหล่งแร่พังสะเตน แหล่งแร่ฟลูออไรด์ และแหล่งแร่พลวง ก่อนที่จะบรรยายเกี่ยวกับการเกิดแหล่งแร่เหล่านี้เราควรทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญของแร่เหล่านี้ก่อนเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะแวดล้อมทางเทคโนโลยีกับการเกิดแหล่งแร่เหล่านี้ต่อไป

5.1 แร่ทองคำ

ทองคำเป็นโลหะที่อ่อน มีสีเหลืองประกายแวววาว เป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีมาก และดีแก่หรือรีดเป็นแผ่นบางหรือยืดให้เป็นเส้นได้ (สุจิตร์ พิตรากุล 2530) ทองคำไม่ทำปฏิกิริยาเคมีใดๆในสภาพบรรยากาศของโลก ดังนั้นผิวโลหะจึงไม่มีวันหมอง ทองคำจัดเป็นแร่หายาก แม้ว่าจะพบอยู่ในหินแทบทุกชนิด แต่มีค่าเฉลี่ยในเปลือกโลกเพียง 0.004 ส่วนในล้าน (ppm) แหล่งแร่ทองคำจึงต้องมีความสมบูรณ์ ตั้งแต่ 1 ถึง 7 ส่วนในล้าน(ppm) หินแร่ทองคำที่มีความสมบูรณ์ 7 ส่วนในล้าน หมายความว่า หินแร่ทุกๆ 1 ตันที่ขุดขึ้นมาจะได้ทองคำเพียง 2 ออนซ์เท่านั้น (สุจิตร์ พิตรากุล 2530) แร่ทองคำที่สำคัญที่สุดคือ ทองคำธรรมชาติ (native gold) แร่ทองคำมักมีเงิน (Ag) ปนอยู่เล็กน้อยเสมอ นอกจากนี้ยังพบทองคำเกิดเป็นมลทินในแร่ซัลไฟด์ต่างๆอาทิเช่น ไพไรต์ (pyrite; FeS_2) และ คาลโคไพไรต์ (chalcopyrite; CuFeS_2)

ปริมาณทองคำที่ใช้ทำทองรูปพรรณและเครื่องเพชรพลอยมีเพียงร้อยละ 18 อีกประมาณร้อยละ 22 เป็นส่วนที่เศรษฐกิจหรือส่วนบุคคลเก็บไว้เฉยๆและที่เหลืออีกร้อยละ 60 เป็นทองคำที่รัฐบาลประเทศต่างๆใช้เป็นเครื่องค้ำประกันค่าเงินธนบัตรของแต่ละประเทศ ความบริสุทธิ์ของทองคำนิยมเรียกกันเป็นกะรัต (karats) โดยกำหนดว่าทองคำบริสุทธิ์มีค่าเท่ากับ 25 กะรัต ทองคำบริสุทธิ์มีความแข็งน้อย (ความแข็ง 2.5 - 3) จึงมักผสมกับโลหะอื่นๆเพื่อให้แข็งขึ้น ดังนั้นจึงมีการแจ้งอัตราส่วนเนื้อทองคำเอาไว้ เช่นทองคำ 12 กะรัต หรือ 12/24 เท่ากับมีเนื้อทองคำร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ทองคำ 18 กะรัตจะมีเนื้อทองคำร้อยละ 75 เป็นต้น (สุจิตร์ พิตรากุล 2530) มาตรฐานน้ำหนักทองคำของสากลใช้น้ำหนักออนซ์ (troy ounce) เป็นเกณฑ์ 1 ออนซ์มีน้ำหนัก 31.1 กรัม ส่วนมาตรฐานน้ำหนักทองคำของไทยใช้น้ำหนักเป็นบาท 1 บาทเท่ากับ 15 กรัม โดยประมาณ

5.2 แร่ดีบุก

แร่ดีบุกที่สำคัญมีเพียงชนิดเดียวคือ แร่แคสซิเทอไรต์ (cassiterite; SnO_2) เมื่อนำไปถลุงแล้วจะได้โลหะดีบุกมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมหลายประการคือ (สุจิตร์ พิตราวกุล 2530)

1. การเคลือบผิวแผ่นเหล็กด้วยดีบุก (tin plating) ดีบุกมีคุณสมบัติพิเศษคือ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย มีจุดหลอมเหลวต่ำ และเกาะจับผิวโลหะบางชนิดเช่นเหล็ก ทองแดง และทองเหลือง ได้ดี เราจึงนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทำแผ่นเหล็กชุบดีบุก สำหรับทำภาชนะบรรจุอาหาร
2. โลหะบัดกรี (solders) ดีบุกที่นำไปใช้ทำโลหะบัดกรี บางครั้งเรียกตะกั่วบัดกรี ส่วนผสมของโลหะบัดกรี ได้แก่ ตะกั่วและดีบุก
3. โลหะผสม (tin alloys) มีหลายชนิด ได้แก่ ทองสัมฤทธิ์ (ทองแดง ดีบุก) โลหะตัวพิมพ์ (ตะกั่ว ดีบุก พลวง) โลหะพิวเตอร์ pewter (ตะกั่ว ดีบุก ทองแดง) โลหะรองรับเพลตา (bearing metal)
4. สารเคมี (chemical compounds) สารประกอบทางเคมีของดีบุกใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องเคลือบ อุตสาหกรรมทำพลาสติกและสีทาบ้าน

5.3 แร่ทังสเตน

ทังสเตน เป็นโลหะเทา-ขาว แข็ง และหนัก มีจุดหลอมเหลวสูงที่ 3370 C เป็นตัวนำไฟฟ้าค่อนข้างดี ใช้ประโยชน์ทั้งที่เป็นโลหะบริสุทธิ์ และโลหะพื้นฐาน (base metal) สำหรับผสมต่างๆ ที่สำคัญคือใช้ทำเหล็กกล้า เป็นตัวนำไฟฟ้าค่อนข้างดีและมีคุณสมบัติพิเศษในการเปลี่ยนจากกระแสไฟฟ้าเป็นแสงสว่างได้ (สุจิตร์ พิตราวกุล 2530) ประโยชน์ของทังสเตนในอุตสาหกรรมที่สำคัญคือ

1. มีจุดหลอมเหลวสูง จึงใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้า อุปกรณ์วิทยุ อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ
2. มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มอำนาจการเป็นแม่เหล็กได้ดี จึงนำไปผสมกับเหล็กกล้าที่ใช้ทำแม่เหล็กถาวร
3. ใช้ในอุตสาหกรรมโลหะผสมที่ต้องการความแข็งแรงมาก ๆ เช่นเครื่องมือตัดโลหะในโรงกลึง ทำอาวุธจำพวกกรดิ่ง ถ้ำกลิ้งปืน และอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. ใช้ทำสารประกอบทังสเตนคาร์ไบด์ ที่มีความแข็งมากที่สุดรองจากเพชร ใช้ทำเครื่องมือตัดโลหะและหัวเจาะในงานเจาะสำรวจ
5. สารประกอบทังสเตนใช้ในอุตสาหกรรมทำสี เครื่องปั้นดินเผา เครื่องแก้ว

5.4 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ทองคำ

เราอาจจะแบ่งการเกิดของแหล่งแร่ทองคำออกเป็น 3 กลุ่มตามชนิดของหินที่เป็นแหล่งอาศัย (host rocks) ของแร่ทองคำ คือ

1. แหล่งแร่ทองคำที่พบในหินแปร
2. แหล่งแร่ทองคำที่พบในหินตะกอน

3. แหล่งแร่ทองคำที่พบในหินอัคนี

5.4.1 แหล่งแร่ทองคำที่พบในหินแปร

หินแปรที่พบว่ามีแหล่งแร่ทองคำได้แก่หิน schist และ metabasaltic rocks เป็นหินที่เกิดในพื้นที่ที่เรียกว่า greenschist facies terranes บางครั้งก็เรียกว่า greenstone belt terranes แร่ทองคำที่พบในหินเหล่านี้มีปริมาณทองคำประมาณ 1- 15 ppm (Evans 1993) ตัวอย่างของแหล่งแร่แบบนี้ที่ชื่อเสียงรู้จักกันดีคือเหมือง Homestake Mine ใน รัฐ South Dakota ประเทศสหรัฐอเมริกา จึงตั้งชื่อ แหล่งแร่แบบนี้ว่า

Homestake-type deposits

เหมืองแร่ Homestake Mine ผลิตทองคำได้ถึง 1100 ตัน ตั้งแต่ ค. ศ. 1877 เป็นแหล่งที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา สายแร่ทองคำเกิดใน ชั้นหินแปร ชื่อ Homestake Formation ที่เป็นชั้นหนาไม่ถึง 100 เมตร ประกอบด้วย หิน auriferous, quartz-sideroplessite schist ที่อยู่ใน ชุดหิน ของ หินแปรที่มี หิน metabasaltic เป็นส่วนประกอบย่อย (Evans 1993) ชั้นหินเหล่านี้ถูกกระทำให้เกิดแปรสภาพและการโค้งงอหลายครั้ง (polyphase folding) และถูกแปรสภาพในแบบ low to medium grade metamorphism ทำให้เกิดการไหลแผ่กระจายของสารละลายน้ำแร่ร้อน และ เกิดการสะสมตัวของ ทองคำขึ้นมา ในตัวสายแร่ จะพบว่า ประกอบด้วยแร่ชนิดต่างเช่น แร่ทองคำ แร่ quartz, chlorite, ankerite, pyrrhotite, และ arsenopyrite สายแร่ส่วนใหญ่มีลักษณะแบบ สายแร่ (veins) สายแร่เล็กๆ (stringers) และแบบการแยกชั้นแร่ในหินแปร (metamorphic segregation)

ในขณะที่เกิดขบวนการแปรสภาพของหิน (metamorphism) นั้น ได้มีการเกิดการตกผลึกใหม่ของแร่ (recrystallization) ชนิดต่างๆ และ การไหลกระจายตัว (redistribution) ของ สารโดยขบวนการ ionic diffusion ในแบบ solid state หรือ ผ่านตัวกลาง ที่เป็นสารไอระเหยร้อน (volatiles) ในสถานการณ์เช่นนี้ ส่วนประกอบของสินแร่ที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย (relatively mobile ore constituents) จะถูกพาไปยังบริเวณที่มีความกดดันต่ำเช่น บริเวณที่ชั้นหินมีการแตก การเลื่อน การถูกเฉือน (shear zone and fractures) หรือ ส่วนยอดของชั้นหินที่ถูกโค้งงอ (folds) ทำให้เกิดการสะสมตัวของสายแร่ quartz-chalcopyrite-pyrite-gold ในหินแปรพวก amphibolites และ schists ในบริเวณเหล่านี้ได้ดี (Evans 1993)

ในระหว่างเกิดขบวนการแปรสภาพแบบ prograde metamorphism ของชั้นหินนั้น น้ำปริมาณมาก ถูกขับออกมาจากเนื้อหิน ในสภาพ สารละลายระเหยร้อน (volatiles) และสารละลายน้ำแร่ร้อน (hydrothermal fluids) ที่สามารถ พาเอาธาตุ ทองคำ ทองแดง สังกะสี ยูเรเนียม ออกมาจากหิน แปรเนื้อละเอียด จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลสารสมดุล (mass balance changes) ที่เกิดขึ้นในระหว่าง การเกิด ขบวนการ foliation ในหิน แปร พบว่า เปลือกโลกที่ถูกแปรสภาพ นั้นจะทำหน้าที่คล้ายกับขบวนการ hydrothermal systems ขนาดใหญ่ ที่เหมือนกับ hydrothermal systems ขนาดเล็กที่เกิดใน hydrothermal

alteration เปลือกโลกใต้มหาสมุทร ในปัจจุบัน ในขบวนการ hydrothermal systems นี้ สสารและธาตุที่มีค่า จะถูกละลายชะล้าง ออกมาจาก ชั้นหินที่เป็นเปลือกโลก เป็นจำนวนมหาสาร แล้วถูกพาไปสะสมในบริเวณ ที่มีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อไป (Evans 1993)

โครงสร้างที่เหมาะสมในการสะสมตัวของแร่ทองคำใน ชั้นหิน greenschist facies นั้น ต้องมีโครงสร้างในแบบ brittle-ductile transition regime คุณสมบัติทางกายภาพของชั้น หินเหล่านี้ เอื้อประโยชน์ ต่อการเกิดขบวนการแตกหักของหิน (hydraulic fracturing) และ กลายเป็นบริเวณที่สารละลายร้อนไหล ผ่านได้ง่าย (fluid access) คุณสมบัติทางแร่และทาง ธรณีเคมีของ หินเหล่านี้ จะควบคุม การสะสมตัวของ ทองคำ ภายในสายแร่ นักธรณีวิทยาบางคนจะค้นหา ชั้นหิน amphibolite facies ใน greenschist terrane ว่าเป็น พื้นที่ที่มีโอกาสที่จะพบแร่ทองคำ โครงสร้างในหินเหล่านี้จะเกิดขึ้นมาได้ก็เนื่องจากการเคลื่อน ไหวของ transcraton shear zones (Evans 1993)

โครงสร้างของแหล่งแร่ทองคำในแบบต่างๆที่เกิดขึ้นมานั้นมีผลจากการเปลี่ยนแปลงทิศทางของ แรง regional stress field และ ค่า strength ของชั้นหิน host rocks โครงสร้างที่พบมากได้แก่ แนวชั้นแร่ที่ พบใน shear zone สายแร่ quartz ที่เกิดขนานกันแนวชั้นหิน และ สายแร่ quartz ที่เกิดจากแรง extension หรือ breccia ถ้าโครงสร้างทางธรณีวิทยาเปลี่ยนจาก รอยเลื่อนหรือ รอยแตกขนาน ที่มีช่วงห่างกัน (more widely spaced faults or fractures) ไปเป็นรอยแตกขนาน ที่มีช่วงชิดกัน (closely spaced minor fractures) แหล่งทองคำนี้ก็จะเป็นไปเป็น พวก disseminated gold deposits. แร่ทองคำเกิดขึ้นจาก สารละลายธาตุทองคำ (fluids) ที่มีค่า salinity ต่ำ และมี H_2O และ CO_2 สารละลาย นี้จะไหล เข้าไปใน shear zones ได้แทรกซึมเข้าไปในเนื้อหินที่เป็นแบบ brittle-ductile structures แล้ว ตก ผลึกที่ อุณหภูมิ 300 C ที่ความดัน 0.1 – 0.3 Gpa เป็นผลจากขบวนการ fluid-wall rock reactions (Evans 1993)

5.4.2 แหล่งแร่ทองคำที่พบในหินตะกอน

หินตะกอนที่มีสายแร่ทองคำได้แก่ หินปูนเนื้อละเอียด ที่มีอินทรีย์วัตถุปน (fine-grained, finely laminated, carbonaceous, silty carbonates) และ หินทรายแป้งเนื้อปนปูน (carbonate-bearing siltstones) และ หินดินดาน (shale) ที่เกิดในทะเล แหล่งแร่ชนิดนี้ที่มีชื่อเสียงได้แก่ Carlin-type deposits (Evans 1993) มาจากชื่อของเหมืองแร่ Carline Mine ในรัฐ Nevada ในปี 1965 แหล่งแร่ชนิดนี้ พบมากทางด้าน ตะวันตกของอเมริกา เช่นในรัฐ Nevada, Utah, Idaho, California และ ทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ จีน แหล่งแร่แบบนี้ มี ปริมาณเนื้อทองคำ ประมาณ 1-13.4 ppm มี mercury เงิน เป็น แร่ประกอบ (Evans 1993)

รูปร่างของตัวสินแร่ (orebodies shapes) จะมีรูปร่างแบบ tabular ถึง irregular โดยมี รอยเลื่อน (faults) และ ชั้นหิน ที่เหมาะสม เป็นตัวควบคุม อาทิเช่น รูปร่างของสินแร่ มีรูปร่าง แบบ irregular shaped pods เป็นแนวยาวขนานกับ ชั้นหินที่อยู่ติดกับ รอยเลื่อน ซึ่งเป็นช่องทางให้ ของไหลพาทองคำไหล ขึ้นมา ในบริเวณทางตะวันตกของ อเมริกา มีชั้นหินตะกอนอายุ Cambrian ถึง Mississippian ที่เกิดภายในหรือติดกับ overthrust terranes ที่สัมพันธ์กับ ขบวนการ เทคโทนิค ของ continental margin (Evans 1993) โดยมีการเกิด โคม ของหิน mineralized rocks ที่เกิดร่วมกับ รอยเลื่อนปกติ (normal faults) ที่เป็นช่องทางให้ สารละลายน้ำร้อน (hydrothermal solution) ไหล ไปสู่ ชั้นหินที่เหมาะสมได้

ขบวนการเกิดรอยเลื่อน (faulting) จะทำให้ค่า permeability ของหินเพิ่มขึ้น และทำให้เกิด หินกรวดเหลี่ยม (breccia) ซึ่งกลายเป็นหินเฮอร์ (host rock) ของแหล่งแร่ทองคำที่ดี สายแร่ทองคำที่แทนที่ในเนื้อหิน (replacement orebodies) จะเกิดไม่ไกลจาก รอยแตก (fractures) และ หินอัคนีเช่น แกรนิต จะเกิดใกล้กับ แหล่งแร่ เหล่านี้ เนื้อหินที่เป็นผนังของสายแร่จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้แร่ ใหม่ชื่อ jasperoid ขึ้นมาซึ่งจะใช้เป็น ตัวบ่งชี้ ถึงตำแหน่งแร่ทองคำได้ บางครั้งแร่ jasperoid จะ เกิดแทนที่ในหินปูน และ เม็ดคาร์บอเนต และยัง ทำให้เกิด แร่ pyrite อีกด้วย

ในระหว่างการเกิดสินแร่ ทองคำ (ore mineralization) เม็ดแร่บางชนิดจะถูกเปลี่ยนให้เป็น แร่เคลย์ (clay minerals) ใหม่ พวก dickite, illite, kaolinite และในช่วงภายหลัง จะมี สายแร่แคลไซต์ (calcite veins) เกิดขึ้นมากและ ในสายแร่เหล่านี้จะมีแร่ stibnite, cinnabar, orpiment, realgar, baryte เกิดร่วมด้วย และ pyrite เป็นแร่ ที่พบบ่อย โดยมีแร่ marcasite และ arsenopyrite เกิดด้วยเป็นส่วนใหญ่ (Evans 1993)

แหล่งแร่ แบบ Carlin-type deposits ถูกจัดให้เป็น mesothermal deposits และ สินแร่เกิดขึ้น ที่ความลึก 2-4 กิโลเมตร ที่ อุณหภูมิ 200-300 C ขบวนการเกิดแหล่งแร่ทองคำแบบนี้เกิดจากสารละลายที่มีธาตุโลหะ ที่ได้มาจากหินหนืด (Metalliferous, magmatic fluids) จะถูก เจือจาง โดย น้ำบาดาลในบริเวณ โชนสัมผัสระหว่างหิน อัคนีแทรกซอนกับหินตะกอน แล้วไหลขึ้นในแบบ upwelling plume ไปตกผลึกแร่ทองคำในชั้นหินที่เหมาะสมด้านบน และ ธาตุ carbonที่อยู่ในเนื้อหินตะกอนเหล่านี้ จะมีบทบาทสำคัญในการทำให้ ทองคำ ตกผลึกได้ดียิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาในด้าน เทคโทนิค พบว่า แหล่งแร่ทองคำแบบ Carlin-type deposits เกิดขึ้นใน บริเวณเปลือกโลกแบบ ซิลาภูมิประเทศซับซ้อน (complex terrane) ประกอบด้วย ซิลาภูมิประเทศหลายแบบแตกต่างกันเข้ามาชนกันและทับซ้อนกับ หินฐานธรณี อเมริกาเหนือ (North American Craton) ในหลายยุค ของมหายุค Phanerozoic

ในช่วงการเกิดแร่ทองคำ สภาพทางเทคโทนิค อาจจะเป็นแบบ rear-arc rifting หรือ principal arc setting ที่เกิดในยุค early to mid Tertiary แต่ geothermal system ในบริเวณนี้มีอายุเพียง 0.5-3.0 ล้านปี ซึ่งเป็น rear-arc rifting ดังนั้น ทองคำน่าจะเกิดในช่วง principle arc setting มากกว่าแบบอื่น

5.4.3 แหล่งแร่ทองคำที่พบในหินอัคนี

แหล่งแร่ทองคำที่พบในหินอัคนีพวก หินภูเขาไฟ ตะกอนภูเขาไฟ และ หินอัคนีแทรกซอน (intrusive igneous rock) เกิดขึ้นได้ใน 3 แบบ ดังนี้

1. Epithermal precious metal deposits in volcanic rocks.
2. Disseminated deposits in tuffaceous rocks and iron formations
3. Disseminated and stockwork gold-silver deposits in igneous intrusive bodies

Epithermal precious metal deposits in volcanic rocks.

เป็นการเกิดทองคำและเงินระดับตื้นที่อุณหภูมิ 200-300 C ในหิน ภูเขาไฟโดยเกิดในแบบสายแร่ (discrete veins) แบบ stockwork และแบบ breccia hosted เกิดขึ้นใน plate tectonic setting ที่เป็นแบบ subduction environment ณ บริเวณ plate boundaries โดยเฉพาะใน back-arc basins. โดยมีโครงสร้างท้องถิ่นเป็นกลุ่มรอยเลื่อนซับซ้อนที่เกิดขึ้นมาหลายครั้ง (Evans 1993) แบ่งการเกิดเป็นสองกลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่เกิดใกล้ปล่องภูเขาไฟ (calderas and silicic domes) หิน host rocks เป็นพวก rhyodacite, rhyolite และ trachyandecite โดยเกิดเป็น โดม และ ash-flows หินแร่ทองคำและเงินที่เกิดในหินเหล่านี้จะเกิดในระดับตื้นประมาณ 300-600 เมตร จนถึง 1200 เมตร ที่อุณหภูมิ 200-300 C กลุ่มแหล่งแร่ทองคำแบบนี้จะมีความสัมพันธ์กับ hydrothermal system ระดับตื้นที่เกิดรอบๆ ปล่องภูเขาไฟ และเกิดเป็นรูปโดมขนาดเล็กตามแนวแตก แนวแยกที่อยู่รอบๆภูเขาไฟ
2. กลุ่มที่เกิดในบริเวณ geothermal systems ที่อยู่ด้านบนของแหล่งความร้อนที่อยู่ระดับลึกลงไป ในเปลือกโลกและไม่ได้เกิดร่วมกับภูเขาไฟ แต่ หินเถ้า (host rocks) ยัง เป็นพวก หินภูเขาไฟพวก Rhyolite และ andesite. หินแร่ทองคำกลุ่มนี้เกิดที่ความลึก 100-1400 เมตร มีอุณหภูมิ 200-300 C และมักจะเกิดเป็นบริเวณกว้างขวางกว่าในแบบที่หนึ่ง

Disseminated deposits in tuffaceous rocks

พบแหล่งแร่ทองคำแบบนี้ ในหิน tuff และ หิน volcanic อื่นๆที่เกิดใน greenstone belts ในเหมือง Madsen mine ในรัฐ Ontario ประเทศสหรัฐอเมริกา ตัวหินแร่ เกิดแบบ echelon ore zones

ในหิน tuff ที่ ถูก แรง shear และถูกทำให้เปลี่ยนสภาพมาก (highly altered) หิน tuff นี้พบอยู่ในส่วนล่างของ ชุดหิน tholeiitic-komatiitic สลิมแร่ เหล่านี้ มี ปริมาณทองคำประมาณ 8 ppm และ เกิดในส่วนโค้งงอของ open fold การที่พบ แหล่งทองคำแบบนี้เกิดร่วมกับหิน ultramafic lavas ทำให้คิดว่า หิน komatites อาจเป็น แหล่งต้นกำเนิดแรกสุด (ultimate source rock) ของ ทองคำ (Evans 1993)

Disseminated and stockwork gold-silver deposits in igneous intrusive bodies

เป็นแหล่งแร่ทองคำและเงินที่พบใน หินอัคนีแทรกซอน บางที่จะเรียกว่า porphyry gold deposits ตัวสลิมแร่มีขนาด 5-15 คม มี ปริมาณทองคำ 8-16 ppm ขบวนการเกิดแร่ทองคำจะ เกิดขึ้นบริเวณที่มีการแตกแยกในเนื้อหินมาก (highly fracture zones) ซึ่งถูกปิดโดย สลิมแร่ auriferous quartz ในโซน เหล่านี้จะมี การผุ ของ หินหยาบ สูง เช่น ในหิน granitic rocks จะมี potassic alteration, sericitization, silicification, feldspathization และ pyritization ในหิน intermediate และ basic rocks จะมี การเปลี่ยนแปลงของขบวนการ carbonatization, sericitization, serpentinization และ pyritization แหล่งแร่ทองคำแบบนี้พบมากใน orogenic belts ในทุกทวีปและมีอายุในช่วง Archaean จนถึง Phanerozoic (Evans 1993)

5.5 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ดีบุก

แร่ดีบุกหรือ แคสซิเทอไรต์ (SnO_2) มักพบเกิดสัมพันธ์กับหินแกรนิตและหินอัคนีสีจาง (acid igneous rocks) หรือหินภูเขาไฟไรโอไรต์ (rhyolite) ในสายเพกมาไทต์ หรือสายแร่ควอร์ตซ์ที่ตัดผ่านหินแกรนิตหรือหินท้องถิ่น (สุจิตร์ พิตรากุล 2530) แหล่งแร่ดีบุกแบ่งออกเป็น 2 แบบคือแหล่งแร่ปฐมภูมิ (primary deposits) และ แหล่งแร่ทุติยภูมิ secondary deposits) เท่าที่สำรวจพบในประเทศไทยมีดังนี้ แหล่งแร่ปฐมภูมิ

1. แบบฝังประในหินแกรนิต (disseminated granite)
2. แบบแปรสัมผัส (contact metasomatic)
3. แบบสายแร่ร้อน (hydrothermal veins)
4. แบบสายเพกมาไทต์และแอพลิต (pegmatite and aplite)

แหล่งแร่ทุติยภูมิ

1. แบบที่สะสมตัวบนบก (onshore deposits) เช่น ลานแร่ (placer) ลานแร่เศษหินเชิงเขา (colluvium) และ แร่พัดไหลเขา (eluvium)
2. แบบที่สะสมตัวในทะเลนอกชายฝั่ง (offshore deposits)

แหล่งแร่ดีบุกของไทยเกิดขึ้นในแนวแร่ดีบุก (tin belts) ในแหลมทองมีความยาวกว่า 2800 กิโลเมตร ตั้งแต่ประเทศจีนตอนใต้ พม่า ไทย มาเลเซีย ถึง อินโดนีเซีย เป็นแนวที่ให้แร่ดีบุกมากที่สุดในปัจจุบัน (สุจิตร์ พิตรากุล 2530)

แร่ดีบุก (Sn) และ แร่ wolframite (W) มีการเกิดแบบ hypothermal deposits โดยเกิดที่ความลึก 3000-15000 m อุณหภูมิ 300-600 C ภายในหรือใกล้กับ หินอัคนีระดับลึกพวกแอตติก (deep-seated acid plutonic rocks) ตัว หินแร่ดีบุกจะมีโครงสร้าง เป็นแบบการเกิดแทรกในรอยแตก (fracture-filling bodies) และการแทรกซึมแทนที่ในเนื้อหิน (replacement bodies) ทำให้เกิดรูปร่างแบบต่างๆ เช่น แบบไม่เป็นระเบียบ (irregular shaped) แบบเป็นแผ่นกว้าง (broadly tabular) และ แบบโซนพื้นผ้า (sheet zone) ธาตุและแร่ที่สำคัญที่พบใน hypothermal deposits คือ Au, Sn, Mo, W, Cu, Pb, Zn, As (Evans 1993)

แหล่งแร่ดีบุกที่เกิดในหินแกรนิต จะเกิดใกล้รอยสัมผัสด้านบนของมวลหินแกรนิตแทรกซอน (granite intrusions) กับหินแปร มวลหินแกรนิตนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของ batholith ขนาดใหญ่ที่แทรกดันเข้าไปในหินแปรที่มีอายุแก่กว่า ทำให้เกิดแหล่งแร่ดีบุกในบริเวณนี้ สองแบบคือ แบบที่หนึ่ง แบบแปรสัมผัส (contact metasomatic) ที่เกิดในโซนรอยสัมผัสและแทรกเข้าไปในหินแปร และแบบที่สอง คือ แบบฝังประในหินแกรนิต (disseminated granite) ซึ่งเกิดด้านบนของ pluton แกรนิต (granite plutons) นอกจากนี้ จะพบแหล่งแร่ดีบุกในหินแกรนิตแล้ว ยังพบแหล่งแร่ดีบุกในหินอัคนีอื่นเช่น granodiorite tonalite, quartz monzodiorite และ diorite. ส่วนรูปร่างของหินอัคนีแทรกซอนที่มักจะมีแหล่งแร่ดีบุกนั้นจะมีลักษณะเป็น isolate stock, sill, และ dykes หินแกรนิตเหล่านี้มักเป็นพวก S-type ที่เกิดในสภาวะเทคโทนิคแบบ collision tectonic setting (Evans 1993)

5.6 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ทั้งสถานะ

กลุ่มซีไลต์มีแร่สำคัญทางเศรษฐกิจเพียงชนิดเดียวคือ ซีไลต์ scheelite CaWO_4 แหล่งแร่ทั้งสถานะมักมีความสัมพันธ์กับมวลหินแกรนิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณรอยสัมผัสของหินอัคนีกับหินปูนและหินตะกอนชนิดอื่นๆ (สุจิตร์ พิศรากุล 2530) โลหะทั้งสถานะถูกนำพาขึ้นมาจากข้างล่างในรูปของสารประกอบที่เป็นไอ (volatile compounds) ร่วมกับดีบุก โมลิบดีนัม บิสมัท มาสะสมเกิดเป็นแหล่งแร่แบบไอน้ำร้อน และแบบน้ำร้อน (pneumatolytic and hydrothermal deposits)

ชนิดของแหล่งแร่ทั้งสถานะที่พบในประเทศไทยได้แก่

1. แบบเพกมาไทต์ มักเกิดร่วมกับดีบุก เช่นที่เหมืองห้วยหลวง อำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก
2. แบบแปรสัมผัส เช่นแหล่งซีไรต์คอยหมอก อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย
3. แบบน้ำร้อนอุณหภูมิสูงและแบบไอร้อน เป็นแหล่งแร่ wolframite ไมค์ที่พบมากที่สุด เช่นที่ หมู่เหมืองบิล็อก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี หมู่เหมืองแม่ลามา อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
4. แบบเกิดในเขตรอยเลื่อนหินกรวดเหลี่ยม (brecciated fault zone) พบที่คอยโง้ม อำเภอคลอง

จังหวัดแพร่ และที่เขาสุน อำเภอนววง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการเกิดคล้ายคลึงกันมากคือสินแร่เฟอร์ไรต์ (FeWO_4) เกิดในเขตรอยเลื่อนซึ่งเป็นหินกรวดเหลี่ยมที่เกิดจากหินข้างเคียงแตกหักและประสานเชื่อมกันด้วยสารซิลิกา และมีแร่สคิปไนต์เป็นเพื่อนแร่ (สุจิตร พิศรากุล 2530)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 6

การอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล โครงสร้างแนวเส้น (lineaments) หน่วยหิน การลำดับชั้นหิน และธรณีโครงสร้างของพื้นที่อำเภอแม่สรวย-เวียงป่าเป้า ในบทที่ 2 3 และ 4 ได้นำไปสู่ความเข้าใจระดับหนึ่งของขบวนการทางเทคโทนิกที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้ ตั้งแต่ยุค ไชลูเรียน จนถึงยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นระยะเวลาจนถึง 430 ล้านปีมาแล้ว เมื่อนำความรู้เกี่ยวกับธรณีวิทยาการกำเนิดแหล่งแร่ทองคำ ดีบุก และสังกะสี ในบทที่ 5 มาประกอบและวิเคราะห์หาความเกี่ยวข้องกันทำให้สามารถเข้าใจในด้านความสัมพันธ์ระหว่าง สภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิกกับการเกิดแหล่งแร่ในบริเวณนี้ได้ดียิ่งขึ้น

ปัจจุบันการศึกษาในเรื่องเทคโทนิกที่เกิดขึ้นในยุคปัจจุบัน สามารถจะหาข้อมูลได้จากภาพถ่ายดาวเทียม (รูปที่ 1.4) ซึ่งจะสามารถมองเห็นร่องรอยของรอยเลื่อน รอยแยกบนชั้นหินได้ดีเป็นบริเวณกว้าง สามารถมองเห็นลักษณะภูมิสัณฐานและ โครงสร้างของภูเขาต่างๆที่เป็นแหล่งกำเนิดของแหล่งแร่ต่างๆได้ และเมื่อนำเอาแผนที่ธรณีวิทยา (รูปที่ 1.5) มาศึกษาร่วมด้วยก็จะสามารถทราบถึงชนิดของชั้นหินที่รองรับเทือกเขาเหล่านี้ได้

ตั้งแต่ยุค เทอร์เชียรี จนถึงยุค ควอเทอร์นารี พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยจะอยู่ในสภาวะทางเทคโทนิกแบบ continental rifting คือเปลือกโลกบริเวณนี้ถูกแรงดึงด้านข้างทำให้แตกออกเป็นแอ่งสะสมตะกอนที่มีการวางตัวในแนวเหนือใต้ (รูปที่ 1.4 และ 1.5) ส่วนสภาวะทางเทคโทนิกที่เกิดขึ้นในยุคที่แก่กว่ายุค เทอร์เชียรี นั้นจะศึกษาได้จากชั้นหินที่เกิดขึ้นมาในยุคต่างๆในภาคสนาม และทำการเก็บตัวอย่างหินและข้อมูล โครงสร้างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจึงจะสามารถทราบถึงการเกิดเทคโทนิกในยุคต่างๆได้

ข้อมูลในแผนที่ธรณีวิทยาของแม่สรวย-เวียงป่าเป้า (รูปที่ 2.2) แสดงให้เห็นว่าชั้นหินที่มีการแผ่กระจายตัวมากที่สุดคือชั้นหินแปรที่เกิดขึ้นมาในยุค ไชลูเรียน – ดีโวเนียน มีชั้นหินตะกอนยุค คาร์บอนิเฟอรัส บ้างเล็กน้อย ชั้นหินทั้งสองชุดนี้ถูกแทรกซอน โดยหินแกรนิตที่มีอายุอ่อนกว่า จากการสำรวจพบว่าหินแกรนิตมีการแผ่กระจายตัวกว้างขวางในด้านตะวันตกของแอ่งแม่สรวย-เวียงป่าเป้า ทางด้านใต้มีหินภูเขาไฟที่มีอายุแก่กว่ายุค ไทรแอสซิก เกิดขึ้น จากการศึกษาทางด้านธรณีเคมีของหินภูเขาไฟพบว่ามีการปะทุขึ้นมาในสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิกแบบเกาะในมหาสมุทร หรือ ocean island (โอวินท์ พงษ์พันธ์งาม 2546)

ในรูปที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ของลักษณะธรณีวิทยากับแหล่งแร่ทองคำ พบว่าแหล่งแร่ทองคำในอำเภอแม่สรวยเกือบทั้งหมดจะเกิดขึ้นในหินแปรยุค ไชลูเรียน - ดีโวเนียน จากการศึกษาในภาคสนามพบว่า หินแปรเหล่านี้เป็นหินฟิลไลต์ ควอตไซต์ (unit A-2) โดยมีหินเมตาแบไซต์ (unit A-7) และหินอ่อน (unit A-4) แทรกอยู่บ้างเล็กน้อย (รูปที่ 3.1) การที่พบริ้วขนาน (foliation) ในหินฟิลไลต์หลายทิศทาง เนื่องจากหินมีการคดโค้งในทิศทางไม่แน่นอน มีหลักฐานในภาคสนามว่า ในหินมีการคดโค้งมากกว่าหนึ่งครั้ง (deformation) ในหลายช่วงเวลา หินแปรยุค ไชลูเรียน - ดีโวเนียน ที่ถูกแปรสภาพมาจากหินตะกอนที่ตกสะสมตัวในน้ำลึก (deep-water basinal facies) หรือร่องลึกก้นมหาสมุทรที่มีอายุการแปรสภาพและยกตัวในยุคเพอร์เมียน (กรมทรัพยากรธรณี 2544)

การเกิดแร่ทองคำในหินแปรยุค ไชลูเรียน - ดีโวเนียน อาจเกิดจาก (1) หินแปรเคยเป็นหินตะกอนในน้ำลึกในมหาสมุทรที่มีแร่ธาตุต่างๆ อยู่มากมาย (2) ในขณะที่ถูกแปรสภาพในยุคเพอร์เมียน แร่ธาตุสำคัญที่เคลื่อนย้ายง่ายได้ถูกขับดันออกจากเนื้อหินตะกอนละเอียดเหล่านี้แล้วไหลไปตามช่องว่างรอยแตก รอยเลื่อน ไปสะสมตัวในรอยแตกเล็กๆ ในเนื้อของหินแปรนั่นเอง

ดังนั้นการวิเคราะห์ถึงรอยแตกรอยแยกและรอยเลื่อนที่เกิดขึ้นในยุคเพอร์เมียน เพื่อหาสายแร่ทองคำจึงน่าจะถูกต้องกว่าการหารอยแตกรอยเลื่อนที่เกิดขึ้นในหลังยุคเพอร์เมียน การจะหาทิศทางหรือตำแหน่งรอยแตกรอยเลื่อนที่เกิดขึ้นในช่วงยุคเพอร์เมียนนั้น ต้องเข้าใจถึงทิศทางของแรงเทคโทนิกที่มากระทำต่อชั้นหินในช่วงเวลานั้นเป็นสำคัญ การเกิดและการสะสมตัวของแร่ทองคำในช่วงแปรสภาพนี้จะเหมือนกับการเกิดของแหล่งแร่ที่เหมืองแร่ Homestake ในรัฐ South Dakota ประเทศสหรัฐอเมริกา จึงตั้งชื่อแหล่งแร่แบบนี้ว่า Homestake - type deposits

ต่อมาหินแปรยุค ไชลูเรียน - ดีโวเนียน ถูกแทรกดันโดยหินแกรนิตในยุค ไทรแอสซิก อีกครั้งหนึ่งโดยในครั้งนี้สายแร่ร้อน (hydrothermal solution) ที่ออกมาจากหินแกรนิตได้แทรกซึมเข้าไปยังหินแปรแล้วตกผลึกได้สายแร่ ควอตซ์ และสายแร่ทองคำอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นแหล่งแร่ทองคำในอำเภอแม่สรวยอาจมีการเกิด 2 ครั้ง ครั้งแรกในยุคเพอร์เมียนโดยกระบวนการแปรสภาพ (metamorphism) และครั้งที่สองเกิดในยุค ไทรแอสซิก โดยกระบวนการ hydrothermal deposits

การสำรวจหาแร่ทองคำที่อำเภอแม่สรวยนั้นควรศึกษาหินแปรเนื้อละเอียดพวกหินฟิลไลต์ และหินชีสต์ อย่างละเอียด และศึกษากระบวนการแปรสภาพตลอดจนโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นกับหินแปรเหล่านี้ การที่หินแปรถูกแรงเทคโทนิกกระทำในยุคหลังเพอร์เมียนทำให้ชั้นหินเกิดการโค้งงอแตกหักหลายครั้ง จึงทำให้สารละลายน้ำแร่ร้อนที่ขึ้นมาจากระดับลึกก้นแอ่งต่างๆ รวมทั้งแร่ทองคำขึ้นมา

สะสมตัวในระดับต้นได้ โดยเฉพาะเกิดขึ้นได้มากในยุค เทอร์เชียรี ซึ่งเป็นยุคที่มีแรงเทคโทนิคแบบการขยายตัวของเปลือกโลก (extensional tectonics)

รูปที่ 2.8 ในบทที่ 2 แสดงความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดระหว่างหินแกรนิตยุค ไทรแอสซิก กับ ตำแหน่งของแหล่งแร่ ดีบุก – ทังสแตน ในเขตอำเภอเวียงป่าเป้า และในด้านเหนือของอำเภอเวียงป่าเป้า แหล่งแร่ดีบุก – ทังสแตนจะเกิดขึ้นมากในหน่วยหินแกรนิต Gr2 ซึ่งเป็นหิน leucogranite ในขณะที่หน่วยหินแกรนิต Gr1 ซึ่งเป็นหิน porphyritic biotite granite และเกิดเป็นเทือกเขาขนาดใหญ่ทางด้านตะวันตกนั้น จะไม่พบแหล่งแร่เหล่านี้เลย ในบริเวณคอกหมอกที่อยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของตัวอำเภอเวียงป่าเป้าจะพบว่าแหล่งแร่ทังสแตนชนิดซีไรต์ เกิดขึ้นในหินแปรยุคไซลูเรียน – ดีโวเนียน ที่อยู่ติดกับ stock เล็กๆของหน่วยหิน Gr2

เช่นเดียวกันกับพื้นที่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้อำเภอเวียงป่าเป้า (รูปที่ 2.8) แหล่งแร่ดีบุก-ทังสแตน จะพบในหน่วยหินแกรนิต Gr1 และ Gr2 โดย แกรนิต Gr2 จะโผล่ให้เห็นเป็นหย่อมเล็กๆ ขนานไปทั้งสองข้างของรอยเลื่อนแม่กวัง ในทางด้านใต้ยังพบ แหล่งแร่พลวง ที่เกิดขึ้นภายในหน่วยหินแปรและหินตะกอนยุค ไซลูเรียน – ดีโวเนียน และ คาร์บอนิเฟอรัส ที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และชั้นหินที่มีแหล่งแร่พลวงเหล่านี้จะเกิดติดกับหน่วยหินแกรนิต Gr1 ด้วย นอกจากนี้ยังพบแหล่งแร่ดีบุก-ทังสแตน ที่เป็นสายแร่แทรกในหน่วยหินภูเขาไฟยุค ก่อนไทรแอสซิก (รูปที่ 2.8)

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ สามารถที่จะอธิบาย การเกิดของแหล่งแร่ต่างๆในพื้นที่อำเภอแม่สรวย – เวียงป่าเป้าได้ดังนี้

1. แร่ทองคำที่พบทางด้านเหนือของอำเภอเวียงป่าเป้าน่าจะเกิดขึ้นในช่วงยุค เพอร์เมียน ในช่วงเวลาที่ชั้นหินตะกอนทะเลลึกในยุค ไซลูเรียน – ดีโวเนียน ถูกแปรสภาพโดยกระบวนการ metamorphism
2. สภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคในขณะที่จะกอนยุค ไซลูเรียน – ดีโวเนียน ตกจมน่าจะเป็นแบบ ocean basin ที่เกิดร่วมกับ ocean-ridge basalts (Condie 1998) ทั้งนี้จากการที่พบหิน metabasite และ หิน metagabbro เกิดร่วมกับหินแปรยุค ไซลูเรียน – ดีโวเนียน (รูปที่ 3.1 และ 3.2)
3. สภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคในขณะที่จะกอนยุค ไซลูเรียน – ดีโวเนียน ถูกแปรสภาพในยุค เพอร์เมียน นั้น น่าจะเป็นแบบ subduction – relate setting ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับที่แร่ทองคำได้ตกผลึกในช่องว่าง รอยแตก หรือรอยแยกในเนื้อหินแปรเหล่านี้
4. สภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิคในขณะที่จะกอนยุค ไทรแอสซิก เกิดขึ้นมานั้นน่าจะเป็นแบบ collision – relate setting (Evans 1980) เป็นช่วงเวลาที่ หินฐานธรณีฐาน-ไทย (Shan-Thai Craton) เคลื่อนเข้าชนกับ หินฐานธรณีอินโดจีน (Indochina Craton) ทำให้ได้หินแกรนิตชนิด S-type granite แทรกดันขึ้นมาในหินแปรและหินตะกอนที่มีอายุแก่กว่า หินแกรนิตชุดนี้ได้พาเอาแร่ดีบุก และ

แร่ทั้งสะเทินขึ้นมาสะสมตัวตามช่องว่างแนวแตกแนวแยกในโซนด้านบนของ พลูตอน (pluton) และ ในโซนที่สัมผัสกับหินแปร หรือหินภูเขาไฟที่มีอายุแก่กว่า

5. สภาวะแวดล้อมทางเทคนิคในยุค เทอร์เชียรี และ ควอเทอร์นารี ในบริเวณแม่สรวย-เวียงป่าเป้าจะเป็นแบบ continental rifting โดยมี strike-slip settings เกิดร่วมด้วย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรณานุกรม

- เกษม จันทจจรูญพงษ์, 2519, แร่พลวง, เอกสารเศรษฐกิจธรณีวิทยา เล่มที่ 13 (Economic Geology Bulletin No.13), กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 125 หน้า
- กรมทรัพยากรธรณี, 2544: ธรณีวิทยาประเทศไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคล เฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542, กรุงเทพฯ, กรมทรัพยากรธรณี, กระทรวงอุตสาหกรรม, 556 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี 2540 คู่มือแผนที่แหล่งแร่และแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติของประเทศไทย กองพัฒนาทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม 488 หน้า
- เกรียงไกร จินา, ชีรพงษ์ พงษ์พิสุทธินันท์, และ สุวรรณา ยาวิลิศ, 2544: รายงานการสำรวจธรณีวิทยาบริเวณบ้านโป่งเหนือ ตำบลสันตลี อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย, ภาควิชาธรณีวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 74 หน้า.
- จิรวินธุ์ รักชาติ, เสกสรร ใจวังโลก, สุชาดา วงษ์จ่อน และ สุรกี คุณาสวัสดิ์, 2544: รายงานการสำรวจธรณีวิทยา บริเวณบ้านป่าบง ตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย, ภาควิชาธรณีวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 73 หน้า.
- งามพิศ อังคะวานิช, 2518, แร่สังคัม, เอกสารเศรษฐกิจธรณีวิทยา เล่มที่ 8 (Economic Geology Bulletin No.8), กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 64 หน้า
- พิศิษฐ์ สุขวัฒนานันท์ และสวาท เคนวิเศษ, 2531, แผนที่ธรณีวิทยาระวางอำเภอ แม่สรวย, มาตรฐาน 1:50000, หมายเลขระวาง 4948 III, ลำดับชุด L-7017, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพมหานคร.
- นัฐพล เกษเกล้า, กิ่งดาว เคลือบทอง, และ วัฒนา ป่าพงศ์, 2544: รายงานการสำรวจธรณีวิทยา บริเวณบ้านโป่งแม่คำ ตำบลท่าก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย, ภาควิชาธรณีวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 91 หน้า.
- ปราณี วงษ์มีมา, รัตนาภรณ์ หันตา, พิเศษ ชันติจิตร, และ อนิรุทธิ์ ม่วงอ่ำ, 2544: รายงานการสำรวจธรณีวิทยา บริเวณบ้านโป่งน้ำร้อน ตำบลแม่เจดีย์ใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย, ภาควิชาธรณีวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 83 หน้า.
- สมาน จาคูรงค์วนิชย์ และสันติ ถิวงค์เจริญ, 2532 ก, แผนที่ธรณีวิทยาระวางอำเภอวังเหนือ, มาตรฐาน 1:50000, หมายเลขระวาง 4947 III, ลำดับชุด L-7017, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพมหานคร.
- สมาน จาคูรงค์วนิชย์ และสันติ ถิวงค์เจริญ, 2532 ข, แผนที่ธรณีวิทยาระวางอำเภอ เวียงป่าเป้า, มาตรฐาน 1:50000, หมายเลขระวาง 4947 IV, ลำดับชุด L-7017, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพมหานคร.

- สมใจ เข็นสบาย และ สมบูรณ์ วัชรชัยสุรพล, 2538, การสำรวจธรณีเคมีรายละเอียดเบื้องต้น ติดตามผล
ศักยภาพแร่ทองคำ พื้นที่แม่สรวยเหนือ (CR-3) อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย, รายงานเศรษฐ
ธรณีวิทยา ฉบับที่ 23/2537, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 34 หน้า
- สุจิตร์ พิตรากุล 2530 แหล่งแร่และแร่ในอุตสาหกรรม (ore deposits and minerals in industry) ศูนย์ส่ง
เสริมตำราและเอกสารวิชาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 191 หน้า
- สุพัตรา วุฒิชิตวานิช, พงศ์ศักดิ์ วิจิต และ บุญศิริ สุวรรณเวส, 2523, ทองคำ, เอกสารเศรษฐธรณีวิทยา
เล่มที่ 25, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 99 หน้า
- สุรพงษ์ พิมพ์ทอง, กิรติกร กงจักร, ชาตรี เอี่ยมภักดิ์, และ หทัยกาญจน์ สุยะใหญ่, 2544: รายงานการ
สำรวจธรณีวิทยา บริเวณบ้านหนองผักเสียด ตำบลจอมหมอกแก้ว อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย,
ภาควิชาธรณีวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 83 หน้า.
- วิทยา ธรรมคุณฤ์ และสมชาย ชิตมณี, 2531, รายงานการสำรวจธรณีวิทยาบริเวณบ้านแม่ต้า และระวาง
บ้านหนองหล่ม, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพมหานคร, 161 หน้า.
- วิทยา ธรรมคุณฤ์ และอภิชาติ จินกุล, 2532, แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณบ้านโป่งน้ำร้อน, มาตรฐาน
1:50000, หมายเลขระวาง 4947 II, ลำดับชุด L-7017, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี,
กรุงเทพมหานคร.
- วรกุล แก้วยานะ, 2540, แหล่งแร่ของภาคเหนือตอนบน, รายงานการวิจัยที่ 0317/ท.45/2540/127, ฝ่ายธรณี
วิทยาแหล่งแร่ สำนักงานทรัพยากรธรณี เขต 3 (เชียงใหม่) กรมทรัพยากรธรณี, 39 หน้า
- โอวิทย์ พงษ์พันธ์งาม 2546 สภาวะทางเทคนิคของหินภูเขาไฟเมฟิกในพื้นที่บ้านปากทางขุนลาว-บ้าน
สบโป่ง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยา
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 58 หน้า
- อนุชา ใจบุญ, จิราภรณ์ โยมเมือง, ธัญญาพร จินโต, และ วีระพงษ์ เพียรสุภาพ, 2544: รายงานการสำรวจ
ธรณีวิทยา บริเวณบ้านป่าบาง ตำบลแม่สรวย อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย, ภาควิชาธรณีวิทยา,
คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 88 หน้า.
- Asnachinda, P., 1978, Tin Mineralization in the Burmese-Malayan Penisular, a plate tectonic
model, In: Nutalaya, P., (ed.), *Proceedings of the Third Regional Conference on Geology and
mineral Resources of Southeast Asia*, Bangkok, p.293-299.
- Barr, S.M., and MacDonald, A.S., 1991, Toward a late Palaeozoic tectonic model for Thailand,
Journal of the Geosciences, 1, p.11-22.
- Baum, F. and Hahn, L., 1977, Geological Map of Northern Thailand Sheet 3 (Phayao), Scale
1:250000, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover.
- Baum, F., Von Braun, E., Hahn, L., Hess, A., Koch, K.E., Kruse, G., Quarch, H., and Siebenhuner,
M., 1970, On the geology of Northern Thailand, *Geologische Jahrbuch*, 102, p.1-23.

- Braun, E.V. and Hahn, L., 1976, Geological Map of Northern Thailand Sheet 2 (Chiang Rai), Scale 1:250000, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover.
- Bunopas, 1981: Paleogeographic history of western Thailand and adjacent parts of South-East Asia - A plate tectonics interpretation; Ph.D. thesis, Victoria University of Wellington, New Zealand, 810 p.; reprinted 1982, Geological Survey paper No. 5, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Thailand.
- Bunopas, S., and Vella, P., 1983, Tectonic and geologic evolution of Thailand, In: *Proceedings of a Workshop on stratigraphic correlation of Thailand and Malaysia*, 1, Geological Society of Thailand, Bangkok/Geological Society of Malaysia, Kuala Lumpur, p.307-322.
- Chancharoonpong, K., 1978. Antimony deposits of Thailand. *Journal of the geological Society of Thailand*, Vol. 3 No. 1 November 1978, p. E3-1-E3-11.
- Chantraprasert, S., 2003 Structural evolution of the Mae Moh Western Sub-basin – evidence from the variation in stratigraphic geometry and thickness; unpublished report, Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Chiang Mai University, 28 p.
- Charusiri, P., Daorerk, V., Archibald, D., Hisod, K. and Ampaiwan, T., 2002. Geotectonic Evolution of Thailand, *Journal of the geological Society of Thailand*, No. 1 April 2002, p.1-20.
- Chuaviroj, S., and Chaturongkawanich, S., 1984, Geology and geothermal Resources in Northern Thailand, *Geological Survey of Japan Report*, 263, p.69-77.
- Condie, K.C., 1997, Plate Tectonic and Crustal Evolution (4th edition) Butterworth-Heinemann, Oxford, 282 p.
- Elders, C.F., Uttamo, W., Chantraprasert, S., Nichols, G.J., Srisuwon, P., and Al-Barwani, B., 2000: Tertiary strike-slip basin formation in an extruded continental wedge, northern Thailand; abstract, AAPG International Conference and Exhibition, Bali 2000.
- Evans, A. 1993. Ore Geology and Industrial Minerals: an introduction, Third edition, Blackwell Scientific Publications, London, 390 p.
- Hahn, L.H., Koch, K.E., Wittekindt, H., Adelhardt, W., and Hess, D., 1986, Outline of the geology and the mineral potential of Thailand, *Geologisches Jahrbuch Reihe B, Heft 59*, Hannover, p.3-49.
- Gocht, W. and Strobel, C., 1983. Classification of Tin-bearing pegmatites in Phuket, Thailand. Proceeding of the annual technical meeting, Department of Geological Science, Chiang Mai University, p. 143-153.
- Jungyusuk, N., and Khositantont, S., 1992, Volcanic rocks and associated mineralization in Thailand, In Piancharaon, C. (ed.), *Proceedings of the National Conference on Geological Resources of Thailand: Potential for future developments*, Department of Mineral Resources, Bangkok, p.522-538.

- Lacassin, R., Maluski, P., Leloup, P.H., Tapponnier, P., Hinthong, C., Siribhakdi, K., Chuavithit, S., and Charoenpravat, 1997, Tertiary diachronic extrusion and deformation of western Indochina: Structure and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ evidence from NW Thailand, *Journal of Geophysical Research*, 102, p.10013-10037.
- Mitchell, A.H.G., 1986, Mesozoic and Cenozoic regional tectonic and metallogenesis in Mainland SE Asia, *Bulletin of Geological Society of Malaysia*, 20, p.221-239.
- Morley, C.K., 2001: Combined escape tectonics and subduction rollback-back arc extension: a model for the evolution of Tertiary rift basins in Thailand, Malaysia and Laos; *Journal of the Geological Society, London*, 158, 461-474.
- Morley, C.K., Wonganan, N., Sankumarn, N., Hoon, T.B., Alief, A., and Simmons, M., 2001: Late Oligocene-Recent stress evolution in rift basins of northern and central Thailand: implications for escape tectonics; *Tectonophysics*, 334, 115-150.
- Newsuparp, K. and Charusiri, P., 2000. Lineaments analysis from Landsat data for structural geology and mineral occurrences in Loei area, Northeastern Thailand. International conference on applied geophysics, Chiang Mai, Thailand, p. 149-159.
- Putthapiban, P. and Suensilpong, S., 1978. The igneous geology of the granitic rocks of Hub Kapong, Hau hin Area, *Journal of the geological Society of Thailand*, Vol. 3 No. 1 November 1978, p. M1-1 to M1-22.
- Rhodes, B.P., Perez, R., Lamjuan, A., and Kosuwan, S., 2002: Kinematics of the Mae Kuang Fault, Northern Thailand Basin and Range Province; *in* Mantajit, N., and Potisat, S. (eds.), *Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand, 26-31 August, Bangkok, Thailand*, 298-308.
- Sitthithaworn, E., and Wasuwanich, P., 1992, Metallogenic map of Thailand, In Piancharaen, C. (ed.), *Proceedings of a National Conference on Geologic Resources of Thailand: Potential for future development*, Department of Mineral Resources, Bangkok, p.1-15.
- Srisuwon, P., 2002: Structural and sedimentological evolution of the Phrae Basin, northern Thailand; Ph.D. thesis, Royal Holloway University of London, 493 p.
- Tantisukrit, C., 1978, Review of Metallic Mineral Deposits of Thailand, In: Nutalaya, P. (ed.), *Proceedings of the Third Regional Conference on Geology and Mineral Resources of Southeast Asia*, Bangkok, p.783-794.
- Tapponnier, P., Peltzer, G., Armijo, R., Le dian, A.Y., and Cobbold, P., 1982, Propagating extrusion tectonics in Asia: New insights from simple experiments with plasticine, *Geology*, 10, p.611-616.
- Upton, D., Bristow, C., Hurford, A.J., Carter, A., 1997, Tertiary tectonic denudation in northwestern Thailand: Provisional results from apatite fission-track analysis, In: *The Proceedings of The International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of*

Southeast Asia and South Pacific, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand, p.421-433.

Uttamo, W, 2000: Structural and sedimentological evolution of Tertiary sedimentary basins in northern Thailand; Ph.D. thesis. Royal Holloway University of London, 499 p.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์

1. ชื่อ (ภาษาไทย) ดร. วุฒิ อุตตโม
(ภาษาอังกฤษ) Dr. Wutti Uttamo
2. รหัสประจำนักวิจัยแห่งชาติ 37-10-0010
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
4. หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. ประวัติการศึกษา
1972 ปริญญาตรี (ธรณีวิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
1979 M.S. (Geology), University of Mississippi, U.S.A.
2000 Ph.D. (Geology), Royal Holloway University of London, England
6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ Structural and sedimentology evolution of Tertiary basins, Basin Analysis, Sedimentology, Stratigraphy, Remote Sensing, Processing and Interpretation of Landsat TM, Tectonics of Tertiary basins in Thailand

7. งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

Uttamo, W., 1991, Physical and mineralogical properties of Mae Ping River Sand, Proceedings of the Annual Technical Meeting 1989, Dept. of Geol. Sci., Chiang Mai University, p.17-27.

Uttamo, W., Junhavat, S., and Singharajwarapan, S., 1992, Sedimentology of shallow subsoil layers in the eastern part of Chiang Mai City, Northern Thailand, Jour. of Thai Geol. V.2, no.1, (January-June), p.43-53.

Uttamo, W., Junhavat, S., and Kandharosa, W., 1993, Study of Chemical Properties of Carbonate Rocks in Changwat Chiang Mai, Report of investigation submitted to Faculty of Science, Chiang Mai University, 55 p.

Uttamo, W., Junhavat, S., and Paejui, B., 1996, Geology of Northern Amphoe Li Area Changwat Lamphun, Report of investigation submitted to Faculty of Science, Chiang Mai University, 40 p.

Uttamo, W., Nichols, G.L., and Elders, C.F., 2000, The Tertiary Sedimentary Basins of Northern Thailand In: Khantaprob, C. (ed.), Proceedings of the Symposium on Mineral, Energy and Water Resources of Thailand: Towards the year 2000, Department of Geology, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 71-92

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์

1. ชื่อ (ภาษาไทย) ดร. สัมพันธ์ สิงหาราจรพานิช
(ภาษาอังกฤษ) Dr. Sampan Singharajwarapan
2. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ระดับ 9
3. หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4. ประวัติการศึกษา
2522 ปริญญาตรี (ธรณีวิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2525 M.Sc. (Engineering Geology), Asian Institute of Technology
2537 Ph.D. (Structural and Metamorphic Geology), University of Tasmania, Australia
5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ – Structural geology, tectonics, metamorphic petrology และ engineering geology
6. งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

Singharajwarapan, S., Lerdthusnee, S., and Singharajwarapan, F.S., 1991, Hydrogeology of the Phu Kradung Formation: A case study of Ban Kaeng area, Amphoe Kaeng Khro, Changwat Chaiyaphum, in: Ounchanum, P., ed., Proceedings of the Annual Technical Meeting 1989 on "Geology and Mineral Resources of Thailand, Indochina and Myanmar", Chiang Mai University, p.45-58.

Singharajwarapan, S., Singharajwarapan, F.S., Uttamo, W., Junhavat, S., and Lerdthusnee, S., 1991, Quaternary and surficial geology of Chiang Mai city, Journal of Thai Geosciences, v.1, p.139-144.

Singharajwarapan, S., and Berry, R.F., 1993, Structural analysis of the accretionary complex in the Sirikit Dam area, Journal of Southeast Asian Earth Sciences, v.8, p.233-245.

Singharajwarapan, S., 1998, Provenance and Tectonic Setting of Deposition of Metagreywackes in the Nan River Suture, Northern Thailand, Proceedings of the Ninth Regional Congress on Geology, Mineral, and Energy Resources of Southeast Asian, Kuala Lumpur, Malaysia, p.44.

Singharajwarapan, S., 1999, Provenance of sandstone of the Triassic Nam Pat Group, northern Thailand, in: Ratanasthien, B., and Rieb, S.L., eds., Proceedings of the Fifth International Symposium on Shallow Tethys, Chiang Mai, p.465-480.

Singharajwarapan, S., and Seangsrichan, W., 1999, Mineralogy and Petrology of the Chiang Mai Gneiss, in: Khantaprab, C., ed., Proceedings of the Symposium on Mineral, Energy, and Water Resources of Thailand: Towards the year 2000, Bangkok, p.115-127.

Singharajwarapan, S., and Berry, R.F., 2000, Tectonic Implications of the Nan Suture Zone and Its Relationship to the Sukhothai Fold Belt, Journal of Asian Earth Sciences.

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์

1. ชื่อ (ภาษาไทย) ดร. วิทยา คันธรส
(ภาษาอังกฤษ) Dr. Wittaya Kandharosa
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 7
3. หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4. ประวัติการศึกษา
 - 1983 วท.บ. (ธรณีวิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ประเทศไทย
 - 1989 M.Sc. (Geology with the second class honours first division), The University of Auckland, New Zealand
 - 1995 Doctor of Natural Sciences (Geology), The University of Innsbruck, Austria
5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ Sedimentary basin analysis
6. งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

Kandharosa, W., 1991, Eustatic changes of a late Oligocene – early Miocene carbonate shelf in South Auckland, New Zealand, In proceedings of the Annual Technical Meeting 1989 and IGCP-246 (1991) Pacific Neogene Events in Southeast Asia, Ounchanum, P., and Ratanasthien, B. (eds.), Spec. Publ. No.9, Department of Geological Sciences, Chiang Mai University, Thailand, p.141-153.

Kandharosa, W., Ballance, P.F., and Gregory, M.R., 1991, Deepening of a late Oligocene – early Miocene carbonate shelf in New Zealand: Global sea level rise reinforces subsidence, In the fifth international congress on Pacific Neogene Stratigraphy and IGCP Project 246 Pacific Neogene: Environment, evolution and events, October 6-10, 1991, Shizuoka, Japan, p.58.

Kandharosa, W., 1995, Sedimentology and stratigraphy of Oligocene-Miocene Molasse sediments, near Steyregg, Upper Austria, Institute of Geology and Palaeontology Misc. Publ. 95, University of Innsbruck, p.14

Kandharosa, W., Panjasawatwong, Y., and Wongpornchai, P., 1998, Geology of the Amphoe Thoeng – Phayameng Rai Area Changwat Chiang Mai, A report submitted to Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand, 59 p.

Ratanasthien, B., Kandharosa, W., Chompusri, S., and Chartprasert, S., 1999, Liptinite in coal and oil source rocks in northern Thailand, Journal of Asian Earth Sciences, 17, p.301-306.

Ratanasthien, B., Wongpornchai, P., and Kandharosa, W., 1999, Energy sources those dump away, in Khantaprab, C., (ed. in chief), Proceedings of the Symposium on Mineral, Energy and Water Resources of Thailand: Towards the year 2000, 28-29 October, 1999, Bangkok, Thailand, p.276-279.

ประวัติการศึกษาและประสบการณ์

1. ชื่อ (ภาษาไทย) ดร. สราวุธ จันทร์ประเสริฐ
 (ภาษาอังกฤษ) Dr. Sarawute Chantrapasert
2. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ (ตำแหน่ง อาจารย์)
3. หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4. ประวัติการศึกษา
 - 2536 ปริญญาตรี. (ธรณีวิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 - 2539 ปริญญาโท (ธรณีวิทยา), University of Calgary, Canada
 - 2543 ปริญญาเอก (ธรณีวิทยา), Royal Holloway University of London, England
5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ ธรณีวิทยาโครงสร้าง (Structural geology)
 - Extensional Tectonics
 - Seismic interpretation
 - Fold/thrust tectonics
 - Cross-section balancing
6. งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

Spratt, D.A., Chantrapasert, S., and MacKay, P.A., 1995, Triangle zone and Foothills structures in the Turner Valley map area (82J/9), Alberta; in: Geological Survey of Canada Current Research 1995, p.105-111.

Elders, C.F., Uttamo, W., Chantrapasert, S., Nichols, G.J., Srisuwon, P., Al-Barwani, B., 2000 : Tertiary strike-slip basin formation in an extruded continental wedge, northern Thailand; abstract for and presentation, AAPG International Conference and Exhibition, Bali 2000.