



โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การศึกษาธรณีวิทยาแบบละเอียด และการศึกษาศิลาบรรณนา
บริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร

ชื่อนิสิต นาย พีรณัฐ วิเศษศรี
รหัสประจำตัวนิสิต 493 27204 23

ภาควิชา ธรณีวิทยา

ปีการศึกษา 2552

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาระณีวิทยาแบบละเอียด และการศึกษาตีลาวรรณนาบริเวณ
พื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร

นาย พิรณัฐ วิเศษศรี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

**GEOLOGY AND PETROGRAPHY OF KHAO PHA-NOM-PHA,
AMPHOE WANG SAIPHUN, CHANGWAT PHICHIT, THAILAND**

Mr. Peeranat Visadsri

**A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE BACHELOR OF
SCIENCE, DEPARTMENT OF GEOLOGY,
CHULALONGKORN UNIVERSITY, 2009**

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. ดร. ปัญญา จารุศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยแนะนำและความรู้ พร้อมทำให้คำปรึกษาในทุกขั้นตอนการวิจัย นอกจากนี้ยัง ให้เรียนรู้ประสบการณ์ในการทำงาน ซึ่งทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประสบความสำเร็จออกมาได้ด้วยดี และขอขอบคุณ ภาควิชาธรณีวิทยาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย องค์การบริหารส่วนจังหวัดพิจิตร และบริษัท อีสระ ไมนิ่ง จำกัด ที่ช่วยสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้

ในส่วนของการออกภาคสนามต้องขอขอบคุณ คุณ ชชาติชาย เจียมศรีพงษ์ นายกองค้การบริหาร ส่วนจังหวัดพิจิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าถึงพื้นที่เขาพนมพา เพื่อการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ทั้งนี้ยังต้องขอขอบคุณ คุณวีระศักดิ์ ล้นวงษา ที่คอยให้คำปรึกษา และเอื้อเฟื้อที่พัก ที่ช่วยประสานงานในการเข้าถึงพื้นที่ศึกษา และขอขอบคุณ นาย อารักษ์ แสงสมพงษ์ นายศุภชัย ชูสวัสดิ์ นายธนเศรษฐ์ ชูชะเอม นางสาวศศิภา แก่นจันทร์ และนางสาวพัชราภรณ์ ราชวงษา ที่ร่วมกันออกภาคสนาม และให้คำแนะนำ ซ้ำพเจ้ามาโดยตลอด นอกจากนี้ ต้องขอขอบคุณ คุณ ตังโก้ พรหมแดง คุณละมัย หริ่มเทศ และคุณจำพิง พรหมแดง ที่อนุเคราะห์ตัวอย่างแร่ทองคำในสายแร่ควอตซ์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

ในส่วนของการวิจัยขอขอบคุณ คุณ ประจัน และคุณ สุริยะเจ้าหน้าที่ประจำห้องตัดหิน ภาควิชา ธรณีวิทยา ที่ช่วยแนะนำการจัดทำแผ่นหินบาง และบุคลากรภาควิชาธรณีวิทยาทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการประสานงาน ขอขอบคุณ คุณ เจนศริน วิวัฒน์ภิญโญ คุณ ธวัชชัย เชื้อเหล่าวานิช และ นายภัทรพงษ์ ประสงค์ธรรม ที่ให้คำแนะนำในการศึกษาซิลิคาออร์ธอซอส และสุดท้าย ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ เพื่อนพี่น้อง ธรณีวิทยาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเพื่อนพี่น้อง สายปัญญาทุกท่าน ที่คอยคำแนะนำติชมมาและคอยเป็นกำลังใจในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มาโดยตลอด

การศึกษาธรณีวิทยาแบบละเอียดและการศึกษาซิลิการรณนาบริเวณพื้นที่

เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร

พีรณัฐ วิเศษศรี

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

โทร: 022185460 อีเมล : downaza@hotmail.com

บทคัดย่อ

พื้นที่เขาพนมพาเป็นภูเขาลูกโดดในอำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร (1 ตร.กม.) เนื่องจากมีการขุดร่อนทองคำ จึงทำให้เกิดความสนใจแหล่งกำเนิดของทองคำอันเป็นที่มาการศึกษาครั้งนี้ โดยมีจุดประสงค์คือ สํารวจ ธรณีวิทยาโดยละเอียดในภาคสนามและศึกษาซิลิการรณนาของหินในพื้นที่ศึกษา ในการศึกษาได้เก็บตัวอย่างหินทั้งหมด 105 ก้อน และเลือกทำแผ่นหินบาง 41 แผ่น

ผลการศึกษาพบว่าเขาพนมพาประกอบด้วยหินอัคนีซึ่งเป็นหินอัคนีบาดาลที่แทรกตัดเข้ามาในหินภูเขาไฟซึ่งมีอายุเพอร์เมียนตอนปลาย หินอัคนี ประกอบด้วยหินภูเขาไฟส่วนใหญ่เป็นหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์กระจายตัวรอบบริเวณเขาพนมพาเกือบทั้งหมด วางตัวใน แนวตะวันออก-ตะวันตก และ มีมุมเอียงเทประมาณ 40 องศา มีความหนาอย่างน้อย 350 เมตร หินภูเขาไฟนี้ถูกปิดทับด้วยหินไรโอริติกลาฟิลลีท์ซึ่งกระจายตัวอยู่บริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเขาพนมพา และเขาหนองแถม ทั้งหมด หินไรโอริติกลาฟิลลีท์มีความหนาประมาณ 400 เมตร หินอัคนีบาดาลเป็นหินไมโครไดออไรต์แทรกตัดเข้ามาในหินภูเขาไฟนี้ พบบริเวณทางทิศเหนือของเขาพนมพาเป็นวงกลมรัศมีประมาณ 100 เมตร ทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นวงกลมรัศมีประมาณ 200 เมตร และบริเวณกลางเขาพนมพาเป็นแนวยาววางตัวในแนวตะวันออกตะวันตกโดยมีความกว้างประมาณ 20 เมตร ยาวประมาณ 300 เมตร เป็นผนังหินไมโครไดออไรต์ และยังพบผนังหินทรอซิติกแอนดิไซต์แทรกตัดเข้าไปในไมโครไดออไรต์ วางตัวในแนวเหนือใต้ มีขนาดกว้างประมาณ 1.5 เมตร ยาวประมาณ 10 เมตร ในส่วนของหินแปรประกอบด้วยหินแคลซิลิเกต พบทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเขาพนมพา บริเวณรอยต่อระหว่างหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์และหินไมโครไดออไรต์ มีความกว้างอย่างน้อย 50 เซนติเมตร หินskarnoid พบทั่วไปบริเวณในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์ และหินไมโครไดออไรต์บริเวณขอบของสายแร่ควอตซ์ -คาร์บอนเนต มีกว้างเป็น 2 เท่าของสายแร่เข้าไปในหินเหี่ยว หินเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย หิน retrograde skarn พบทั่วไปบริเวณในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์ และหินไมโครไดออไรต์ซึ่งเปลี่ยนแปลงมาจากหินskarnoid เนื่องจากกระบวนการจากน้ำฝน และหินซิลิซิไฟด์พบการกระจายตัวบริเวณเขาหนองแถม และบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของเขาพนมพา สายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต มีขนาดของสายแร่ตั้งแต่ 0.5-50 ซม. พบบริเวณกลางเขาพนมพา โดยกระจายตัวเป็นหย่อมๆกว้างประมาณ 10 เมตร ยาว 30 เมตร ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัว พบบริเวณรอบเขาพนมพา และเขาหนองแถม

จากการศึกษาซิลิการรณนา พบว่า 1) หินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์ มีสัดเป็นสีดำเขียวถึงดำ มีเนื้อหินแบบพอไฟริติก โดยมีเนื้อผลึกคอกมเป็น เศษหินไรโอไรต์ เศษหินแอนดิไซต์ ควอตซ์ แพลกจิโคเคลส ฮอนเบลนด์ มีเนื้อพื้นเป็นdevitrified glass และเนื้อผลึกไมโครไลท์เป็นแร่คลอไรท์ แอลไบท์ มีเนื้อหินที่สำคัญ

trachitic texture 2) หินไรโอริติก ลาพิลลิตัท มีสีสดเป็นขาวเทา มีเนื้อหินแบบ พอไฟริติก โดยมีเนื้อผลึกดอกเป็น เศษหินไรโอไรต์ และมีแร่ ควอตซ์ โฟแทสซียมเฟลสปาร์ แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็น devitrified glass และเนื้อผลึกไมโครไลท์ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ มีเนื้อหินที่สำคัญคือ trachitic texture 3) หินไมโครไดออไรต์ มีสีสดเป็นสีดำ เนื้อหินแบบ holocrystalline และมีแร่ ฮอนเบลนด์ แพลกจิโอเคลส โฟแทสซียมเฟลสปาร์ คลอไรต์ ควอตซ์ แอคทิโนไลต์ และ แร่ทึบแสง มีเนื้อหินที่สำคัญคือ intergranular texture 4) หินทราซิติกแอนดิไซต์ มีสีสดเป็นสีเขียวขาว มีเนื้อหินแบบ พอไฟริติก โดยมีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วยแร่ ควอตซ์ โฟแทสซียมเฟลสปาร์ แพลกจิโอเคลส มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว มีเนื้อหินที่สำคัญคือ trachitic texture 5) สายแร่แบ่งออกเป็น 6 แบบ โดยเรียงตามลำดับเวลา ได้แก่ 1) สายแร่ ควอตซ์-คลอไรต์-ไพรอกซีน-แร่โอเปกม 2) สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน, 3) สายแร่คลอไรต์, 4) สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน-แร่โอเปก, 5) สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทิโนไลต์-แร่โอเปก ซึ่งพบทองคำปรากฏ และ 6) สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทิโนไลต์-คลอไรต์-ไพรอกซีน-อพิโดต ซึ่งพบทองคำปรากฏเช่นกัน อย่างไรก็ตามสายแร่ส่วนใหญ่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 -20 เซนติเมตร

จาก ลักษณะของแร่วิทยาจึงสรุปได้ว่า แหล่งแร่เขาพนมพา เป็นแหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำแบบสภาพกรดต่ำซึ่งมีหินเหี่ยวเป็นหินภูเขาไฟ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบแคลซิลิกเกตบางส่วน และมีน้ำยาแร่ร้อนแทรกเข้ามาหลายครั้งจนเปลี่ยนแปลงสภาพ และ เกิดแร่ควอตซ์ -คาร์บอนเนต (คลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อพิโดต) ในลักษณะการแทนที่ของแร่ สายแร่ และการเชื่อมหินกรวดเหลี่ยม

วิวัฒนาการแหล่งแร่พบว่าเขาพนมพาประกอบด้วยหินแอนดิซิติกลาพิลลิตัท ซึ่งถูกปิดทับด้วยหินไรโอริติกลาพิลลิตัท แล้ว ถูกแทรกดันด้วยหินไมโครไดออไรต์เข้ามาในหินภูเขาไฟนี้ จึงทำให้หินแอนดิซิติกลาพิลลิตัทเกิดการแปรสภาพบางส่วนเป็นหินแคลซิลิกเกต และทำให้เกิดรอยแตกในหินแอนดิซิติกัทและหินไมโครไดออไรต์ด้วย และต่อมามีน้ำยาแร่ร้อนแทรกเข้ามาตามรอยแตก เป็นช่วง prograde skarn มีการแลกเปลี่ยนองค์ประกอบของน้ำยาแร่ร้อนกับหินเหี่ยว เกิดเป็นหินที่เรียกว่า skarnoid หลังจากนั้นในช่วง มีการกระบวนกรน้ำฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพที่ มีการแทนที่แร่ที่เกิดในช่วง prograde skarn ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ที่ไม่มีน้ำในโครงสร้างเป็นแร่ที่มีน้ำในโครงสร้างเรียกว่า retrograde skarn และเกิดเป็นสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต ซึ่งทำให้เกิดการสะสมตัวของแร่ทองคำ เป็นแหล่งแร่ทองคำปฐมภูมิ และในช่วงหลังการเกิดแร่ทองคำ เกิดการกระบวนกร silicification ในหินไรโอริติกลาพิลลิตัท ทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ silicified ในหินไรโอริติกลาพิลลิตัท หลังจากนั้นจึงมีพองหินทราซิติกแอนดิไซต์แทรกตัดเข้าไปในไมโครไดออไรต์ ต่อมาเกิดการผุพังของหินและสายแร่ แล้วพัดพา หินและแร่ทองคำไปสะสมเป็นตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัว เกิดเป็นแหล่งแร่ทุติยภูมิแบบลานแร่ ซึ่งปัจจุบันมีการทำเหมืองบริเวณนั้น

คำสำคัญ : เขาพนมพา, ธรณีวิทยารายละเอียด, ศีลาวรรณนา

GEOLOGY AND PETROGRAPHY OF KHAO PHA-NOM-PHA, AMPHOE WANG SAIPHUN, CHANGWAT PHICHIT, THAILAND

Peeranat Visadsri

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330,
Thailand

Email : downaza@hotmail.com

Abstract

Khao pha nom pha is a mountain in amphoe Wang Saiphun, Changwat Phichit, Thailand (1 km²). that have a gold panning and gold dredging. It causes to interest the source of gold. The purposes of this project are detailed geological survey in field area and petrography. In this study has collected 105 rock sample and select to make thin section 41 pieces

Khao pha nom pha consists of igneous rock, plutonic rock and pyroclastic rock. *Pyroclastic* rock have intruded by plutonic rock in latest Permian. Almost of igneous rock is andesitic lapilli tuff that have trending in NW, dipping in 40°, thickness least 350 m and covered by rhyolitic lapilli tuff. rhyolitic lapilli tuff are NE of Khao pha nom pha and all of Khao nong kham. rhyolitic lapilli tuff have thickness about 400 m that have intrude by micro diorite around North of Khao pha nom pha (10,000 km²), around SE of Khao pha nom pha (40,000 km²) and center of Khao pha nom pha that have trending in E-W (20 m x 300 m). Microdiorite have intruded by trachitic andesite that have trending in N-S (1.5 X 10 m). *Metamorphic rock* consist calcsilicate and skarnoid. Calc-silicate are founded in SE of Khao pha nom pha around contact between andesitic lapilli tuff and micro diorite (least 50 cm). Skarnoid common founded around andesitic tuff and microdiorite at rim of quartz-carbonate veins and founded double of vein's size into host rock. *Altered rock* consist of retrograde skarn that found in andesitic lapilli tuff and micro-diorite which alteration from skarnoid caused by meteoric water process. Silicified rock founded around Khao nong kham and NE of Khao pha nom pha. *Quartz-carbonate veins* are found 0.5-50 cm around the center of Khao pha nom pha in NE trending, steep dipping. *Unconsolidated sediment* founded around Khao nom pha and Khao nong kham.

The characteristic in petrography that have 1) Andesitic lapilli tuffs have black-green color, porphyritic texture, flow texture. Phenocryst in andesitic lapilli tuffs are andesite, rhyolite rock fragment, quartz, plagioclase, hornblende and groundmass are volcanic glass. Microlite consist of chlorite and albite. 2) Rhyolitic lapilli tuffs have white gray color, porphyritic texture,

flow texture. Phenocryst in rhyolitic lapilli tuffs are rhyolite rock fragment, quartz, plagioclase, K-feldspar and groundmass are volcanic glass. Almost of microlite is quartz. 3) Micro diorite have black color, holocrystalline texture, intergranular texture. Mineral composition in micro diorite consist of opaque, plagioclase, K-feldspar, Chlorite, Quartz and Actinolite. 4) Trachitic andesite have white color, porphyritic texture, flow texture and trachitic texture. Phenocryst are rhyolite rock fragment, quartz, plagioclase-feldspar and groundmass are volcanic glass. Almost of microlite is quartz. 5) Veins have 6 type collated by timing; 1. quartz-chlorite-pyroxene-opaque veins 2. quartz-pyroxene veins 3. quartz veins 4. quartz-pyroxene-opaque veins 5. quartz-calcite-actinolite-opaque veins (gold occurrence) and 6. quartz-calcite-actinolite-pyroxene-epidote veins (gold occurrence)

Gold mineralizations at the Khao Pha Nom Pha are epithermal and low sulphidation. Host rock in this area is andesitic volcaniclastic rocks that have calc-silicate alteration and characterised by multiple hydrothermal alteration assemblages and quartz-carbonate (chlorite-actinolite-epidote) replacements, veins and breccias.

The geology of Khoa Pha-Nom-Pha have pyroclastic rock that have the age about 250 ± 6 Ma (Latest permian). Stratigraphy of pyroclastic rocks in this area have andesitic lapilli tuff and rhyolitic tuff from oldest to youngest. Then andesitic lapilli tuff intruded by micro diorite cause some alteration to calc-silicate and cause andesitic lapilli tuff and micro diorite fracture. After that in hydrothermal processing, hydrothermal fluids leak through the fracture and became quartz veins in andesitic lapilli tuff and micro diorite. Causing skarnoid (garnet pyroxene) and retrograde skarn alteration that related to high grade gold area and primary gold deposit in quartz-carbonate veins. In the late stage of hydrothermal process made silicified alteration in rhyolitic lapilli tuff. Then micro diorite intruded by trachitic andesite dyke. Eroded and weathered process in rock and ore veins, transported and deposited in east of khao-phanom pha (placer deposit). The age of first deposit of Gold deposit is in Permo-Triassic and the age of second deposit of Gold deposit is in Triassic.

Keywords : Khao Pha-nom-pha, geology, petrography

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
สารบัญรูปภาพ	viii
สารบัญตาราง	xix
บทที่1: บทนำ	1
1.1 บทนำ	2
1.2 การเข้าถึงพื้นที่ศึกษา	4
1.3 ลักษณะภูมิประเทศ	5
1.4 ลักษณะภูมิอากาศ	5
1.5 เอกสารและงานวิจัย ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง	5
1.6 วัตถุประสงค์	7
1.7 ขอบเขตงานวิจัย	7
1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.9 ขั้นตอนการวิจัย	8
1.10 แผนดำเนินงาน	10
บทที่2: ธรณีวิทยาทั่วไป	11
2.1 ธรณีวิทยาบริเวณกว้าง(regional geology)	12
2.2 การลำดับชั้นหิน (stratigraphy)	14
2.3 ธรณีโครงสร้าง (structural geology)	19
บทที่3: ธรณีวิทยารายละเอียด	21
3.1 การเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา	22
3.2 ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา	25
3.2.1 ธรณีวิทยารายละเอียด	25
3.2.2 การลำดับชั้นหิน	26
3.2.3 ธรณีโครงสร้าง	27

หัวข้อ	หน้า
บทที่4: การศึกษาซิลัวรรรณนา	47
4.1 Macroscopic description	48
4.2 Microscopic description	71
บทที่5: การเปลี่ยนสภาพ	101
5.1 การเปลี่ยนสภาพ	102
5.2 Vein paragenesis	145
5.3 Mineral paragenesis	170
บทที่6: อภิปรายผลการศึกษา	173
6.1 การศึกษาซิลัวรรรณนา	174
6.2 การหาอายุ	174
6.3 ธรณีวิทยา	176
6.4 ลักษณะของแหล่งแร่	178
บทที่7: สรุปผลการศึกษา	189
7.1 สรุปผลการศึกษา	190
7.2 ข้อเสนอแนะ	192
เอกสารอ้างอิง	193
ภาคผนวก	195

สารบัญรูปภาพ

รูป		หน้า
รูปที่ 1.1.1	แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวของแนวภูเขาไฟ เลย-เพชรบูรณ์-เกาะช้าง และเหมืองทองคำเขาพนมพา	3
รูปที่ 1.2.1	ภาพแผนที่ภูมิประเทศแสดงพื้นที่ศึกษา	4
รูปที่ 1.9.1	ภาพแสดงขั้นตอนการวิจัย (Methodology)	9
รูปที่ 2.1.1	แผนธรณีวิทยาแสดงการแผ่กระจายของแนวภูเขาไฟ เลย-เพชรบูรณ์ ในยุคเพอร์โมไทรแอสสิก	13
รูปที่ 2.2.1	แผนที่ธรณีวิทยาระวาง (NE 47-16)มาตราส่วน 1:250,000 (จงพันธ์ จงลักษมณี และ นเรศ สัตยารักษ์, 2527)	14
รูปที่ 2.3.1	รูปที่ 2.3.1 ภาพแผนที่ธรณีวิทยา และภาพตัดขวางของแหล่งแร่ทองคำชาติรี (Corbett, 2005 and Hill, 2004)	20
รูปที่ 3.1.1	แผนที่ภูมิประเทศแสดงเส้นทางการเดินสำรวจและจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาซึ่งกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณเขาพนมพา และเขาหนองแวม	23
รูป 3.2	แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณและภาพตัดขวางบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร (ดัดแปลงจาก แผนที่ภูมิประเทศ อำเภอวังทรายพูน ระวาง 5141 IV ลำดับชุด 7017	24
รูปที่ 3.2.1	หินโผล่แสดงรอยสัมผัสของชั้นหิน andesitic lapilli tuff ที่ถูกปิดทับด้วยหิน rhyolitic lapilli tuff	30
รูปที่ 3.2.2	หินโผล่แสดงหิน Micro diorite แทรกตัดเข้ามาใน หิน andesitic lapilli tuff	30
รูปที่ 3.2.3	หินโผล่ แสดงการแทรกตัดของหิน Trachitic Andesitic dyke เข้ามาในหิน micro diorite ในแนว 340/85	32
รูปที่ 3.2.4	หินโผล่ แสดงการแทรกตัดของหิน Micro diorite dyke เข้ามาในหิน andesitic lapilli tuff ในแนว 270/30 แล้วถูกหิน Trachitic Andesitic dyke แทรกตัดเข้ามาในหิน micro diorite ในแนว 340/85 อีกครั้ง	32
รูปที่ 3.2.5	หินโผล่ธรรมชาติ แสดงสายแร่ควอตซ์ซึ่งแทรกตัดเข้ามาในหินผุของหิน andesitic lapilli tuffซึ่งมีหญ้าปกคลุม โดยมีการวางตัวในแนว 230/70 NW	34
รูปที่ 3.2.6	หน้าผาหิน บริเวณบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A1ซึ่งเกิดจากการระเบิดตามแนวสายแร่ควอตซ์ไปในแนว ตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ	34

รูป		หน้า
รูปที่ 3.2.7	ส่วนของหน้าเหมืองโดยมองไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นหิน andesitic lapilli tuff และสายแร่ควอตซ์ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A4 ที่ได้จากการระเบิดตามแนวสายแร่ควอตซ์ไปในแนว ตะวันตกเฉียงใต้และ ตะวันออกเฉียงเหนือ	36
รูปที่ 3.2.8	บ่อขุดของชาวบ้านที่ได้จากเกิดเปิดหน้าดินเพื่อนำตะกอนไปร่อนทองเป็น ตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัว ซึ่งถูกปิดทับโดยศิลาแลง บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ที่ D3	36
รูปที่ 3.2.9	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข A11-1 ที่มีสีสดเป็นสีเขียวดำ สีฝุ่นเป็นสีดำ ซึ่งแสดงเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อ ดอก ประกอบด้วย หินrhyolite แร่ควอตซ์(Qtz) และหิน andesite เนื้อพื้น เป็นเนื้อละเอียด	38
รูปที่ 3.2.10	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน rhyolitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข D5-2 ที่มีสีสดเป็นน้ำตาลขาว สีฝุ่นเป็นน้ำตาลแดง ซึ่งแสดงเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อดอก ประกอบด้วย หินrhyolite แร่ควอตซ์(Qtz) และแร่เฟลสปาร์(Fs) เนื้อพื้นเป็นเนื้อละเอียด	38
รูปที่ 3.2.11	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน micro diorite จากตัวอย่างหมายเลข C4-B ที่มีสด เป็นสีดำ มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ ซึ่งแสดงเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อดอก ประกอบด้วยแร่แอมฟิโบล(Amp)ที่เป็นสีดำ แร่ควอตซ์(Qtz) ที่เป็นสีขาว เนื้อพื้นเป็นเนื้อละเอียด	40
รูป 3.2.12	แผ่นหินหน้าเรียบ(rock slab)ของหินควอตซ์ จากตัวอย่างหมายเลข A2-3 แสดง สายแร่Quartz มีสดเป็นสีขาว มีสีฝุ่นเป็นสีขาว ประกอบด้วยแร่ ควอตซ์ มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือ มี แร่ไฟไรต์, แร่คาลโคไลไฟไรต์, แร่คลอไรต์, แทรกอยู่ตามสายแร่ควอตซ์ สายแร่ที่พบส่วนใหญ่ มีลักษณะ colloform texture	40
รูปที่ 3.2.13	แผ่นหินหน้าเรียบของหินtrachitic andesite จากตัวอย่างหมายเลข A4-1 ซึ่งเป็นผนังหินทราซิดิกแอนดิไซต์ แสดงลักษณะของ lineation	42
รูปที่ 3.2.14	ด้านข้างบ่อขุดของชาวบ้าน เป็นตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัวบริเวณจุดเก็บ ตัวอย่างที่ D3 แสดงลักษณะของเกรนที่เป็น เศษหินซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น สองชนิด เศษหินandesitic lapilli tuf และเศษหินrhyolitic lapilli tuff ใน matrix ที่ประกอบด้วย clayเป็นส่วนใหญ่	42

รูป		หน้า
รูปที่ 3.2.16	rose diagram จากข้อมูล veins จำนวน 24 ข้อมูลจากทั้งบริเวณพื้นที่ศึกษา แสดง veins ส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในแนว NNE-SSW และ NW-SE	44
รูปที่ 3.2.17	rose diagram จากข้อมูล joint จำนวน 17 ข้อมูลจากทั้งบริเวณพื้นที่ศึกษา แสดง joint ส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในแนว NE-SW	46
รูปที่ 4.1.1.1	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Andesitic lapilli tuff ที่ ตัวอย่างหมายเลข C5-A	52
รูปที่ 4.1.1.2	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Weak Andesitic lapilli tuff ที่ ตัวอย่างหมายเลข B6-2	52
รูปที่ 4.1.1.3.1	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน moderate altered andesitic tuff) ตัวอย่าง หมายเลข C2-B	54
รูปที่ 4.1.1.3.2	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน moderate altered andesitic lapilli tuff ตัวอย่าง หมายเลข B5-1	54
รูปที่ 4.1.1.4	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน selective altered andesitic lapilli tuff ตัวอย่าง หมายเลข B13-1	56
รูปที่ 4.1.1.5	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน strong altered andesitic lapilli tuff) ตัวอย่าง หมายเลข A5-2	56
รูปที่ 4.1.1.6	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน intense altered andesitic lapilli tuff ตัวอย่าง หมายเลข C4-5	58
รูปที่ 4.1.2.1	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Coarse grain rhyolitic lapilli tuff ตัวอย่าง หมายเลข D5-1	60
รูปที่ 4.1.2.2	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Medium grain rhyolitic lapilli tuff ตัวอย่าง หมายเลข D2-5	60
รูปที่ 4.1.2.3	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน fine grain rhyolitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข D5-3	62
รูปที่ 4.1.2.4	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน fine grain rhyolitic lapilli tuff D2 ซึ่งแสดงเนื้อ หินแบบ colloform band	62
รูปที่ 4.1.2.5	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน medium altered andesitic lapilli tuff ตัวอย่าง หมายเลข A8-1 มีสภาพผุมาก	64
รูปที่ 4.1.3.1	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน very fine grain micro diorite ตัวอย่างหมายเลข B15-1	66
รูปที่ 4.1.3.3	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Medium grain micro diorite ตัวอย่าง C4-8	68

รูปที่ 4.1.3.4	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Coarse grain micro diorite ตัวอย่างหมายเลข C4-A	68
รูปที่ 4.1.3.1	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Trachitic andesite ตัวอย่างหมายเลข 25-3-6	70
รูปที่ 4.1.3.2	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Trachitic andesite และสายแร่ควอตซ์ ตัวอย่างหมายเลข C6-3 แสดงการอมเศษหินแร่ควอตซ์ ในหิน Trachitic andesite โดยบริเวณขอบของแร่ควอตซ์มีรอยไหม้ (reaction rim) เกิดจากการทำปฏิกิริยาของหิน Trachitic andesite กับสายแร่ควอตซ์	70
รูปที่ 4.2.1.1(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข A11-1 สายแร่โคลไรต์ตัดผ่านเข้ามาในหินชนิดนี้ด้วย (ทางด้านซ้ายมือของรูป)	76
รูปที่ 4.2.1.2(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข B10-1 แสดงลักษณะ เนื้อหินแบบ phophyritic เนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหิน ประกอบด้วยแร่ โฟแทสซียมเฟลด์สปาร์ และ แร่แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็นไมโครไลต์ ของแร่ แอคทิโนไลต์ และเนื้อแก้ว	78
รูปที่ 4.2.1.3(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข B10-1 แสดงลักษณะของแร่ฮอนเบลนด์ที่มีเนื้อหินแบบ embayment	80
รูปที่ 4.2.1.4(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข B10-1 แสดงการแทนที่ของแร่โคลไรต์ และแอคทิโนไลต์ ในแร่ฮอนเบลนด์ ซึ่ง ยังคงเหลือรูปผลึกฮอนเบลนด์ให้เห็นอยู่ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพ	82
รูปที่ 4.2.1.5(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข C3-H มีเนื้อหินแสดงการไหล (flow texture) ของแร่โคลไรต์และแร่แอลไบท์ ในเนื้อพื้น	84
รูปที่ 4.2.2.1(ก,ข)	ภาพภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน rhyolitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข A8-1 แสดงลักษณะเนื้อหินแบบ corona ในแร่แพลกจิโอเคลสและโฟแทสซียมเฟลสปาร์ ซึ่งถูกกัดทำให้เห็น reaction rim	86
รูปที่ 4.2.3.1(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน micro diorite จากตัวอย่างหมายเลข 25-3-2	90
รูปที่ 4.2.3.3(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน micro diorite จากตัวอย่างหมายเลข C6-8 ซึ่งแสดงแร่ฮอนเบลนด์ ที่แสดงลักษณะ cleavage ทำมุม 120 องศา	94

รูป		หน้า
รูปที่ 4.2.3.4(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน micro diorite จากตัวอย่างหมายเลข C6-8 แสดงลักษณะเนื้อหินแบบintergranular โดยมีผลึกแร่เพลกจิโอเคลสล้อมผลึกแร่ฮอนเบลนด์	96
รูปที่ 4.2.4.1(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน trachitic andesite จากตัวอย่างหมายเลข A4-1 แสดงแร่เพลกจิโอเคลสที่มีลักษณะ Carlsbad twin และแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่แสดงลักษณะ sieve texture	98
รูปที่ 4.2.4.2(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน trachitic andesite จากตัวอย่างหมายเลข C6-3 แสดงเนื้อหินแบบ trachitic ซึ่งเป็นการเรียงตัวของแร่เนื้อออกประกอบด้วย แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ และแร่เพลกจิโอเคลส	100
รูปที่ 5.1	แผนที่ภูมิประเทศแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร (ดัดแปลงจาก แผนที่ภูมิประเทศอำเภอวังทรายพูน ระวัง 5141 IV ลำดับชุด 7017)	104
รูปที่ 5.1.1.1	หินลอยขนาดใหญ่ของ สายแร่วอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพีดอดด-กาเนต บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ แคลซิลิกेट	106
รูปที่ 5.1.1.2	แผ่นหินหน้าเรียบของ สายแร่วอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพีดอดด-กาเนต หมายเลขตัวอย่าง C6-6 แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ แคลซิลิกेट	106
รูปที่ 5.1.1.3 (ก,ข)	จากกล้องจุลทรรศน์ของ สายแร่วอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพีดอดด-กาเนต แสดงการอยู่ร่วมกันของแร่ต่างๆ แร่ควอตซ์ แร่แคลไซต์ แร่วอลลาสไทน์ และ แร่กาเนต	108
รูปที่ 5.1.1.4(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของ สายแร่วอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพีดอดด-กาเนต จากแผ่นหินบางหมายเลข T0-10 จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงการอยู่ร่วมกันของแร่ต่างๆ แร่วอลลาสไทน์ และ แร่อีพีดอดด	110
รูปที่ 5.1.1.5 (ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของ สายแร่วอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพีดอดด-กาเนต จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 แสดงการอยู่ร่วมกันของแร่ต่างๆ แร่ควอตซ์ แร่แคลไซต์ แร่วอลลาสไทน์ แร่แอกทิโนไลต์ และ แร่กาเนต	112
รูปที่ 5.1.1.6(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ของ สายแร่วอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพีดอดด-กาเนต จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 แสดงเนื้อหินแบบintergrowth แสดงการอยู่ร่วมกันของแร่ต่างๆ แร่โครอกซีน แร่วอลลาสไทน์	114

รูป		หน้า
รูปที่ 5.1.2.1	ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3(รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีสีสดเป็นสีเขียวดำ มีสีฝุ่นเป็นสีดำเทา แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์-คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อีพีดอต-แอลไบต์-ไฟไรต์ ซึ่งแสดงแร่ไฟไรต์ชัดเจน	116
รูปที่ 5.1.2.2	ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์-คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อีพีดอต-แอลไบต์-ไฟไรต์ ซึ่งแสดงแร่คาลโคไฟไรต์ชัดเจน	116
รูปที่ 5.1.2.3	หินลอยของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ ควอตซ์-คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อีพีดอต-แอลไบต์-ไฟไรต์	118
รูปที่ 5.1.2.4	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข B2-1 แสดงสายแร่ แร่ควอตซ์ตัดเข้ามาในหิน andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดโซนการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์-คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อีพีดอต-แอลไบต์-ไฟไรต์	118
รูปที่ 5.1.2.4.1 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข B2-1 แสดงเนื้อหินแบบ Colloform พบการไล่โซนการแปรสภาพจากขอบของสายแร่เข้าไปในกลางสายแร่ ดังนี้ อีพีดอต แร่ควอตซ์ แร่คาลซิโดนี	120
รูปที่ 5.1.2.4.2 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข B2-1 พบการไล่โซนการเปลี่ยนแปลงสภาพจากขอบของสายแร่เข้าไปในกลางสายแร่ ดังนี้ แอลไบต์+คลอไรต์, แร่อีพีดอต, แร่แอคทีโนไลต์ และแร่ควอตซ์ แร่คาลซิโดนี	122
รูปที่ 5.1.2.4.3 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต ตัวอย่างหมายเลข B2-1 เป็นบริเวณ โซนแอลไบต์ +คลอไรต์	124
รูปที่ 5.1.2.4.4 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต ตัวอย่างหมายเลข B2-1 เป็นบริเวณ โซนแอลไบต์ +คลอไรต์ และแสดงลักษณะเฉพาะของแร่คลอไรต์คือ Bow-tie shape	126
รูปที่ 5.1.2.5	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C6-A แสดงสายแร่ แร่ควอตซ์ตัดเข้ามาในหิน เหย้าทำให้เกิดโซนการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์-คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อีพีดอต-แอลไบต์-ไฟไรต์	128

รูป		หน้า
รูปที่ 5.1.2.5.1	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C6-A แสดงเนื้อหินแบบ Colloform	128
รูปที่ 5.1.2.5.2 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C6-Aแสดงการอยู่รวมกันของ แร่ควอตซ์ แร่อีพิโดดด์ แร่แคลไซต์	130
รูปที่ 5.1.2.5.3 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C6-A แสดงการอยู่รวมกันของ แร่ควอตซ์ แร่อีพิโดดด์ แร่แคลไซต์	132
รูปที่ 5.1.2.5.4 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C6-A สามารถแสดงได้ในแบบจำลองใน และยังแสดงการแทนที่ของแร่แอคทิโนไลต์ในแร่ฮอนเบลนด์	134
รูปที่ 5.1.2.5.5 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C6-A ยังแสดงการแทนที่ของแร่คลอไรต์ในแร่ฮอนเบลนด์และแร่เพลลิจิโอเคลสอีกด้วย	136
รูปที่ 5.1.2.5.6 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C6-A แสดงการแทนที่ของแร่คลอไรต์ในแร่ฮอนเบลนด์อีกด้วย โดยแร่คลอไรต์มีสองลักษณะคือ Fe rich chlorite ซึ่งมีสีฟ้า และ Mg rich Chlorote มีสีขาว	138
รูปที่ 5.1.2.6	แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ ควอตซ์-คลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อีพิโดดด์-แอลไบต์-ไพไรต์	140
รูปที่ 5.1.3	หินโผล่บริเวณทางเดินลงเขาพนมพาของหิน Rhyolitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A8(รูปที่3.1.1 หน้า 22) ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบซิลิซิไฟด์	142
รูปที่ 5.1.3.1 (ก,-ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหินrhyolitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข A8-1 ทั้งยังแสดงลักษณะเนื้อหินแบบ Skeletal ในแร่เพลลิจิโอเคลส	144
รูป 5.2.1 (ก)	แผ่นหินขัดมันของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงการตัดกันของสายแร่ในหิน andesitic lapilli tuff โดยสามารถแสดงในแบบจำลองในรูป 5.2.1 (ข)	147
รูป 5.2.1 (ข)	แบบจำลองการตัดกันของสายแร่จากรูป 5.2.1 (ก) มีการลำดับความสัมพันธ์ โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของการตัดกัน	147

รูป		หน้า
รูป 5.2.2(ก)	แผ่นหินขัดมันของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงการตัดกันของสายแร่ในหิน andesitic lapilli tuff	149
รูป 5.2.2(ข)	แบบจำลองแผ่นหินขัดมันของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่าง หมายเลข C3-H แสดงการตัดกันของสายแร่ในหิน andesitic lapilli tuff	149
รูป 5.2.3 (ข)	แบบจำลองการตัดกันของสายแร่จากรูป 5.2.3 (ก) โดยมีความสัมพันธ์ Qtz+Opg+Px vein ซึ่งตัดผ่าน Chl vein	151
รูป 5.2.4 (ข)	แบบจำลองการตัดกันของสายแร่จากรูป 5.2.4 (ก) โดยมีความสัมพันธ์ ดังนี้ Qtz+Cal+Ep vein ซึ่งตัดผ่าน Qtz+Opg+Px vein ซึ่งได้มีการศึกษาศิลา วรรณนาในรูป	153
รูปที่ 5.2.1.1.1 (ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็น สายแร่ควอตซ์(Qtz)+คลอไรต์(Chr)+ไพรอกซีน(Px)+อีพีดอต(Ep)+แร่โอเปก (Opg)	155
รูปที่ 5.2.1.1.2 (ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นสายแร่ควอตซ์(Qtz)+คลอไรต์(Chr)+ไพรอกซีน(Px)+อีพีดอต (Ep)+แร่โอเปก(Opg)	157
รูปที่ 5.2.1.2(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นแร่ควอตซ์ (Qtz)+ไพรอกซีน(Px) ตัดผ่านแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์	159
รูปที่ 5.2.1.3(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็น สายแร่คลอไรต์(Chl)ที่ตัดผ่านสายแร่ควอตซ์(Qtz)+ไพรอกซีน(Px)	161
รูปที่ 5.2.1.4(ก,ข)	จากแผ่นหินบางหมายเลข C3-H (2) ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็นแร่ควอตซ์ (Qtz)+ไพรอกซีน(Px)+แร่โอเปก(Opg)	163
รูปที่ 5.2.1.5.1 (ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็น สายแร่อีพีดอต(Ep)+ควอตซ์(Qtz)+แคลไซต์(Cal)	165

รูป		หน้า
รูปที่ 5.2.1.5.2 (ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็นสายแร่อีพีดอต(Ep)+ควอตซ์(Qtz)+แคลไซต์(Cal)ตัดผ่านสายแร่ควอตซ์(Qtz)+ไพรอกซีน(Px)	167
รูปที่ 5.2.1.6(ก,ข)	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ตัวอย่างหมายเลข C3-H แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็นสายแร่ควอตซ์(Qtz)+แอคทิโนไลต์(Act)+ แคลไซต์(Cal)+อโทไพรอกซีน(Px)+อีพีดอต(Ep)	169
รูปที่ 6.3.1	การเปรียบเทียบแผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร	181
รูปที่ 6.3.2	แสดงการเปรียบเทียบแผนที่ธรณีเคมี กับแผนที่การเปลี่ยนแปลงสภาพ (ดัดแปลง จาก แผนที่ภูมิประเทศ อำเภอวังทรายพูน ะวาง 5141 IV ลำดับชุด 7017)	182
รูปที่ 6.4.1.1(ก,ข)	หินลอยของหิน Andesitic lapilli tuff จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็นสายแร่ แร่ควอตซ์คาร์บอนเนต(คลอไรต์+ แอคทิโนไลต์+อีพีดอต) ที่มีแร่ทองคำฝังประอยู่ในสายแร่ โดยดูได้จากภาพขยายในรูป รูปที่ 6.4.1.1 (ข)	184
รูปที่ 6.4.2.1	ตัวอย่างหินสายแร่ควอตซ์ ของชาวบ้านซึ่งเก็บ จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2 (รูปที่3.1.1 หน้า 22)แสดงสายแร่ แร่ควอตซ์ คาร์บอนเนต(คลอไรต์+ แอคทิโนไลต์+อีพีดอต) ที่มีแร่ทองคำฝังประอยู่ในสายแร่	186
รูปที่ 6.4.2.2	ตัวอย่างแร่ทองคำ ของชาวบ้านซึ่งเก็บได้จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D3 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) โดยการร่อนทองคำ แสดงลักษณะทองคำที่เป็นก้อนมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า	186
รูปที่ 6.4.2.3	แผ่นหินหน้าเรียบ ของหิน andesitic lapilli tuff หมายเลขตัวอย่าง C6-A ซึ่ง ถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์ คาร์บอนเนต(คลอไรต์+ แอคทิโนไลต์+อีพีดอต) โดยแสดงการสะสมตัวของแร่ทองคำในสายแร่ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า	188

รูป		หน้า
รูปที่ 6.4.2.4	แผ่นหินหน้าเรียบ ของหินสายแร่ควอตซ์ จากบริเวณเหมืองทองคำชาติรี ซึ่งพบว่าเป็นด้วยสายแร่ควอตซ์ คาร์บอนเนต-แร่ซัลไฟด์ โดยแสดงการสะสมตัวของแร่ทองในสายแร่ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า	188
รูปที่ 8.1	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข A3-1 แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไพริติก แสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD	197
รูปที่ 8.2	แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข B4-1 แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff แสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD	197
รูปที่ 8.3	แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-คลอไรต์-อพิโดด (แร่ดำ) จากตัวอย่างหมายเลข A2-3 และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD	199
รูปที่ 8.4	แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-คลอไรต์- (แร่ดำ) จากตัวอย่างหมายเลข A2-4 ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไพริติก แสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD	199
รูปที่ 8.5	แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-ซัลไฟด์ จากตัวอย่างหมายเลข A2-2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD	201
รูปที่ 8.6	แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสโทไนต์-กาเนต จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบแคลซิลิกเกต และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD	201
รูปที่ 8.1.1	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1	202
รูปที่ 8.1.2	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1	203
รูปที่ 8.1.3	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1	204
รูปที่ 8.1.4	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1	205

รูป		หน้า
รูปที่ 8.2.1	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้ สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1	206
รูปที่ 8.2.2	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้ สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1	207
รูปที่ 8.2.3	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้ สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1	208
รูปที่ 8.2.4	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้ สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1	209
รูปที่ 8.3.1	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้ สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1	210
รูปที่ 8.4.1	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างสายแร่ควอตซ์ บริเวณในสายแร่ ควอตซ์ จากตัวอย่าง A2-4 จากตัวอย่าง A4	211
รูปที่ 8.5.1	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างสายแร่ควอตซ์ บริเวณในสายแร่ ควอตซ์ จากตัวอย่าง A2-2	212
รูปที่ 8.6.1	แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทท์ ไนต์-กาเนต บริเวณในสายแร่ควอตซ์ (รูป 8.6) จากตัวอย่าง C6-6	213

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1.10.1	ตารางแสดง แผนดำเนินงาน (work plan)	10
ตารางที่ 4.1	Mineral symbols for rock-forming mineral (Kretz, 1983	74
ตารางที่ 5.3.1	paragenetic sequence ของแร่ การเปลี่ยนแปลงสภาพและ สลายแร่	172

บทที่ 1: บทนำ

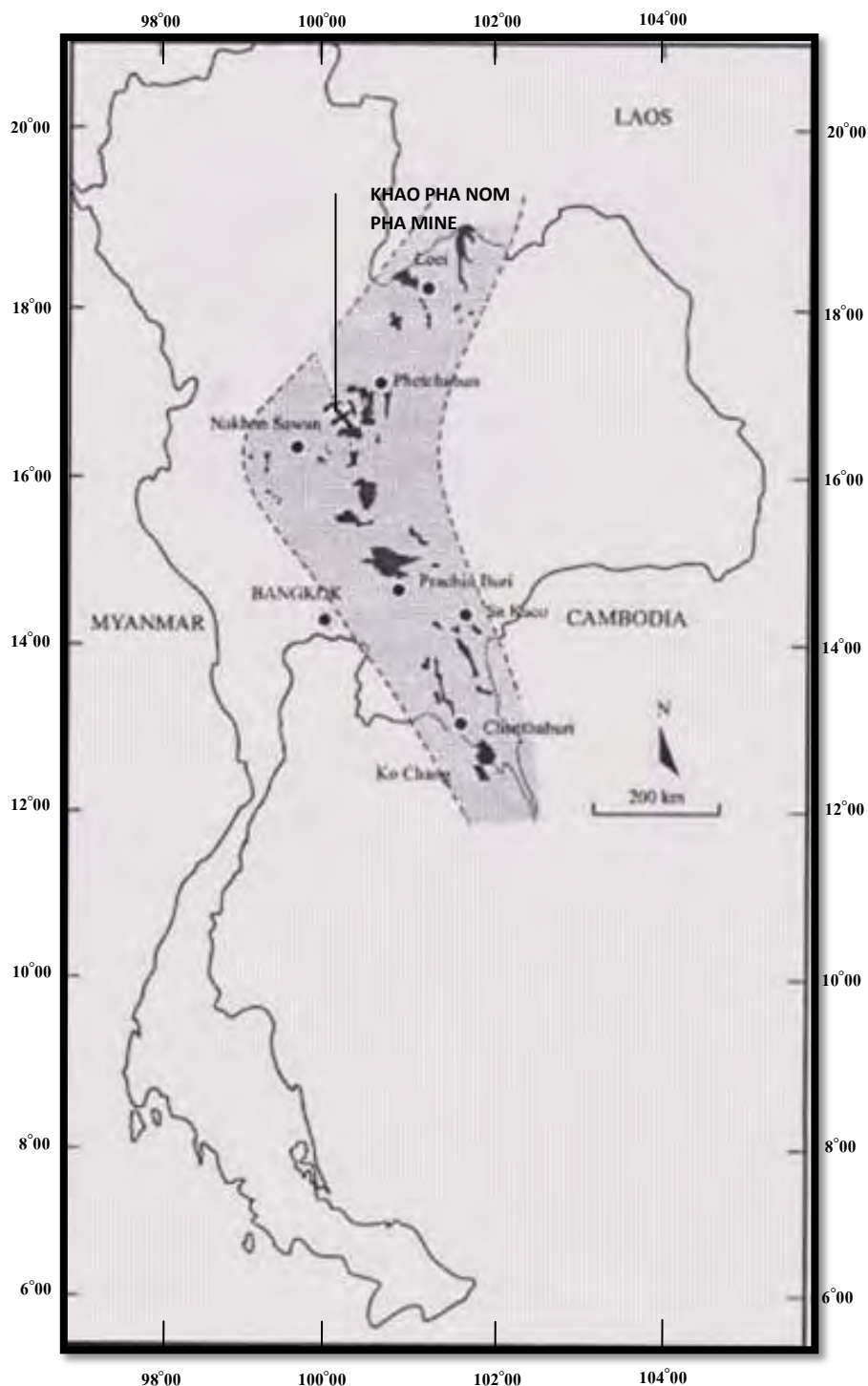
- 1.1 บทนำ
- 1.2 การเข้าถึงพื้นที่ศึกษา
- 1.3 ลักษณะภูมิประเทศ
- 1.4 ลักษณะภูมิอากาศ
- 1.5 เอกสารและงานวิจัย ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง
- 1.6 วัตถุประสงค์
- 1.7 ขอบเขตงานวิจัย
- 1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ
- 1.9 ขั้นตอนการวิจัย
- 1.10 แผนดำเนินงาน

1.1 บทนำ

ทองคำเป็นโลหะมีค่าที่รู้จักกันดีตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน โดยความสำคัญของทองคำนั้น ใช้เป็นตัวแทนของสภาวะการเงินของแต่ละประเทศ สำหรับในประเทศไทยนั้นมีการทำเหมืองทองคำมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย ปัจจุบันประเทศไทยมีแหล่งแร่ทองคำทั้งระดับต้นและระดับลึก ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือเหมืองทองเขาพนมพาก็เป็นหนึ่งในเหมืองทองที่เป็นที่รู้จักกันดีเนื่องจาก เมื่อประมาณปีพ.ศ.2541 ได้มีข่าวการตื่นทองที่บริเวณ เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร โดยมีชาวบ้านทั้งบุคคลในพื้นที่ และนอกพื้นที่ต่างแย่งกันเข้าไปบุกกรุก เพื่อขุดทองในพื้นที่นี้และทำเหมืองขุดที่ไม่มีมาตรฐาน ประกอบกับเรื่องการแย่งชิงผลประโยชน์ในพื้นที่ เป็นเหตุให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากในเหตุการณ์ตื่นทองครั้งนั้น ซึ่งต่อมาทางกรมทรัพยากรธรณีวิทยาจึงเข้าไปทำการศึกษาและประเมินศักยภาพในพื้นที่นี้ พบว่าเป็นการเกิดทองแบบลานแร่ (Placer deposit) ที่เกิดจากสายแร่ควอตซ์ (quartz) ที่ตัดเข้ามาในหินไมโครไดออไรต์ (Microdiorite) แล้วเกิดการผุพังเป็นลานแร่อยู่บริเวณเชิงเขาพนมพาด้านตะวันออกซึ่งมีปริมาณสำรองประมาณ 360 กิโลกรัม (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) ซึ่งปัจจุบันทางองค์การบริหารส่วนจังหวัดพิจิตรได้รับสัมปทานทำเหมืองขุดเพื่อการท่องเที่ยวเปิดให้ประชาชนเข้ามาผ่อนแร่ได้ในจำนวนจำกัด เพื่อแก้ไขปัญหารกรบุกกรุกแย่งชิงขุดทองในพื้นที่

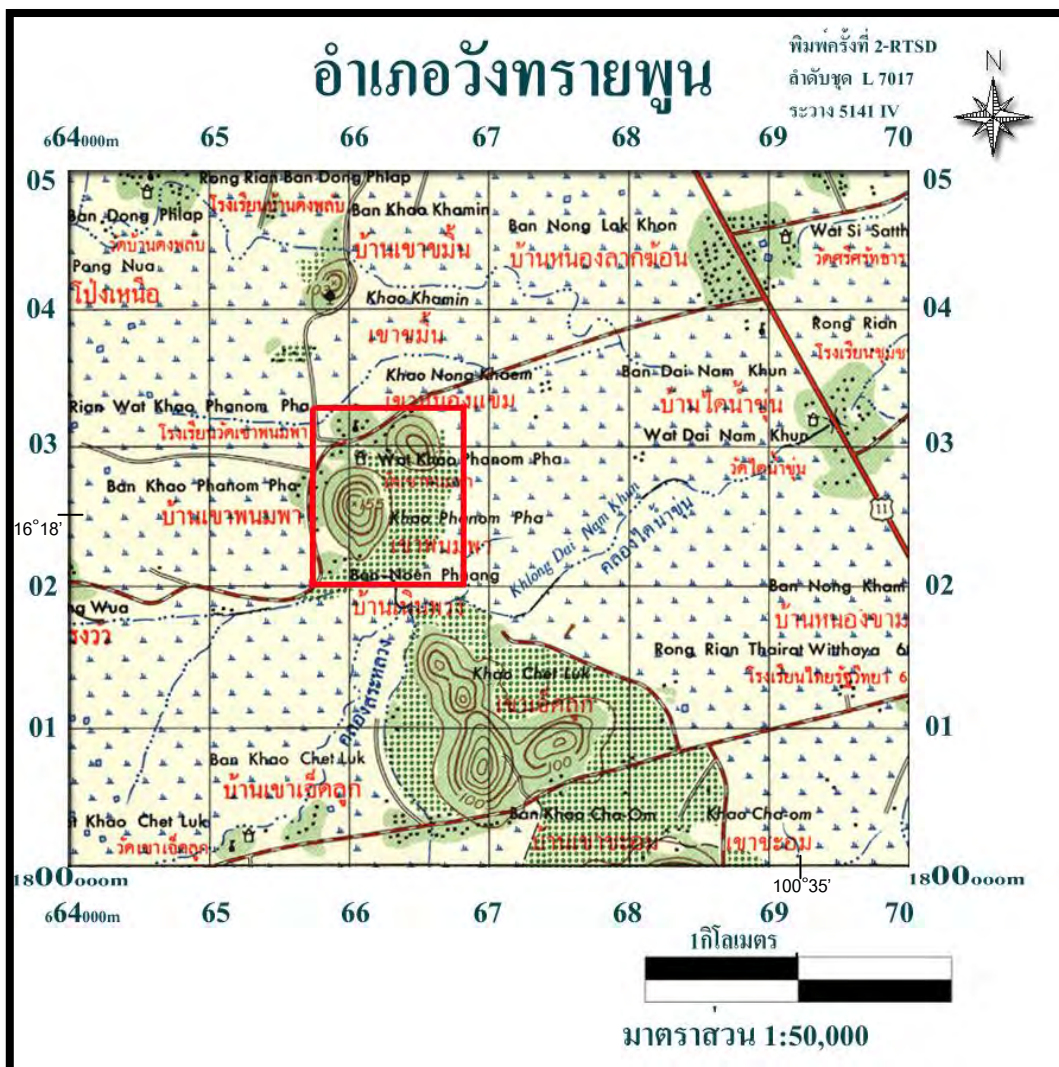
เขาพนมพานั้นตั้งอยู่ในบริเวณแนวภูเขาไฟที่เรียกว่า Loi-Pethchabun-KoChang volcanic belt ของ Jungyusuk และ Khositantont, 1992 (รูปที่ 1.1.1) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการตกสะสมตัวของแร่ต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะ ทองคำ ทองแดง แมงกานีส เหล็ก แปะไรต์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีลักษณะการเกิดทองในหลายลักษณะ ในแต่ละพื้นที่ โดยมีทั้งการเกิดทองแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ (Jungyusuk and Khositantont, 1992)

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เราทราบถึงธรณีวิทยาของพื้นที่บริเวณเขาพนมพานี้ ที่ในอดีตเคยเป็นแหล่งศักยภาพของทองคำ นอกเหนือจากแหล่งแร่ที่มีลักษณะแบบลานแร่ และเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งว่า ลักษณะทางธรณีวิทยาแบบละเอียดของพื้นที่ ที่มีทองในบริเวณนี้มีลักษณะอย่างไร มีประวัติทางธรณีอย่างไร และมีความสัมพันธ์อย่างไรกับการเกิดทองในพื้นที่ใกล้เคียง จึงเป็นที่มาของการศึกษาธรณีวิทยาแบบละเอียดบริเวณพื้นที่ เขาพนมพา อำเภอ วังทรายพูน จังหวัด พิจิตร โดยข้อมูลที่ได้นั้น จะสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์กับประเทศชาติต่อไปในอนาคต ในเรื่องของการสำรวจหาแหล่งแร่ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่คล้ายกัน



รูปที่ 1.1.1 แผนที่ประเทศไทยแสดงการกระจายตัวของแนวภูเขาไฟ เลย์-เพชรบูรณ์-เกาะช้าง และ
 เหมือนทองคำเขาพนมพาซึ่งอยู่บริเวณส่วนกลางของแนวภูเขาไฟ (ดัดแปลงจาก Jungyusuk และ
 Khosithanont, 1992)

1.2 การเข้าถึงพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1.2.1 ภาพแผนที่ภูมิประเทศแสดงพื้นที่ศึกษา

จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ระวาง 5141IV ลำดับชุด L7017 อำเภอวังทรายพูน พบว่าพื้นที่ศึกษาเขาพนมพา ตั้งอยู่ในอำเภอวังทรายพูนจังหวัดพิจิตร มีขนาดประมาณ 1.5 ตารางกิโลเมตร โดยเขาพนมพาเป็นเขาลูกโดดวางตัวอยู่ในแนวเหนือใต้ อยู่ทางทิศใต้ของบ้านเขาขม้น และอยู่ทางทิศเหนือของเขาเจ็ดลูก และมีเขาหนองเขมอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือ

จากรูปที่ 1.2.1 แสดงพื้นที่สำรวจซึ่งสามารถเดินทางเข้าได้สะดวกตลอดทุกฤดูกาล จากกรุงเทพมหานคร โดยใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 32 ผ่านจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี ไปจนถึงอำเภออินทร์บุรี จากนั้นแยกขวามือไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 ผ่านอำเภอตากฟ้าและอำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอดงเจริญ อำเภอทบคล้อ จังหวัดพิจิตร ไปจนถึงโรงเรียนบ้าน

หนองลากค้อน อำเภอวังทรายพูน จังหวัด พิจิตร (ระหว่างกิโลเมตรที่60/800) แล้วแยกซ้ายมือไปตาม ถนนคอนกรีต เป็นระยะทาง 3 กิโลเมตร ถึงโรงเรียนบ้านเขาพนมพา จากนั้นแยกไปทางซ้ายมืออีก ประมาณ 500 เมตร จะถึงเขาพนมพา

1.3 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศึกษาเป็นภูเขาที่ไม่สูงมากนักและโดยรอบเป็นที่ราบ โดยบริเวณเชิงเขามีความสูงจากระดับน้ำทะเล 50 เมตร ส่วนยอดเขาสูงประมาณ 155 เมตร แนวของภูเขาวางตัวในแนวทิศเหนือ -ใต้ บริเวณรอบเขาพนมพาค่อนข้างเป็นที่ราบทางด้านตะวันออกของเขาพนมพามีการระเบิด เปิดหน้าเหมืองทิ้งไว้ หลายจุด และบริเวณพื้นที่ราบเชิงเขาด้านตะวันออก มีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อซึ่งเกิดจากกาชุดของชาวบ้านในพื้นที่ มีเขาหนองแขมสูงประมาณ 100 เมตร และเขาเจ็ดลูกอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทางทิศใต้ตามลำดับ ส่วนสภาพป่าไม้เป็นไม้เบญจพรรณ มีต้นไม้ขนาดเล็กปกคลุมอยู่ทั่วไป มีไม้ไผ่และหมามุ่ยจำนวนมาก

1.4 ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่ศึกษา มีภูมิอากาศแบบเขตร้อน อยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝนจะมีฝนตกชุก เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม ฤดูหนาวอากาศจะไม่หนาวจนเกินไป เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ฤดูร้อนอากาศจะร้อนอบอ้าว เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง เดือนเมษายน สภาพอากาศในพื้นที่นี้เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ตลอดทั้งปีหากมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอ

1.5 เอกสารและงานวิจัย ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการศึกษาหากมองในภาพกว้าง เขาพนมพาเป็นส่วนหนึ่งของ โครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เรียกว่า ในแนวภูเขาไฟเลย-เพชรบูรณ์-เกาะช้าง ซึ่งเป็นแนวเขตมุดตัวของเปลือกโลกที่เกิดจากแผ่นเปลือกโลกส่วนมหาสมุทรมุดตัวลงไปใต้แผ่นเปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่ง(Crossing, 2004) ทำให้เกิดกระบวนการหลอมละลายบางส่วนของแผ่นเปลือกโลกที่มุดตัวลงไปทำให้เกิดเป็นหินหนืด (ปัญญา จารุศิริ และ คณะ, 2546)

จากการศึกษาของ Jungyusuk and Khositant,1992 :

เขาพนมพาดั้งอยู่ในบริเวณ Loei-Petchabun-Ko chang volcanic belt ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการตกสะสมตัวของแร่ต่างๆมากมาย โดยเฉพาะ พวกทองคำ ทองแดง แมงกานีส เหล็ก แบไรต์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีการเกิดทองคำในหลายลักษณะ ในแต่ละพื้นที่ โดยมีทั้งการเกิดทองแบบปฐมภูมิ(primary deposit) และแบบทุติยภูมิ(secondary deposit)

จากการศึกษาของ จงพันธ์ จงลักษณะณี และนเรศ สัตยารักษ์,2527 :

บริเวณรอบเขาพนมพาดั้งเป็นที่ราบ ส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวอายุน้อยกว่า 1 ล้านปี ซึ่งอยู่ในยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) ประกอบด้วยตะกอนเหลือค้าง(residual deposit)ตะกอนที่สะสมตัวตามที่ราบเชิงเขา (slope wash deposit) และตะกอนที่สะสมตัวบริเวณที่ราบลุ่มน้ำประสานสาย (braided plain deposit) ส่วนภูเขาลูกโดดซึ่งมีเขาพนมพาดั้ง เขาขม้น เขาขันนาค เขาเจ็ดลูก เขาชะอมมและเขาตะพานนาค พบหินภูเขาไฟ (volcanic rock)ชนิดไรโอไรต์(rhyolite)แอนดีไซต์(andesite)และหินภูเขาไฟ(tuff)หินอัคนีแทรกซอน(intrusive rock)ชนิดไดออไรต์(diorite) ซึ่งมีอายุประมาณ200-300 ล้านปี ในยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสสิก(permo-triassic)

ลักษณะทางธรณีวิทยาแบบละเอียดบริเวณเขาพนมพาดั้ง อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร พบว่าลักษณะทางธรณีวิทยาเขาพนมพาดั้งเป็นหินไมโครไดออไรต์แล้วมีสายแร่Quartzตัดเข้ามาในหินดั้งเดิมโดยมีสายแร่ทองปะปนมาด้วย ต่อมาเกิดการผุกร่อนทำให้เหลือแร่ทองคำตกเป็นลานแร่อยู่บริเวณเชิงเขาดั้งที่พบในปัจจุบัน

จากการศึกษาของ Lawrence D.Meinert,2004 :

Skarn deposit เกิดขึ้นมาบนโลก สามารถแบ่งใหญ่ได้เป็น 7 แบบ(Fe,W,Au,Cu,Zn,Mo,Sn) โดยสามารถบรรยายลักษณะเด่นทางธรณี และธรณีเคมี ที่สำคัญของแต่ละประเภทได้ โดยใช้ศึกษาซึ่งอาศัยตัวแปรของ Geophysical และ Geochemistry ของ Skarn deposit มาอธิบาย โดยมุ่งประเด็นไปทางด้าน Petrology(ศิลารรณนา) และ Tectonic(ธรณีแปรสัณฐาน) ซึ่งจะบ่งบอกถึง Skarn formation อย่างไรก็ตาม Skarn deposit model นั้นจะเป็นประโยชน์เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการ mapping ต่อไป

จากการศึกษาของ ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2546 :

แหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ แบบสภาพกรดต่ำมักเกิดร่วมอยู่กับสายแร่ควอตซ์จำพวกประจุช่อง สำหรับสินแร่ในแหล่งแร่แบบสภาพกรดต่ำ ที่พบได้แก่แร่สฟาเลอไรต์และอาร์ซีโนไฟไรต์ และยังมีพบแร่ไรต์ได้แก่ แร่อะดูลาเรียและแคลไซต์

จากการศึกษาของ James & Cumming, 2007

แหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ แบบสภาพกรดต่ำ ซึ่งมีหินเย้าเป็นหินภูเขาไฟ และหินตะกอนภูเขาไฟ โดยลักษณะของการเข้ามาของน้ำยาแร่ร้อนหลายครั้ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ แบบ Sericite-illite-quartz-pyrite and illite-smectite alteration, later chlorite-(epidote-calcite-pyrite) และ adularia-quartz-sericite-pyrite โดยแร่ทองคำและเงิน เกิดใน แร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต (คลอไรต์-อะดูลาเรีย) ในลักษณะ การแทนที่ของแร่, สายแร่ และการเชื่อมหินกรวดเหลี่ยม ซึ่งสินแร่มีค่านั้นจะอยู่ในสายแร่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการตัดกันของโครงสร้างรอยแตกในหินเย้าและขนาดทองคำแหล่งทองคำชาตรีนั้นไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1.6 วัตถุประสงค์

ศึกษารธรณีวิทยาโดยละเอียดของพื้นที่ศึกษา เขาพนมพา จังหวัดพิจิตรและเพื่อทราบสัณฐานวิทยาของพื้นที่ศึกษา

1.7 ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยนี้เน้นศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาโดยละเอียดโดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาภาคสนามและข้อมูลโทรมัธสัณฐาน เพื่อทำแผนที่ธรณีวิทยา (geologic map) และภาพตัดขวาง (cross-section) โดยอาศัยข้อมูลบางส่วนจากธรณีฟิสิกส์ และศึกษาสัณฐานวิทยาและสัณฐานเคมีเพื่อบ่งบอกชนิดหินและการเปลี่ยนแปลงสภาพ (alteration) ของหิน ในบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร รวมทั้งอธิบายประวัติทางธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับ การเกิดของบริเวณใกล้เคียง และเป็นข้อมูลเพื่อการศึกษาต่อไปในอนาคต

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบประวัติทางธรณีวิทยาบริเวณเขาพนมพา ทั้งยังสามารถเชื่อมโยงกับลักษณะการเกิดแหล่งแร่ทองในบริเวณนี้ได้

1.9 ขั้นตอนการวิจัย

1.9.1 ขั้นตอนงานวิจัย

1.9.1.1. กำหนดรายละเอียดพื้นที่ ขอบเขต วัตถุประสงค์ แนวคิด และเหตุผลในการศึกษา

1.9.1.2. ค้นหาและศึกษาข้อมูลและแหล่งอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.9.1.3. สัมภาษณ์ภาคสนาม และเก็บตัวอย่าง

1.9.1.4. ศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

1.9.1.5. ประมวลผล วิเคราะห์ และสรุปผล

1.9.1.6. สรุปและเตรียมเสนองานวิจัย

1.9.2 ระเบียบงานวิจัย

1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลศึกษาเบื้องต้น

1.1 ศึกษารายงานและการวิจัยที่เคยมีผู้ศึกษามาแล้ว

1.2 รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากรายงานเก่าแล้วนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่จะทำการศึกษา

1.3 แปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อวางแผนในการออกภาคสนาม

2) ศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาในบริเวณพื้นที่ศึกษา

2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพรวมทั้งโครงสร้างทางธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างชั้นหินและสามารถระบุว่าจะอยู่ในกลุ่มหินไหน

2.2 เก็บตัวอย่างมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ

2.3 นำข้อมูลที่ได้มาทำแผนที่ธรณีวิทยาแบบละเอียด

3) ศึกษาในห้องปฏิบัติ

3.1 ศึกษาซิลิการรณนา

3.1.1 นำตัวอย่างที่เก็บมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ ด้วยการทำแผ่นหินบาง และศึกษาด้วย Polarizing microscope

3.1.2 ถ่ายรูปแผ่นหินบาง

3.2 ศึกษาซิลิคาเคมี

3.2.1 วิเคราะห์ตัวอย่างด้วย วิธี XRD

4) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาคสนามและจากห้องปฏิบัติการ

4.1 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากลักษณะทางธรณีวิทยา การศึกษาโครงสร้าง การศึกษาซิลิคาอรรธนา และการศึกษาซิลิกาเคมี

4.2 ตีความและประมวลผล เพื่อบอกถึงประวัติทางธรณีวิทยาและการเกิดแร่ทองคำใน บริเวณนี้ได้

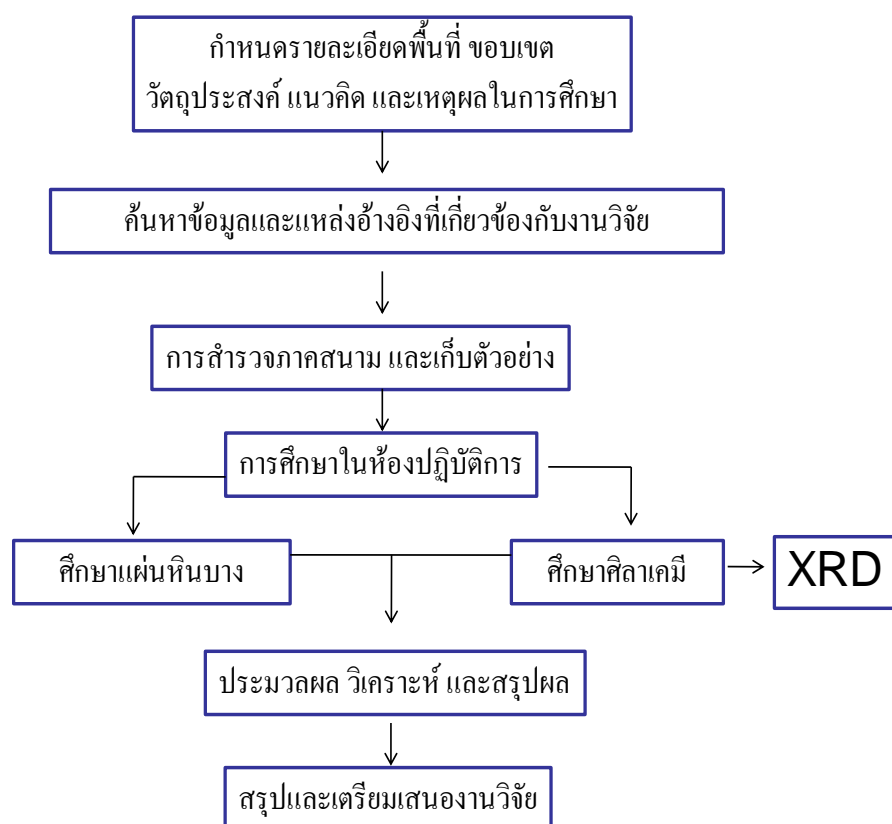
5) สรุปและเตรียมเสนองานวิจัย

5.1 สรุปความสัมพันธ์ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษาเพื่ออธิบายประวัติทาง ธรณีวิทยา และการเกิดของบริเวณพื้นที่เขาพนมพานี้ และ เปรียบเทียบกับพื้นที่ ข้างเคียงที่มีการเกิดทอง

5.2 เตรียมเสนองานโดยการจัดเตรียมข้อมูลที่น่าไปเสนอให้พร้อมจัดทำสื่อที่จะนำเสนอ ให้เหมาะสม

5.3 ส่งผลงานการวิจัย จัดทำเป็นรูปเล่มให้เหมาะสม และส่งตามกำหนดเวลาที่วางไว้

ขั้นตอนงานวิจัย (Methodology)



รูปที่ 1.9.1 ภาพแสดงขั้นตอนการวิจัย (Methodology)

1.10 แผนดำเนินงาน (work plan)

ระยะเวลาการทำวิจัย เริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน 2552 ถึง เดือนมีนาคม 2553

ขั้นตอนการวิจัย	เดือน											
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ค้นหาและศึกษาข้อมูลแหล่งอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			■									
ออกภาคสนามและเก็บตัวอย่างหิน								■				
จัดทำแผ่นหินบางและศึกษา ซิลิการรอนนา									■	■		
วิเคราะห์แร่เคมีโดยใช้วิธี XRD									■	■		
รวบรวมและวิเคราะห์ผลที่ได้จาก ภาคสนาม									■	■		
สรุปและเตรียมเสนองานวิจัย											■	■
ส่งแบบเสนอโครงร่างงานวิจัยครั้งที่ 1			5									
เสนอโครงร่างงานวิจัย			8									
ส่งแบบเสนอโครงร่างงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์			28									
ส่งรายงานความก้าวหน้า								4		6		
สัมมนา											12	
ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์												5

ตารางที่ 1.10.1 ตารางแสดง แผนดำเนินงาน (work plan)

บทที่2: ธรณีวิทยาทั่วไป

2.1 ธรณีวิทยาบริเวณกว้าง (regional geology)

2.2 การลำดับชั้นหิน (stratigraphy)

2.3 ธรณีโครงสร้าง (structural geology)

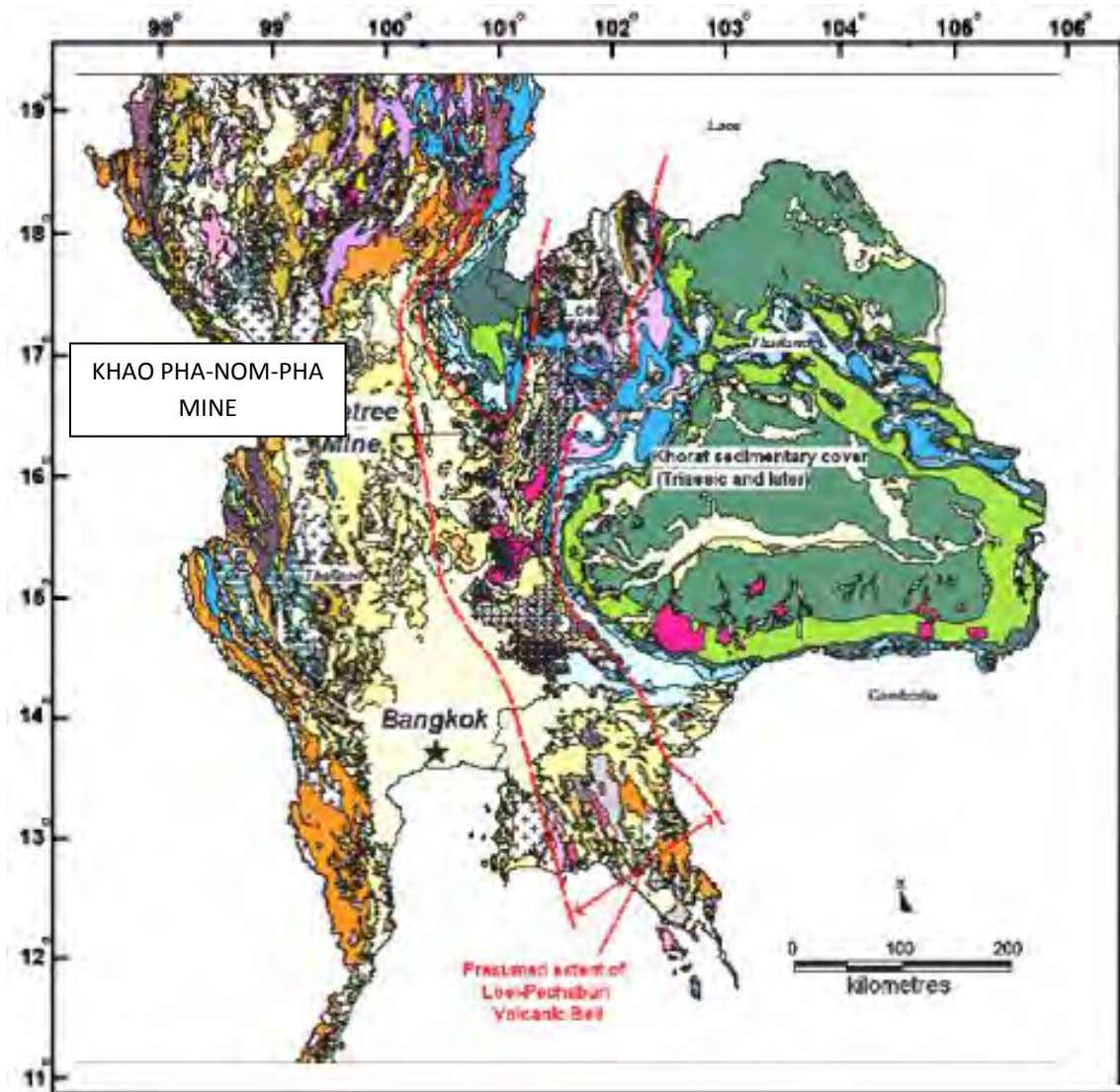
2.1 ธรณีวิทยาบริเวณกว้าง(Regional geology)

บริเวณพื้นที่ศึกษาเขาพนมพา อยู่แนว ภูเขาไฟเลย เพชรบูรณ์ ในยุค เพอร์ม-ไทรแอสสิก (Permo – Triassic volcanic rocks of the Loei – Petchabun Volcanic Belt) ซึ่งแผ่กว้างในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ประเทศลาว และแผ่กว้างไปถึงทางทิศใต้ของอ่าวไทย ซึ่งแนวภูเขาไฟนี้มีความสัมพันธ์กับการมุดตัวของแผ่นฉานไทยลงไปใต้แผ่นอินโดจีน และเป็นผลให้เกิดแนวตะเข็บ (Suture) ในช่วงยุคไครลูเรียน และยุคไทรแอสสิก(Metcalf, 1996)

แผ่นฉานไทยมีองค์ประกอบหลักเป็นหินแกรนิตยุคพรีแคมเบรียน (Precambrian granitoids), ออโทไนส์และพาราไนส์(ortho and para – gneisses) และ ถูกปิดทับด้วย หินตะกอน ยุคพาลีโอโซอิก และยุคมีโซโซอิก(Paleozoic and Mesozoic sedimentary rocks)

ส่วนแผ่นอินโดจีน ประกอบด้วยหินยุคกลางของพาลีโอโซอิก (Middle Paleozoic rocks) และ หินคาร์บอนเนตยุคเพอร์เมียน (Permian platform carbonate)และหินตะกอนน้ำลึก (deep water clastic sedimentary rocks), หินภูเขาไฟและหินตะกอนภูเขาไฟ ยุคเพอร์เมียน (Permian volcanic and volcanic clastic rocks) และถูกแทรกดันภายหลังโดย หินแกรนิตยุค ไทรแอสสิก ถึง ครีเทเชียส (Triassic to Cretaceous granitoids) และส่วนด้านบนสุดของแผ่นอินโดจีนถูกปกคลุมมากที่สุดด้วย หินตะกอนชั้นสีแดงชุดหินโคราช (The red – bed Khorat Group sediments) อย่างไรก็ตามเรื่องของช่วงเวลา และ ลักษณะของการชนกันของทั้งสองแผ่นที่ยังเป็นข้อขัดแย้งกันอยู่ยังหาข้อสรุปยังไม่ได้ (Bunopas, 1981; Helmcke, 1986, Chaodumrong, 1992) และหินแกรนิตมากมายนั้นเกิดขึ้นเป็นแนวภูเขาไฟเลย-เพชรบูรณ์หลังจากการชนกัน

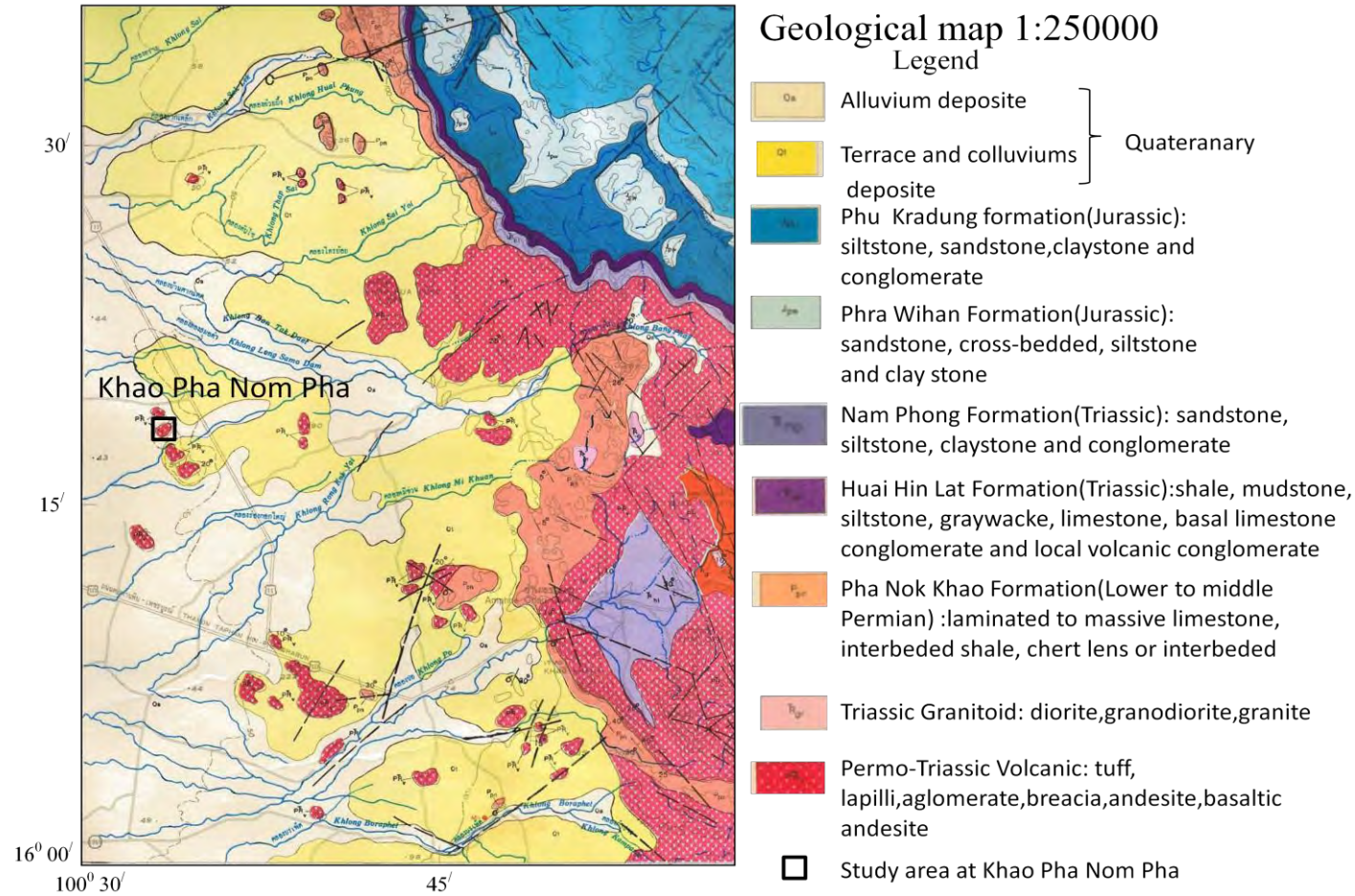
แนวภูเขาไฟเลย-เพชรบูรณ์ นั้นถูกพิจารณาให้เกิดจากการมุดตัวของแผ่นมหาสมุทรลงไปได้แผ่นทวีปอินโดจีน ในช่วงไครลูเรียน และไทรแอสสิก ซึ่ง Charusiri et al. (2001) ได้เสนอว่าเป็น island arc complexes (the Nakhon –Thai volcanic arc and the Lampang – Chiang – Rai volcanic arc) และ ยังรวมถึงแหล่งแร่ที่เกิดแบบอุณหภูมิต่ำที่พัฒนาในช่วงต้นของยุคแคมเบรียน ถึงช่วงต้นยุคไทรแอสสิก ที่อยู่ระหว่าง อินโดจีนและฉานไทยเทอเรน (Indochina and Shan – Thai Terranes) (Charusiri, 2001)



รูปที่ 2.1.1 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงการแผ่กระจายของแนวภูเขาไฟ เลย-เพชรบูรณ์

ในยุคเพอร์โมไทรแอสสิก (ดัดแปลงจาก Cumming, 2006)

2.2 การลำดับชั้นหิน(Stratigraphy)



รูปที่ 2.2.1 แผนที่ธรณีวิทยาระวาง (NE 47-16)มาตราส่วน 1:250,000 (จงพันธ์ จงลักษณะณี และ นเวศ สัตยารักษ์, 2527)

2.2 การลำดับชั้นหิน(Stratigraphy)

หินตะกอนในพื้นที่ สามารถแบ่งเป็น 6 หมวดหิน เรียงจากเก่าไปอ่อน

หมวดหินดอくだู่ (Dok Du formation) (จงพันธ์ จงลักษมณี และ นเรศ สัตยารักษ์ , 2527) พบแผ่กระจายบริเวณภูดอくだู่ ภูลาดแก้ว อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดอุดรธานี และต่อแนวเทือกเขาขึ้นไปทางเหนือ ลักษณะหินชั้นล่างสุดได้แก่ชั้นหินเชิร์ต หินชั้นบนสุดทางด้านตะวันตก วางตัวต่อเนื่องเข้าไปหาหมวดหินห้วยส้ม ส่วนทางด้านตะวันออกจะถูกปกคลุมโดยกลุ่มหินโคราชแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องเชิงมุม

การวางตัวของชั้นหินจากล่างสุดเป็นพวกหินเชิร์ตสีชมพูถึงดำ มีความหนาตั้งแต่ 3 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร โดยมีหินดินดานเนื้อซิลิกาสีเทาอ่อน สลับอยู่เป็นชั้นบางๆ ตอนบนเป็นหินดินดาน สีเทาดำและหินแกรนิตเนื้อหยาบ ถัดขึ้นไปเป็นหินเชิร์ตชั้นหนา มีหินดินดาน และหินควอร์ตไซต์สลับเล็กน้อย ชั้นบนสุดเป็นหินเชิร์ตวางตัวอยู่ล่างชั้นหินทราย สีเทาเข้มของหมวดหินห้วยส้ม ความหนาทั้งหมดประมาณ 1,000 เมตร การกำหนดอายุได้จากการเปรียบเทียบการลำดับชั้นหิน โดยกำหนดให้มีอายุระหว่างยุคคาร์บอนิเฟอรัส ตอนล่างถึงตอนกลาง

หมวดหินห้วยส้ม (Huai Som formation) (จงพันธ์ จงลักษมณี และ นเรศ สัตยารักษ์ , 2527) หินหมวดนี้แผ่กระจายพบตามภูลาดแก้ว ที่ราบระหว่างภูลาดแก้วกับผาห้วย ผาฆ่าปลวก ภูผาน้ำทิพย์และต่อแนวขึ้นไปทางเหนือ ชั้นล่างสุดของหินหมวดนี้ได้แก่หินทรายสีเทาเข้มวางตัวขนานอยู่บนชั้นหินเชิร์ตของหินหมวดดอくだู่ ถัดขึ้นมาเป็นหินดินดาน สีเทาสลับกับหินทรายสีน้ำตาลแกมเหลือง น้ำตาลแกมแดง ชั้นบนสุดเป็นหินปูนชั้นบาง ความหนาของหินหมวดนี้ประมาณ 2,500 เมตร อายุของหินหมวดนี้ได้จากซากดึกดำบรรพ์พบที่บ้านห้วยส้ม ซึ่งบ่งอายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนบนถึงเพอร์เมียนตอนล่าง

หมวดหินผานกเค้า (Pha Nok Khao Formation) (จงพันธ์ จงลักษมณี และ นเรศ สัตยารักษ์ , 2527) หมวดหินนี้มีตำแหน่งแบบฉบับอยู่ที่ผานกเค้า อำเภอภูกระดึงจังหวัดเลย กระจายตัวทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดเลย ต่อเนื่องถึงด้านตะวันออกของจังหวัดเพชรบูรณ์ การลำดับชั้นของหมวดหินเทียบสัมพันธ์ได้กับหมวดหินน้ำมโหฬารในพื้นที่จังหวัดเลย และหมวดหินเขาขวางในพื้นที่จังหวัดสระบุรี หมวดหินประกอบไปด้วยหินปูนสีเทา ขนาดตั้งแต่ชั้นบางถึงเป็นปื้น มีหินดินดาน สีเทาชั้นบางแทรกสลับบ้าง ในเนื้อหินปูนมีหินเชิร์ตเป็นเลนส์ หรือชั้นบางแทรกสลับ อายุของหินหมวดนี้กำหนดได้จากซากดึกดำบรรพ์ ที่พบเห็นได้จำนวนมากโดยเฉพาะซากดึกดำบรรพ์ฟอสซิลินิดและปะการัง ใช้เป็นตัวกำหนดอายุของหินหมวดนี้ได้ตั้งแต่ยุคเพอร์เมียนตอนล่างถึงตอนกลาง (รูปที่ 2.2.1)

หมวดหินหัวนาคำ (Hua Na Kham Formation) (จางพันธ์ จงลักษณะณี และ นเรศ สัตยารักษ์ , 2527) เป็นหมวดหินที่กระจายตัวเป็นบริเวณแคบๆ ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ ของจังหวัดเลย และ ตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดชัยภูมิ บริเวณตำแหน่งแบบฉบับ อยู่ที่บ้านหัวนาคำ จังหวัดชัยภูมิ ชั้นหิน ประกอบด้วยหินดินดานสีเทา หินทรายสีน้ำตาลเหลือง และหินปูนสีเทาชั้นบางและเป็นกระเปาะ อายุ เพอร์เมียนตอนกลาง (รูปที่ 2.2.1)

หมวดหินห้วยหินลาด (Huai Hin Lat Formation) (จางพันธ์ จงลักษณะณี และ นเรศ สัตยารักษ์ , 2527) ข้อมูลทั่วไป (General information) หมวดหินห้วยหินลาด (Huai Hin Lat Formation) เป็นหมวดหิน ล่างสุดของชั้นหินที่ตกตะกอนบนภาคพื้นทวีป Iwai *et al.* (1966) ตั้งชื่อหมวดหินนี้โดยมีตำแหน่งชั้นหิน แบบฉบับอยู่บริเวณห้วยหินลาด ซึ่งไหลผ่านถนนสายชัยภูมิ - ชุมแพ-เลย บริเวณกิโลเมตรที่ 252 ต่อมา Bunopas (1971) กล่าวถึงหมวดหินนี้ว่า เป็นหมวดหินล่างสุดของกลุ่มหินโคราช และต่อมา Chonglakmani และ Sattayarak (1978) รวบรวมหมวดหินนี้ให้เป็นหมวดหินห้วยหินลาด เนื่องจากมี ลักษณะหินและการวางตัวลำดับชั้นหินที่เหมือนกัน ทั้งนี้ ความสัมพันธ์การลำดับชั้นหิน (Stratigraphic relations) หมวดหินห้วยหินลาดวางตัวไม่ต่อเนื่อง (unconformable contact) กับหมวดหินน้ำดุกและชั้น หินปูนอายุเพอร์เมียนตอนบน และกับหมวดหินน้ำพองที่วางตัวอยู่บนนั้น มีรอยสัมผัสแบบค่อยๆ เปลี่ยนแปลง (Chonglakmani และ Sattayarak, 1979) ซึ่ง ลักษณะทางกายภาพของหิน (Lithology) หมวดหินห้วยหินลาดบริเวณตำแหน่งชั้นหินแบบฉบับ (type section) แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนล่าง หนา 200 เมตร ประกอบด้วยหินกรวดมนพื้นฐาน โดยมีหินปูนสลับอยู่ด้านบนเล็กน้อย ส่วนบนหนา 50 เมตร ประกอบด้วยหินทรายและหินโคลนสีเทา สลับกัน มีหินปูนปนโคลนสีเทาดำแทรกซึ่งเมื่อผุมีสีขาว ใน พื้นที่อื่นๆ หมวดหินนี้ประกอบด้วยหินกรวดมนพื้นฐาน หินทรายสลับหินโคลน และหินโคลนสีเทาดำที่มี แร่ยิปซั่มสลับเป็นบางชั้น โดยมี ความหนาและการแผ่กระจาย (Thickness and distribution) ความหนา ของหมวดหินห้วยหินลาดบริเวณตำแหน่งชั้นหินแบบฉบับ มีความหนา 250 เมตร แต่ในพื้นที่อื่นๆ ความ หนาแปรเปลี่ยนอยู่ในช่วง 100-400 เมตร หมวดหินนี้แผ่กระจายกว้างขวางในพื้นที่ขอบตะวันตกของที่ราบ สูงโคราช เช่น บริเวณอำเภอวังสะพุง อำเภอกาฬ จังหวัดเลย อำเภอสีชมภู อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น อำเภอกอนสาร อำเภอกุฉีชัย จังหวัดชัยภูมิ และอำเภอมือง อำเภอหล่มสัก อำเภอหล่มเก่า จังหวัด เพชรบูรณ์ เป็นต้น สภาพแวดล้อมการตกตะกอนและภูมิอากาศโบราณ (Paleoenvironment and paleoclimate) จากการศึกษาการเรียงลำดับชั้นหิน ลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบของหิน และ ซากดึกดำบรรพ์ที่พบ ชั้นหินของหมวดหินห้วยหินลาดเกิดจากการสะสมตัวในที่ราบลุ่มเชิงเขา ภายใต้ภูมิ

ประเทศที่ไม่ราบเรียบ บางบริเวณมีหนองน้ำเล็กๆ ซึ่งในน้ำมีสารละลายของปูนอยู่สูง ในสภาวะภูมิอากาศที่ค่อนข้างร้อนชื้นและค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นกึ่งแห้งแล้ง (slightly humid to semi-arid conditions) ในส่วนของอายุ หมวดหินห้วยหินลาดมีอายุอยู่ในช่วงไทรแอสสิกตอนปลาย หรือ คาร์เนียน -นอเรียน อาจถึง เรเจียนได้ (รูปที่2.2.1)

ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Unconsolidated sediment) (จงพันธ์ จงลักษณะณี และ นเรศ สัตยารักษ์, 2527) ตะกอนยุคควอเทอร์นารีเป็นลักษณะพวก terrace deposit, talus pile, conlluvial deposit มีขนาดตั้งแต่ gravel sand silt clay

หินอัคนี

หินอัคนี ในพื้นที่สามารถแบ่งออกเป็น หินอัคนีพุตั้งแต่สีอ่อนไปจนถึงสีเข้ม หินตะกอนภูเขาไฟ และ หินอัคนีบาดาล

หินอัคนีพุ และหินตะกอนภูเขาไฟ (Permo-Triassic Volcanic)(รูปที่2.2.1)

เป็นพวกหินทัฟ หินลาพิลลี หินแอค โกเมอเรท หินกรวดภูเขาไฟ หินแอนดีไซต์และหินบะซอลต์ดิกแอนดีไซต์ ซึ่งหินที่พบในกลุ่มนี้ สามารถบ่งบอกถึงอายุเพอร์โม -ไทรแอสสิก โดยจะพบวางตัวอยู่ระหว่าง หินอายุเพอร์เมียนตอนกลางถึงตอนบน กับ หินอายุไทรแอสสิกตอนบน

หินอัคนีบาดาล (Triassic Granitoids)(รูปที่2.2.1)

หินอัคนีบาดาลสามารถแยกเป็น สามประเภท คือ ไดออไรต์ แกรโนไดออไรต์ และ แกรนิต โดยหินไดออไรต์จะมีลักษณะสีเทาเข้มและมีเนื้อหินแบบเนื้อดอก (porphyritic texture) โดยที่เนื้อดอก (phenocryst)เป็นแร่เฟล็กซิโอเคลส และฮอนเบลนด์ มีขนาด 1x 1.5cm ส่วนแกรโนไดออไรต์มีสีเทาเข้มเนื้อส่วนใหญ่เป็นเนื้อละเอียดประกอบด้วยเนื้อหินแบบดอก(porphyritic texture) อยู่ด้วย มีขนาด1x 0.5cm โดยที่เนื้อดอก (phenocryst) เป็นแร่ฮอนเบลนด์ ส่วนแกรนิตนั้นมีสีขาวมีเนื้อหินแบบเนื้อดอก (porphyritic texture) โดยที่เนื้อดอก(phenocryst)เป็นแร่เฟล็กซิโอเคลส และมัสโคไวท์ ซึ่งพบทั่วไปในหินแกรนิต

หินอัคนีบาดาลนี้มีอายุไทรแอสสิก แต่มีบางตัวที่มีอายุอ่อนกว่า เพราะว่าพบการแทรกดันเข้ามาในหินตะกอนยุคไทรแอสสิกตอนบน

ในพื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดพิจิตรเพชรบูรณ์ โดยอยู่ทางตะวันออกของจังหวัด พิจิตร ภาคกลางตอนเหนือ ของประเทศไทย และพื้นที่ศึกษานี้ อยู่ในแนวคดโค้งภูเขาไฟเลย -เพชรบูรณ์ (Loei-Phetchabun volcanic fold belt) (Diemar et al, 2000) โดยแผ่กว้างมาจากประเทศลาวตอนเหนือ

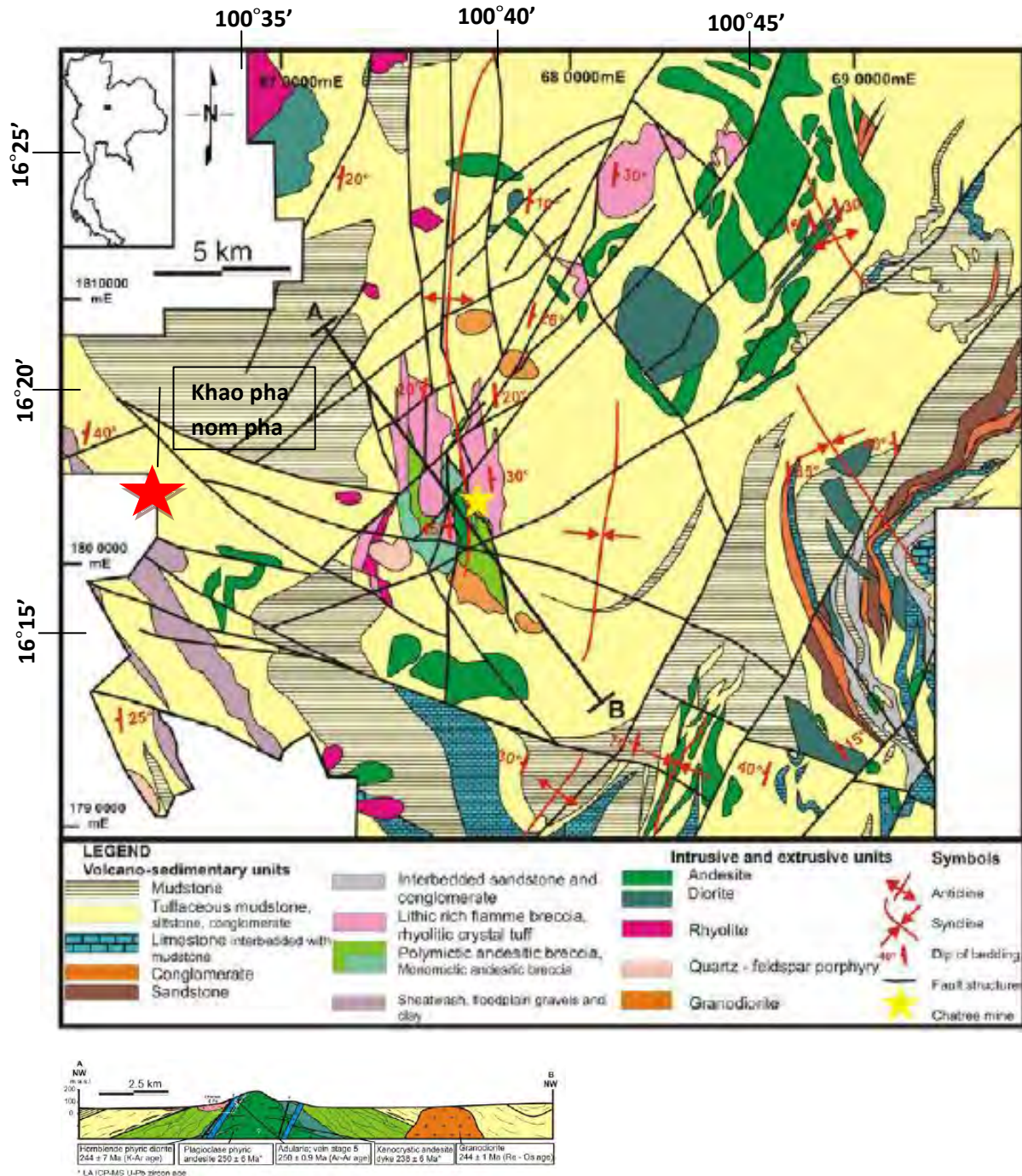
เข้ามายังประเทศไทยตอนกลาง และพบทางด้านตะวันออกของโครงสร้าง รวบเบนต์ง (Raub Bentong structure) ใน แหลมมาเลเซีย (Peninsular Malaysia)

สำหรับในประเทศไทย แนวภูเขาไฟนี้มีความสัมพันธ์ กับยุคเพอร์เมียน และยุคไทรแอสสิก โดยเป็นแนวขนานของ ancient island arc ซึ่งภายในบริเวณนี้จะประกอบไปด้วยหินอัคนีพุชนิดสีอ่อนถึงสีปานกลาง (acid to intermediate volcanic rock) และ หินตะกอนทะเล (marine sedimentary rocks) โดยสามารถแบ่งลักษณะเฉพาะของหินอัคนีภูเขาไฟได้ 3 ส่วน ซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากบริเวณที่มีการมุดตัว ในระหว่างการชนของแผ่นทวีปฉานไทย และอินโดจีน ซึ่งเกิดขึ้นซ้ำซ้อนและหลายครั้ง แต่ครั้งสุดท้ายเกิดในช่วงยุคไทรแอสสิก (Triassic period volcanisms) และรวมไปถึงการไหลของ คาร์บอนิเฟอรัส บะซอลต์ติก แอนดิไซต์ (Carboniferous basaltic andesite flow) ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เล็กๆตามแนวภูเขาไฟนี้ คือ การเกิด เพอร์โม-ไทรแอสสิก แอนดิไซติก-ไรโอริติก ทัฟ ซึ่งการปะทุนี้เกี่ยวข้องกับการเกิดหินอัคนีบาดาลระดับตื้น ตามแนวขอบด้านตะวันตกของแนวภูเขาไฟนี้ และยังทำให้เกิดการไหล ของ นีโอจีนบะซอลต์ และไรโอไลต์ โดยส่วนใหญ่จะพบบริเวณทางใต้ของแนวภูเขาไฟนี้

2.3 ธรณีโครงสร้าง

ธรณีโครงสร้างบริเวณกว้าง เขาพนมพา นั้นอยู่ในแนวภูเขาไฟเลย-เพชรบูรณ์ ในยุค พาลีโอโซอิก-มีโซอิก ซึ่งมีลักษณะ เป็นแนวแกรนิตอยด์ (granitoid) ที่วางตัวเป็นชุดในแนวเหนือใต้ ซึ่งสัมพันธ์กับการชนกันของแผ่นทวีปอินเดียชนกับแผ่นทวีปยูเรเชีย ในยุคซีโนโซอิก เป็นสาเหตุทำให้เกิดการยกตัว และการหมุนซึ่งทำให้เกิดแรงดึง และเกิดการเปิดแอ่งตะกอน ตั้งแต่อ่าวไทยไปจนถึงทะเลจีนใต้ (Harder, 1991) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการผสมรวมกันของ แนวโค้งโบราณ (fossil arcs) และ จุลทวีป (micro continent) นอกจากนี้ในการชนกัน ช่วงซีโนโซอิกยังทำให้เกิด แนวรอยเลื่อน ในแนวเหนือใต้ และตะวันตกเฉียงเหนือ - ตะวันออกเฉียงใต้ (N-S normal and NW – SE trending fault zones) และแนวรอยเลื่อนแนวระดับในแนวเหนือตะวันออกเฉียงเหนือ-ใต้ตะวันตกเฉียงใต้ (NNE – SSW strike slip faults) (Diemar และ Diemar, 1999).

ธรณีโครงสร้างบริเวณในพื้นที่ใกล้เคียง เนื่องจากเขาพนมพาอยู่ห่างจากแหล่งทองคำชาติรีไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 10 กิโลเมตร ซึ่งทำให้มีธรณีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน โดยธรณีโครงสร้างบริเวณแหล่งทองคำชาติรี ดังนี้สายแร่ในพื้นที่พบวางตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ ถึงตะวันตกเฉียงเหนือ หรือเกิดในบริเวณที่มีการตัดกันของโครงสร้าง ซึ่งมีมุมเอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และรอยเลื่อนขนาดใหญ่ บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือ วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ มีมุมเอียงเทปานกลาง ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และมีการเลื่อนแบบขวาเข้า (Corbett, 2005 และ Hill, 2004) นอกจากนี้ยังมีรอยเลื่อน บริเวณด้านทิศใต้ วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ มีมุมเอียงไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และมีการเลื่อนแบบขวาเข้า (Corbett, 2005 และ Hill, 2004) (Corbett, 2005 และ Hill, 2004) รอยเลื่อนที่เกิดขึ้นหลังจากการเกิดแร่มีค่า นั้นเกิดขึ้นซ้ำอีกครั้งซึ่งวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ และตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งทำให้เกิดรอยเลื่อนรอง เป็นรอยเลื่อนในแนวเหนือใต้ ซึ่งเกิดจากแรงจากแรงดึงของรอยเลื่อนหลัก (Corbett, 2005 และ Hill, 2004) (รูป 2.3.1)



รูปที่ 2.3.1 ภาพแผนที่ธรณีวิทยา และภาพตัดขวางแหล่งแร่ทองคำชาติแสดงแนวโค้งรูป ประทุนคว่ำ ในแนวเหนือ-ใต้ ถูกตัดด้วยรอยเลื่อนในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้,เหนือใต้,เหนือตะวันตกเฉียงเหนือ-ใต้ตะวันออกเฉียงใต้ (Corbett, 2005 และ Hill, 2004)

บทที่3: ธรณีวิทยารายละเอียด

3.1 การเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

3.2 ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา

3.2.1 ธรณีวิทยารายละเอียด

3.2.2 การลำดับชั้นหิน

3.2.3 ธรณีโครงสร้าง

3.1.การเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

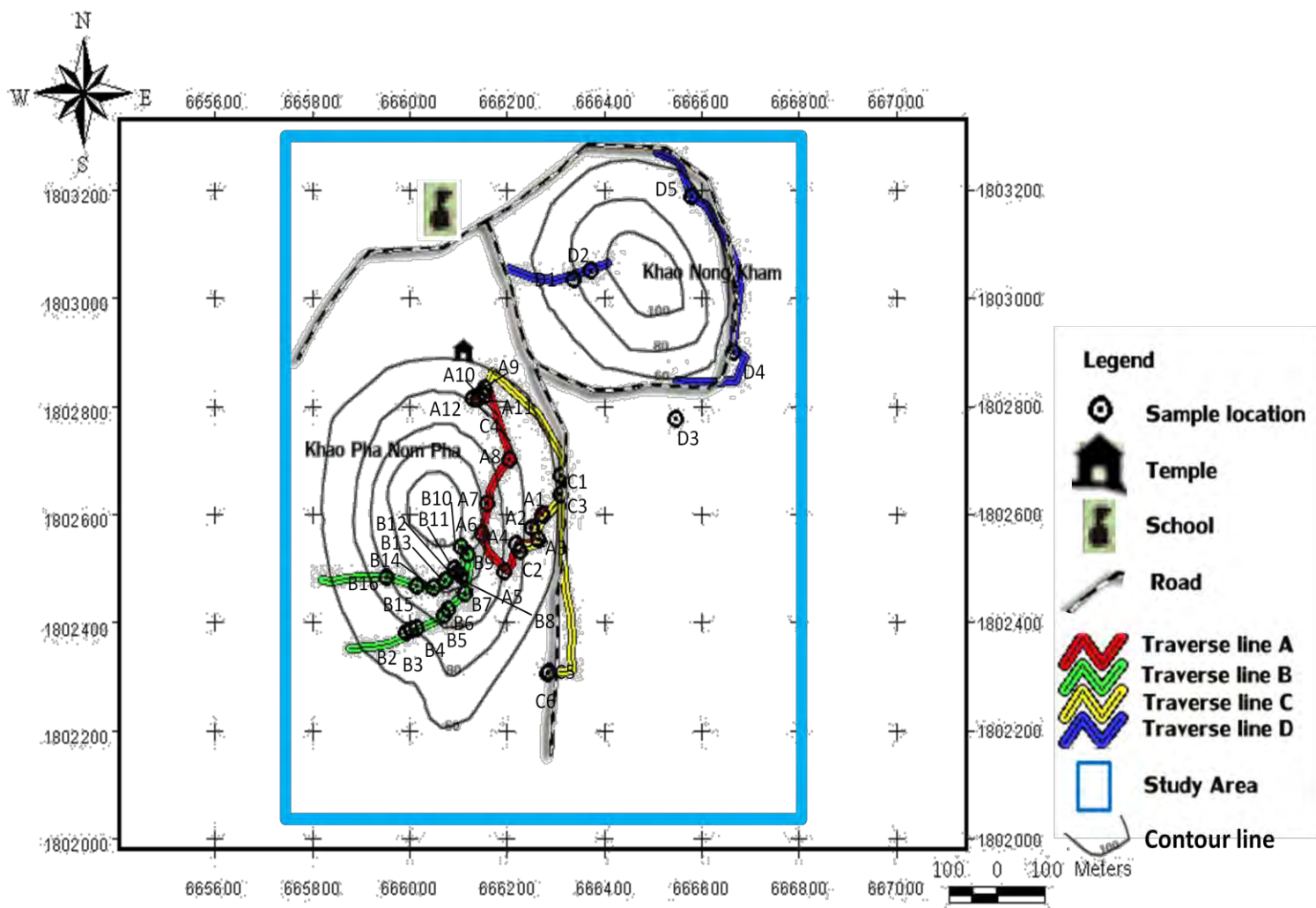
การเก็บตัวอย่างเป็นแบบ การสุ่มเก็บตัวอย่างโดยมีลักษณะเส้นทางการเก็บตัวอย่างและข้อมูลทางธรณีวิทยาครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาซึ่งมีการกระจายตัวดังรูปที่3.1.1 จะสังเกตได้ว่าบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกเฉียงเหนือของเขาพนมพานั้น ไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้เนื่องจากเป็นพื้นที่คุ้มครองของกรมป่าไม้ จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแปลผลข้อมูลภายหลัง โดยเส้นทางการเดินสำรวจมีรายละเอียดดังนี้

เส้นทาง A เริ่มจากทางด้านตะวันออกของเขาพนมพาบริเวณกลางเขาเดินไปตามทางเดินตามทิศตะวันตกประมาณ 200 เมตรแล้วขึ้นไปทางทิศเหนือประมาณ 400 เมตร แล้วลงไปตามถนนทางด้านตะวันออกของเขาพนมพาไปทางทิศเหนือ เพื่อไปสำรวจทางทิศเหนือของเขาพนมพา โดยขึ้นจากทางทิศตะวันออกของเขาพนมพาตัดไปทางทิศตะวันตกประมาณ100 เมตร จึงสิ้นสุดการเดินสำรวจ

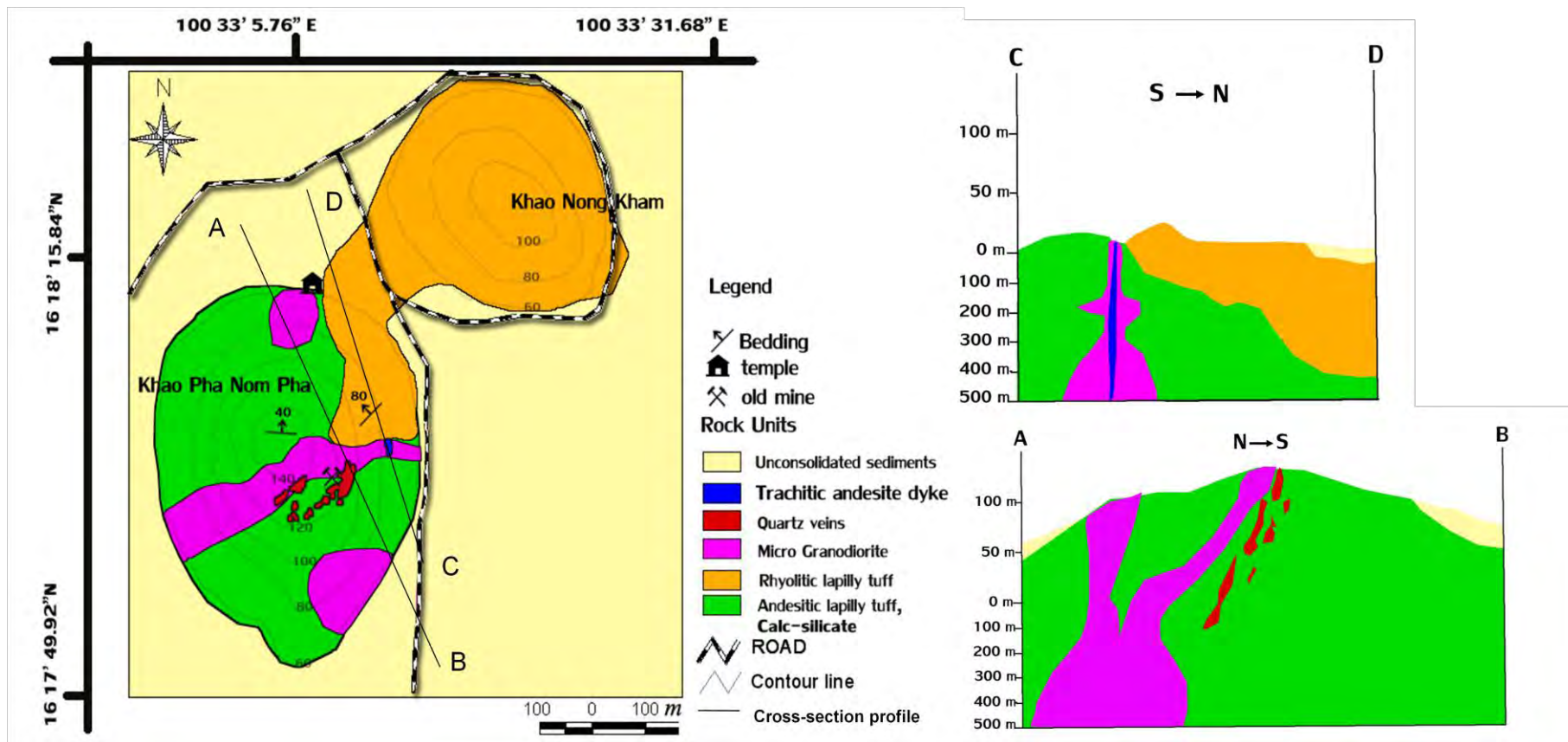
เส้นทาง B เริ่มจากบริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเขาพนมพา ขึ้นไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 500 เมตร จนถึงยอดเขา จากนั้นจึงเลี้ยวลงไปทางทิศตะวันออก ประมาณ 400 เมตร จนถึงตีนเขา จึงสิ้นสุดการเดินสำรวจ

เส้นทาง C เริ่มจากบริเวณตีนเขาทางด้านตะวันออกของเขาพนมพา แล้วขึ้นไปทิศตะวันตกของเขาพนมพาประมาณ 200 เมตร แล้วกลับมาที่ตีนเขาตามเส้นทางเดิม เพื่อเดินไปตามถนนเลียบตีนเขาพนมพามุ่งหน้าลงไปทางทิศใต้ เพื่อสำรวจบริเวณตีนเขา หลังจากนั้น มุ่งหน้าขึ้นเหนือไปตามเส้นทางเดิม เพื่อสำรวจบริเวณทางทิศเหนือของเขาพนมพาอีกครั้ง โดยขึ้นไปทางทิศตะวันออกประมาณ 200 เมตร

เส้นทาง D เริ่มจากทางทิศตะวันตกของเขาหนองแอมแล้วจึงขึ้นเขาไปทางทิศตะวันออกประมาณ 200 เมตรแล้วลงกลับมาตามเส้นทางเดิม เพื่อเดินสำรวจตามทางเกวียนรอบตีนเขาโดยวนจากจุดเริ่มต้นในทิศทวนเข็มนาฬิกา เพื่อสำรวจบริเวณตีนเขาหนองแอมจากทิศใต้ไปทิศเหนือ จนครบรอบเขาหนองแอม



รูปที่ 3.1.1 แผนที่ภูมิประเทศแสดงเส้นทางการเดินสำรวจและจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาซึ่งกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณเขาพนมพา และเขานองแฆม



รูป 3.2 แผนที่ธรณีวิทยาและภาพตัดขวางบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร (ดัดแปลงจาก แผนที่ภูมิประเทศ อำเภอวังทรายพูน ระวัง 5141 IV ลำดับชุด 7017

3.2. ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา

3.2.1 ธรณีวิทยารายละเอียด

การกระจายตัวของหินในพื้นที่ศึกษาพบว่ามี การกระจายตัวของ หินแอนดซิติกลาพิลล์ทัฟ (Andesitic lapilli tuff) บริเวณเขาพนมพาทะกอบทั้งหมดยกเว้น บริเวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของ เขาพนมพาทะกอบ มีพื้นที่ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ศึกษา หินไรโอไลติกลาพิลล์ทัฟ (Rhyolitic lapilli tuff) กระจายตัวอยู่บริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเขาพนมพาทะกอบ และครอบคลุมบริเวณพื้นที่ทั้งหมดของ เขาหนองแวม มีพื้นที่ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ศึกษา และ หินไมโครไดออไรต์ (ไมโครไดออไรต์)พบ การกระจายตัวบริเวณทางทิศเหนือของเขาพนมพาทะกอบเป็นวงกลมขนาดประมาณ 10,000 ตารางเมตร ทิศ ตะวันออกเฉียงใต้เป็นวงกลมขนาดประมาณ 40,000 ตารางเมตร และ บริเวณกลางเขาพนมพาทะกอบเป็นแนว ยาววางตัวในแนวตะวันออกตะวันตก มีพื้นที่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ศึกษา ส่วนสายแร่ควอตซ์ (Quartz veins) นั้นกระจายตัวอยู่บริเวณกลางเขาพนมพาทะกอบกว้างประมาณ 10 เมตร ยาวประมาณ 30 เมตร ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ โดยกระจายตัวเป็นหย่อมๆ มีพื้นที่ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งปัจจุบัน ถูกระเบิดเป็นหน้าเหมืองไปหมดแล้ว เหลือสายแร่ขนาดกว้างประมาณ 0.5 เมตร ยาวประมาณ 1.5 เมตรที่พบเห็นได้บนยอดเขาพนมพาทะกอบ และพนักหินทราชีติกแอนดิไซต์ (trachitic andesite) มีการกระจายตัวบริเวณกลางเขาพนมพาทะกอบ มีการวางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก มีขนาดกว้าง ประมาณ 1.5 เมตร ยาวประมาณ 10 เมตร มีพื้นที่ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ศึกษา ส่วนที่เหลือเป็นที่ ราบเป็นบริเวณที่การสะสมของตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัว ครอบคลุมบริเวณรอบเขาพนมพาทะกอบ และเขา หนองแวม ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ศึกษา โดยบริเวณที่ราบเชิงเขาด้านตะวันออก ของเขาพนมพาทะกอบนั้นเป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของทองคำอยู่ (colluviums deposited)

ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษาเขาพนมพาทะกอบประกอบด้วยหินทั้งหมด 6 ชนิด โดยมี หิน แอนดซิติกลาพิลล์ทัฟ วางตัวอยู่ด้านล่างสุดซึ่งมีการวางตัวในแนวตะวันออก -ตะวันตกและมีมุมเอียงเท ประมาณ 40 องศา มีความหนาอย่างน้อย 350 เมตร และถูกปิดทับด้วยหินไรโอไลติก ลาพิลล์ทัฟ ซึ่งแสดง รอยสัมผัสกับหินแอนดซิติกลาพิลล์ทัฟ (รูปที่3.2.1) หินชนิดนี้มีการวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ- ตะวันตกเฉียงใต้และมีมุมเอียงเทประมาณ 80 องศา มีความหนาประมาณ 400 เมตร แล้วถูกแทรกตัดเข้า มาด้วยหินไมโครไดออไรต์ผ่านเข้ามาในหินแอนดซิติกลาพิลล์ทัฟ บริเวณตอนกลางของเขาพนมพาทะกอบในแนว ตะวันออก-ตะวันตกเป็นพนักหินไมโครไดออไรต์โดยมีความกว้างประมาณ 20 เมตรยาวประมาณ 300

เมตร(รูปที่3.2.2) และแทรกดันบริเวณด้านทิศเหนือ และด้านทิศใต้ของเขาพนมพา เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100 เมตร และ 150 เมตร ตามลำดับ แล้วถูกแทรกตัดด้วยผนังหินทรายซิดิกแอนดิไซต์ ซึ่งตัดเข้าไปในผนังหินไมโครไดออไรต์ โดยมีความกว้างประมาณ 1.5 เมตร ยาวประมาณ 10 เมตร(รูปที่ 3.2.3.3.2.4) และท้ายสุดจึงมีการแทรกตัดเข้ามาของสายแร่ quartz ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีมุมเอียงเทประมาณ 60-80 องศา มีขนาด กว้างประมาณ 10 เมตร ยาวประมาณ 30 เมตร (รูปที่ 3.2.5) ซึ่งปัจจุบันแนวสายแร่ควอตซ์นี้ถูกระเบิดทำเหมืองไปหมดแล้วเหลือแต่ร่องรอยหน้าเหมือง ที่มีการวางตัวในแนวเดียวกับสายแร่ควอตซ์ (รูปที่ 3.2.6) หากมองจากมุมบนของหน้าเหมืองนี้จะพบว่ามีแนวการวางตัวของหน้าเหมืองมีแนวการวางตัวต่อไปยังบริเวณที่มีการทำเหมืองบริเวณลานแร่ทางด้านตะวันออกของเขาพนมพา(รูปที่ 3.2.7) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัว(รูปที่ 3.2.8) ซึ่งมีพื้นที่บริเวณรอบเขาพนมพาและรอบเขาหนองแวมส่วนใหญ่

3.2.2 การลำดับชั้นหิน

ลักษณะหินที่พบ เรียงลำดับอายุจากแก่ไปอ่อนได้ดังนี้

หินแอนดิไซติกลาพิลลิท์ ซึ่งเป็นหินที่แก่ที่สุด มีสีสดเป็นสีดำเขียวถึงดำ มีเนื้อหินแบบพอไฟริติก (Porphyritic texture) มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ มีเนื้อผลึกดอก (Phenocryst)ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเศษหินของหินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ และหินแอนดิไซต์ ขนาด 0.5-1เซนติเมตร การคัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้น (Groundmass) อีก 75 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรเป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ แอมฟิโบล , แพลกจิโอเคลส, โฟแทสซีม เฟลสปาร์, และแร่ Opaque ซึ่งทั้งหมดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า และหินชนิดนี้ โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ แบบโพไฟริติก (propylitic alteration)และมีสายแร่ตัดผ่าน (รูปที่ 3.2.9)

หินไรโอลิติกลาพิลลิท์ มีสีสดเป็นขาวเทา มีสีฝุ่น เป็นสีส้มแดง มีเนื้อหินแบบพอไฟริติก โดย มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแร่ควอตซ์ และแร่เฟลสปาร์ ขนาด 0.2-1 เซนติเมตร ขนาดเฉลี่ย 0.3 เซนติเมตร การคัดขนาดปานกลาง รูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้น อีก 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ และ โฟแทสซีมเฟลสปาร์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินแบบซิลิซิไฟด์ (silicified) และมีสายแร่ตัดผ่าน(รูปที่ 3.2.10)

หินไมโครไดออไรต์ มีสีสด เป็นสีดำ มีสีฝู เป็นสีเทาดำ เป็นเนื้อผลึกของ แร่แอมฟิโบล และแร่ Opaque ที่เป็นสีดำ ส่วนแร่ควอตซ์เป็นสีขาว มีผลึกขนาดเล็กมาก ประมาณ 0.05มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินแบบ silicified เล็กน้อย และมีสายแร่ตัดผ่าน(รูปที่ 3.2.11)

สายแร่Quartz มีสีสดเป็นสีขาว มีสีฝู เป็นสีขาว ประกอบด้วยแร่ควอตซ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็น แร่ไฟโรต์, แร่คาลโคไลไฟโรต์, แร่คลอไรต์, แร่ฮีมาไทต์ แทรกอยู่ตามสายแร่ควอตซ์ สายแร่ที่พบ ส่วนใหญ่ มีลักษณะcolloform texture ซึ่งแสดงการเข้ามาของ สายแร่ควอตซ์หลายครั้ง (รูปที่ 3.2.12)

หินทรานซิติคแอนดิไซต์ มีสีสดสีเป็นขาวเขียว มีสีฝูเป็นสีขาว มีเนื้อหินแบบพอไฟริติก มีเนื้อละเอียด พบโครงสร้างแบบเส้น(Linear structure) ในผนังหินชนิดนี้เกิดจากการซิดของน้ำยาแร่ซ้ากันหลายๆครั้ง โดยในแต่ละเส้นนั้น แร่ในเนื้อผลึกดอก คือ แร่ควอตซ์ แร่ โฟแทสเชื่อมเฟลด์สปาที่มาเรียงตัวกันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือนั้นเป็นเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว หินชนิดนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพหิน และไม่มีสายแร่ตัดผ่าน (รูปที่ 3.2.13)

ตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ลักษณะตะกอนบริเวณนี้เป็น ตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวอยู่ด้านล่างและถูกปิดทับด้วยศิลาแลงด้านบน ในส่วนของลักษณะตะกอนไม่มีการคัดขนาดตะกอน ส่วนใหญ่เป็นตะกอนขนาดทรายแป้ง-ดินเหนียว และมีเศษหินขนาดประมาณ 0.5-3 เซนติเมตร รูปร่างแบบ sub-angular มีสองชนิด คือสีขาวป็นหินไรโอริติกทัฟ และสีดำแดงเป็นหินแอนดิไซติกทัฟ (รูปที่ 3.2.14)

3.2.3 ธรณีโครงสร้าง

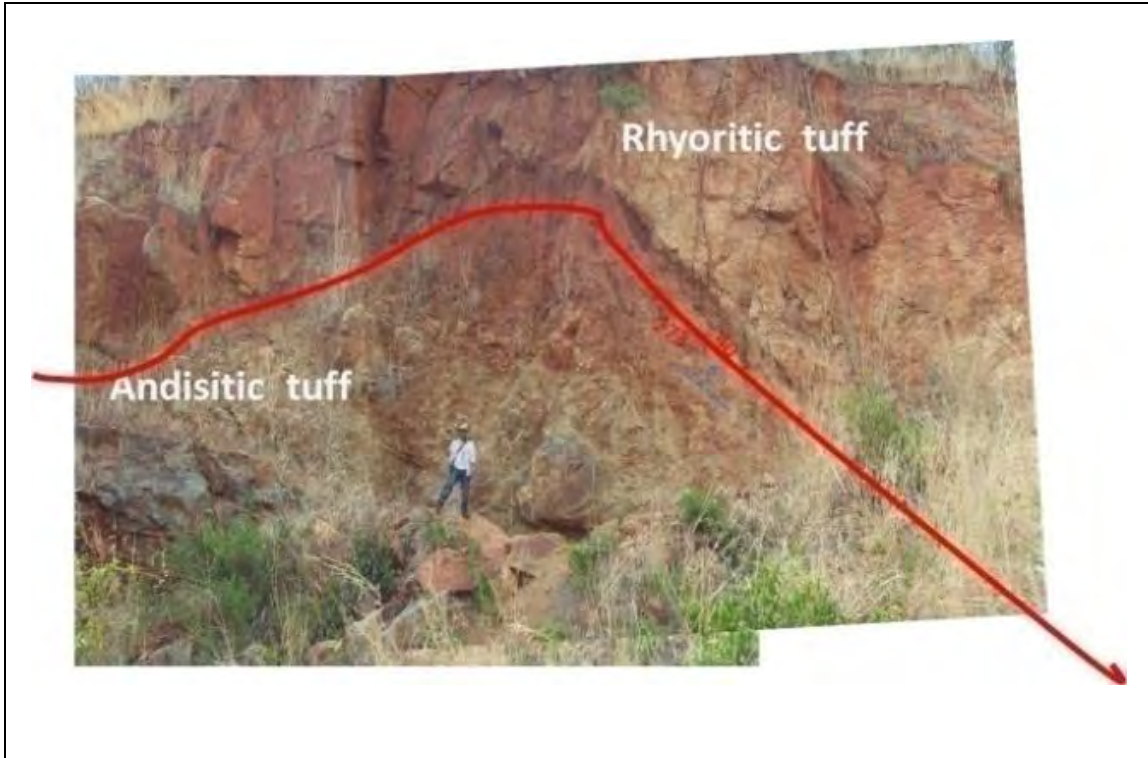
ในพื้นที่ศึกษาเมื่อดูจากธรณีสัณฐาน (geomorphology) มีโครงสร้างแนวหลักอยู่ในแนวเหนือใต้ โดยมีหินแอนดิไซติกทัฟเป็นหินที่แก่ที่สุดและถูกปิดทับด้วยหินไรโอลิติกทัฟ โดยมีรอยสัมผัสในแนว 270/40 แต่ชั้น หินไรโอริติก ทัฟมีการวางตัวในแนว 200/80 ประกอบกับการแทรกดันของหินไมโครไดออไรต์เป็น กระเปาะๆให้เห็นบริเวณช่วงเหนือ กลาง ใต้ของเขาพนมพา หลังจากนั้นผนังหินแอนดิไซท์ แทรกดันเข้ามาในหินไดออไรต์ ในแนวเหนือใต้ บริเวณกลางเขาพนมพา

ในส่วนของรอยแตกเป็นระบบ มีแนวหลักคือ เหนือเหนือตะวันออก แนวรองคือแนวตะวันตกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงใต้ (รูปที่ 3.2.16) ซึ่งเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับการสะสมของทองคำ ที่เข้ามาตามรอยแตกพร้อมกับสายแร่ควอตซ์ นั้นพบว่าส่วนใหญ่วางตัวในแนว เหนือตะวันออก และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ (รูปที่ 3.2.17) ส่วนรอยแตกเป็นระบบที่ไม่สัมพันธ์กับการสะสมของแร่ทองคำนั้น วางในแนว ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นหลัก (รูปที่ 3.2)

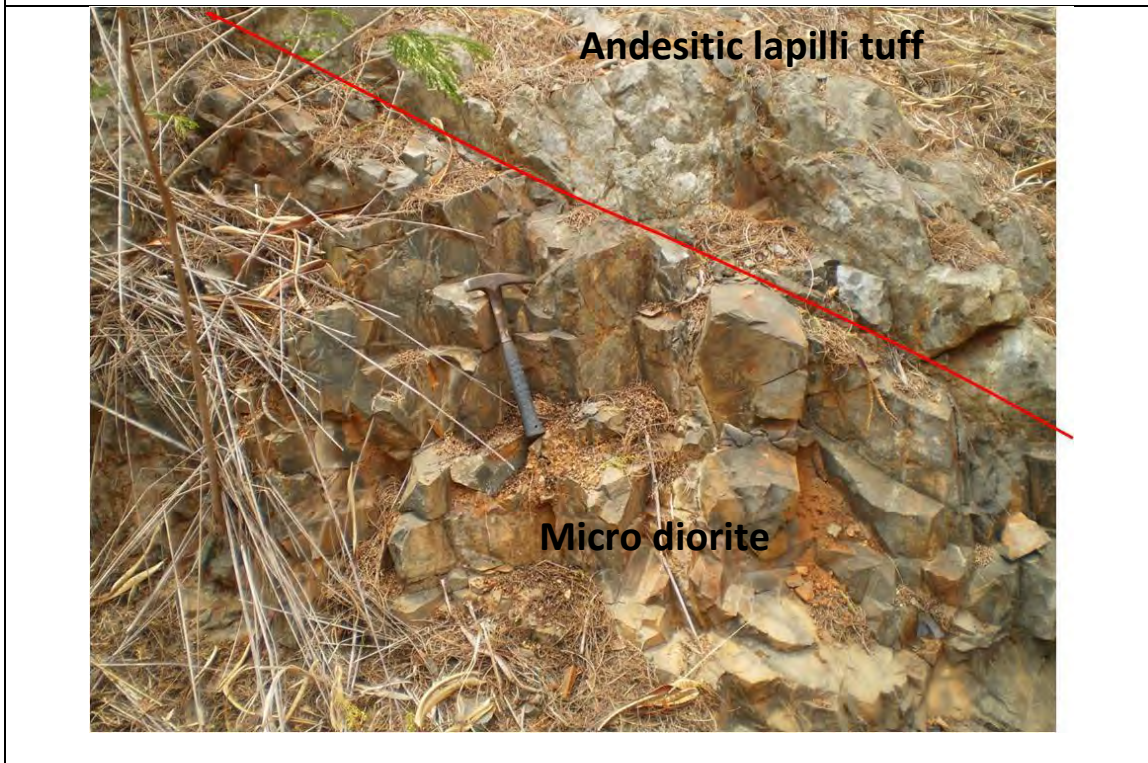
จากข้อมูลทั้งหมดจึงสามารถแปลผลข้อมูลออกมาในรูปแบบที่ธรณีวิทยา (รูปที่ 3.2.19) และ ภาพตัดขวาง (รูปที่ 3.2.20) เพื่อบอกประวัติทางธรณีวิทยา

รูปที่ 3.2.1 หินโผล่บริเวณหน้าเหมือง ของหิน andesitic lapilli tuff และ rhyolitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A7(รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงรอยสัมผัสของชั้นหิน andesitic lapilli tuff ที่ถูกปิดทับด้วยหิน rhyolitic lapilli tuff

รูปที่ 3.2.2 หินโผล่บริเวณหน้าเหมือง ของหิน andesitic lapilli tuff และ micro diorite บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A1 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดง หิน Micro diorite แทรกตัดเข้ามาใน หิน andesitic lapilli tuff



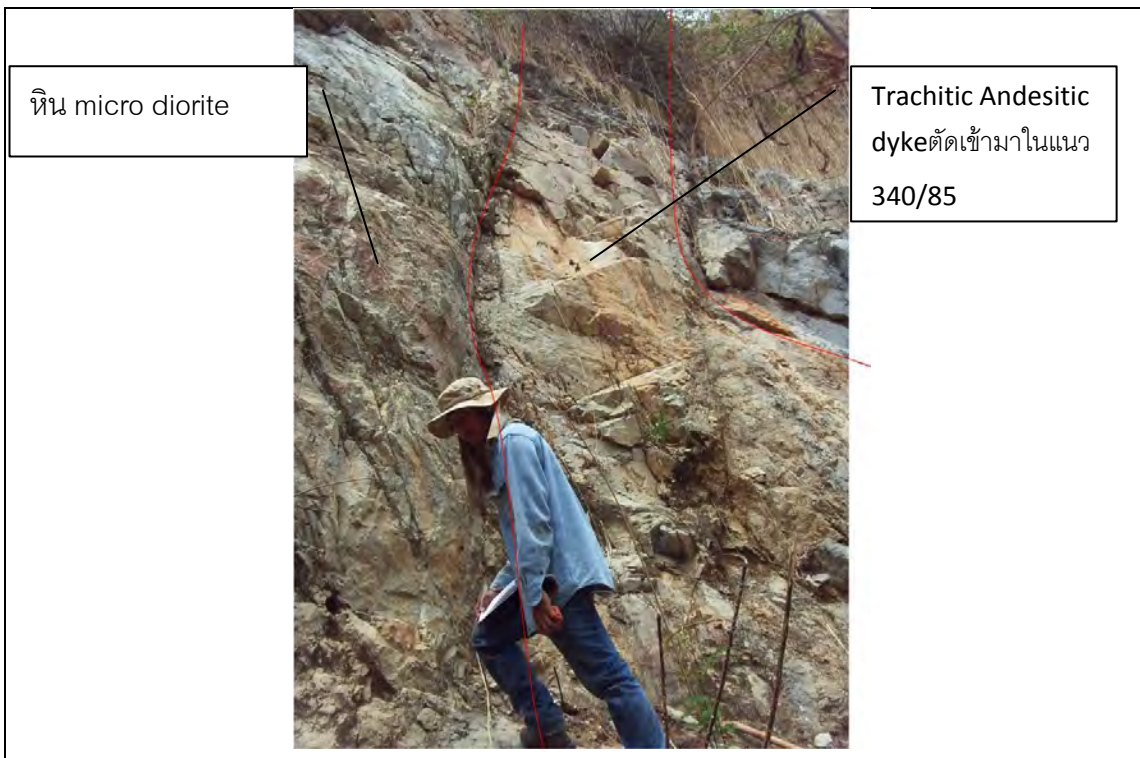
รูปที่ 3.2.1



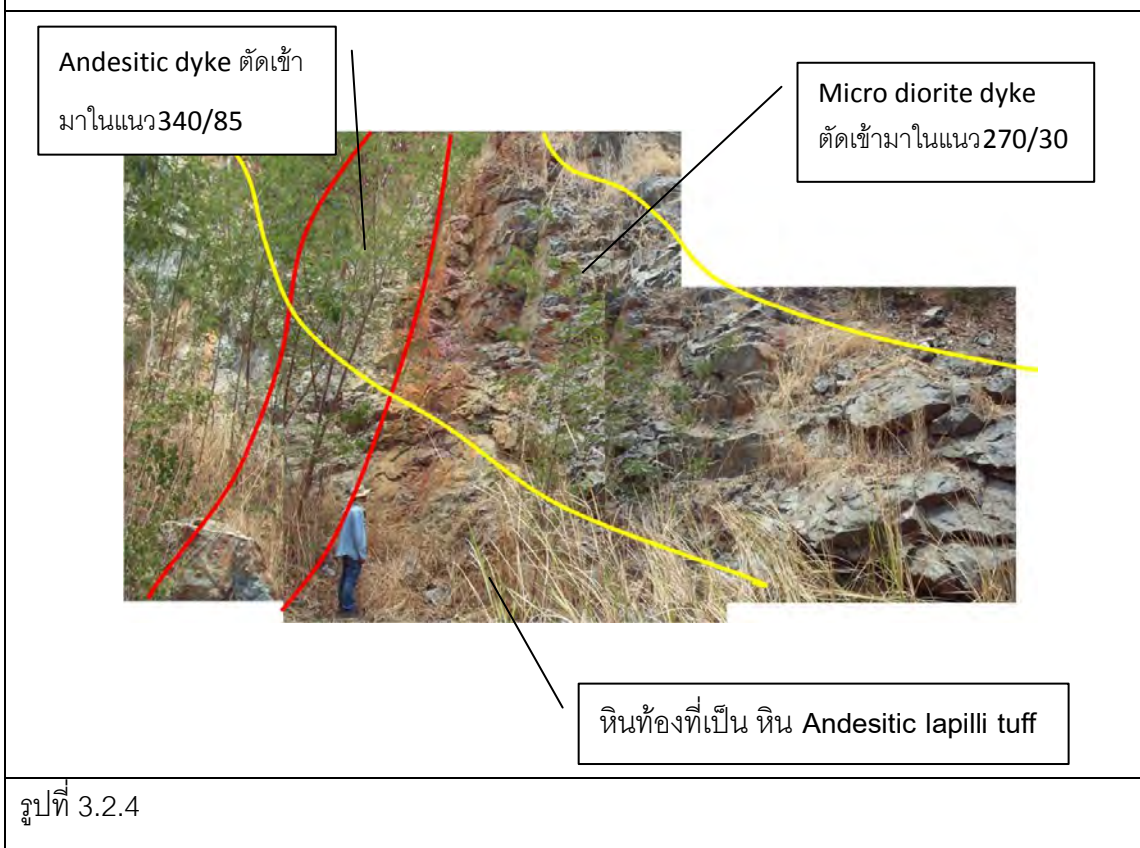
รูปที่ 3.2.2

.รูปที่3.2.3 หินโผล่บริเวณหน้าเหมืองของหิน micro diorite และ หิน trachitic andesitic dyke บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A1(รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงการแทรกตัดของหิน Trachitic Andesitic dyke เข้ามาในหิน micro diorite ในแนว 340/85

.รูปที่ 3.2.4 หินโผล่บริเวณหน้าเหมืองของหิน andesitic lapilli tuff, หินTrachitic Andesitic dyke และ หินMicro diorite dyke บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A1(รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงการแทรกตัดของหิน Micro diorite dyke เข้ามาในหิน andesitic lapilli tuff ในแนว 270/30 แล้วถูกหิน Trachitic Andesitic dykeแทรกตัดเข้ามาในหิน micro diorite ในแนว 340/85 อีกครั้ง



รูปที่ 3.2.3



รูปที่ 3.2.4

รูปที่ 3.2.5 หินโผล่ธรรมชาติของหินควอตซ์ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B11 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) บริเวณกลางเขาพนมพา แสดงสายแร่ควอตซ์ซึ่งแทรกตัดเข้ามาในหินผุของหิน andesitic lapilli tuff ซึ่งมีหญ้าปกคลุม โดยมีการวางตัวในแนว 230/70 NW

รูปที่ 3.2.6 หน้าผาหินโดยมองไปทางตะวันตกเฉียงใต้ แสดงหินโผล่เป็นหิน andesitic lapilli tuff และสายแร่ควอตซ์ บริเวณบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A1(รูปที่3.1.1 หน้า 22) ซึ่งเกิดจากการระเบิดตามแนวสายแร่ควอตซ์ไปในแนว ตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ



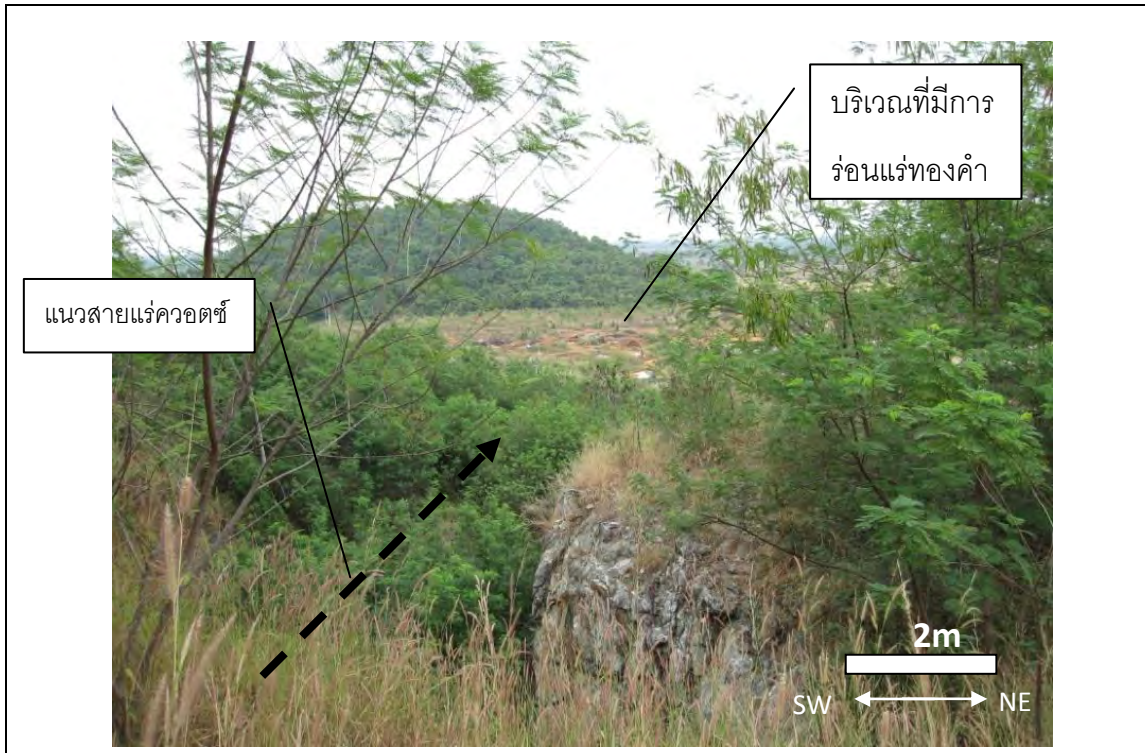
รูปที่ 3.2.5



รูปที่ 3.2.6

รูปที่ 3.2.7 ส่วนของหน้าเหมืองโดยมองไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นหิน andesitic lapilli tuff และสายแร่ควอตซ์ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A4(รูปที่3.1.1 หน้า 22) ที่ได้จากการระเบิดตามแนวสายแร่ควอตซ์ไปในแนว ตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อมองจากมุมนี้พบว่าเป็นแนวตรงต่อเนื่อง ไปยังบริเวณที่มีการร่อนแร่ทองคำ ทางด้านตะวันออกของเขาพนมพาทำให้สันนิษฐานได้ว่าสายแร่ทองคำนั้นเมื่อพุ่งก็จะไหลลงไปสะสมตัวเป็นลานแร่ในปัจจุบัน

รูปที่ 3.2.8 บ่อขุดของชาวบ้านที่ได้จากการเปิดหน้าดินเพื่อนำตะกอนไปร่อนทอง เป็น ตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัวบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D3(รูปที่3.1.1 หน้า 22) ทางด้านตะวันออกของเขาพนมพา ซึ่งถูกปิดทับโดยศิลาแลง (สเกล นายศุภชัย ชูสวัสดิ์ ส่วนสูง 170 เซนติเมตร)



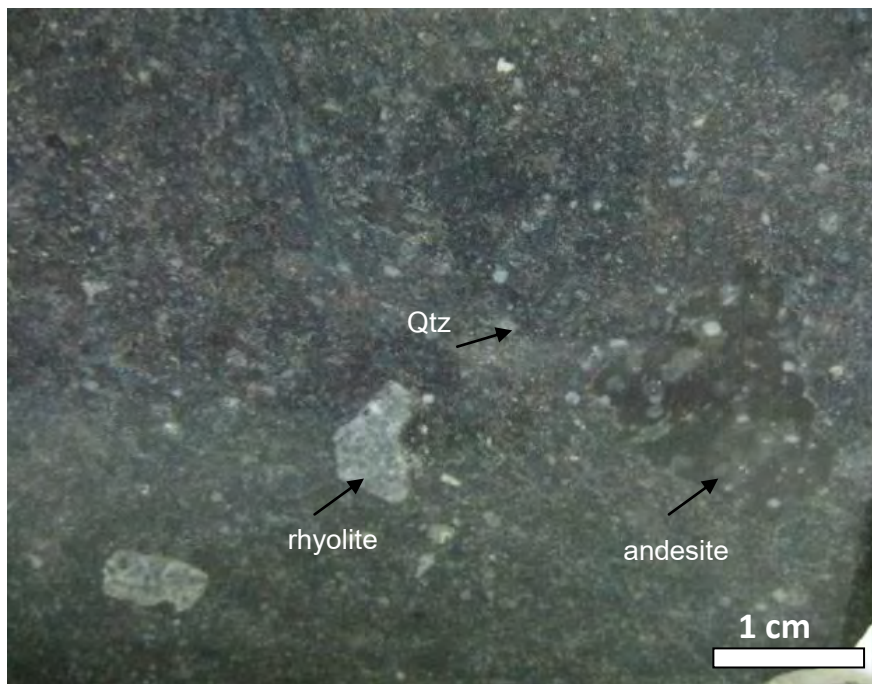
รูปที่ 3.2.7



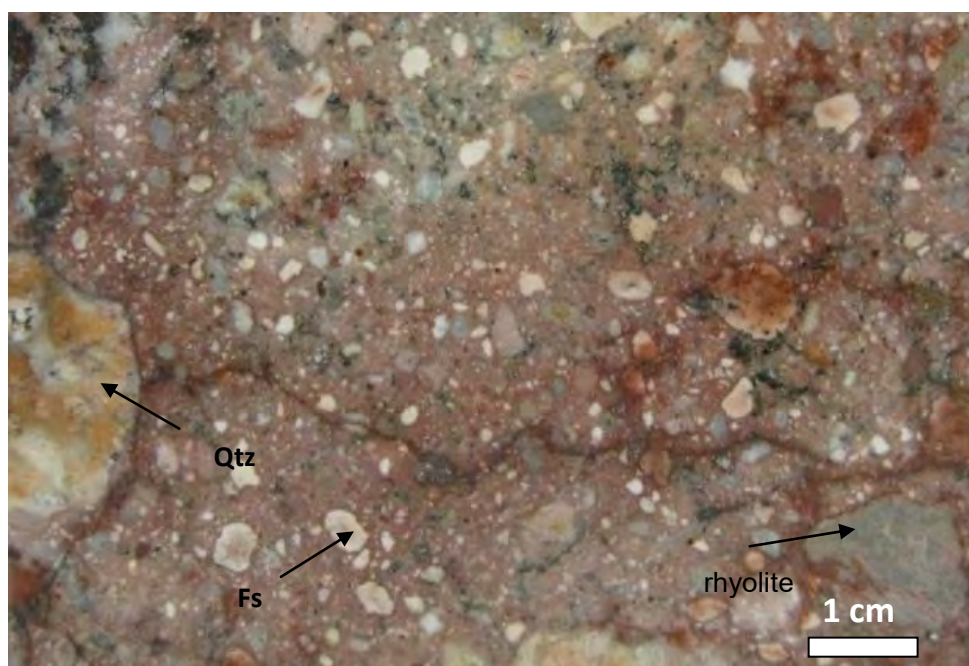
รูปที่ 3.2.8

รูปที่ 3.2.9 แผ่นหินหน้าเรียบ(rock slab)ของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข A11-1 ที่ได้จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A11(รูปที่3.1.1 หน้า 22) ที่มีสีสดเป็นสีเขียวดำ สีฝุ่นเป็นสีดำ ซึ่งแสดงเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อดอก ประกอบด้วย หินrhyolite แร่ควอตซ์(Qtz) และหิน andesite เนื้อพื้นเป็นเนื้อละเอียด โดยส่วนใหญ่พบการเปลี่ยนแปลงสภาพหิน (alteration)

รูปที่ 3.2.10 แผ่นหินหน้าเรียบ(rock slab)ของหิน rhyolitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข D5-2 ที่ได้จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D5 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ที่มีสีสดเป็นสีน้ำตาลขาว สีฝุ่นเป็นสีน้ำตาลแดง ซึ่งแสดงเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อดอก ประกอบด้วย หินrhyolite แร่ควอตซ์(Qtz) และแร่เฟลสปาร์(Fs) เนื้อพื้นเป็นเนื้อละเอียด โดย ส่วนใหญ่พบการเปลี่ยนแปลงสภาพหิน (alteration) แบบsilicified



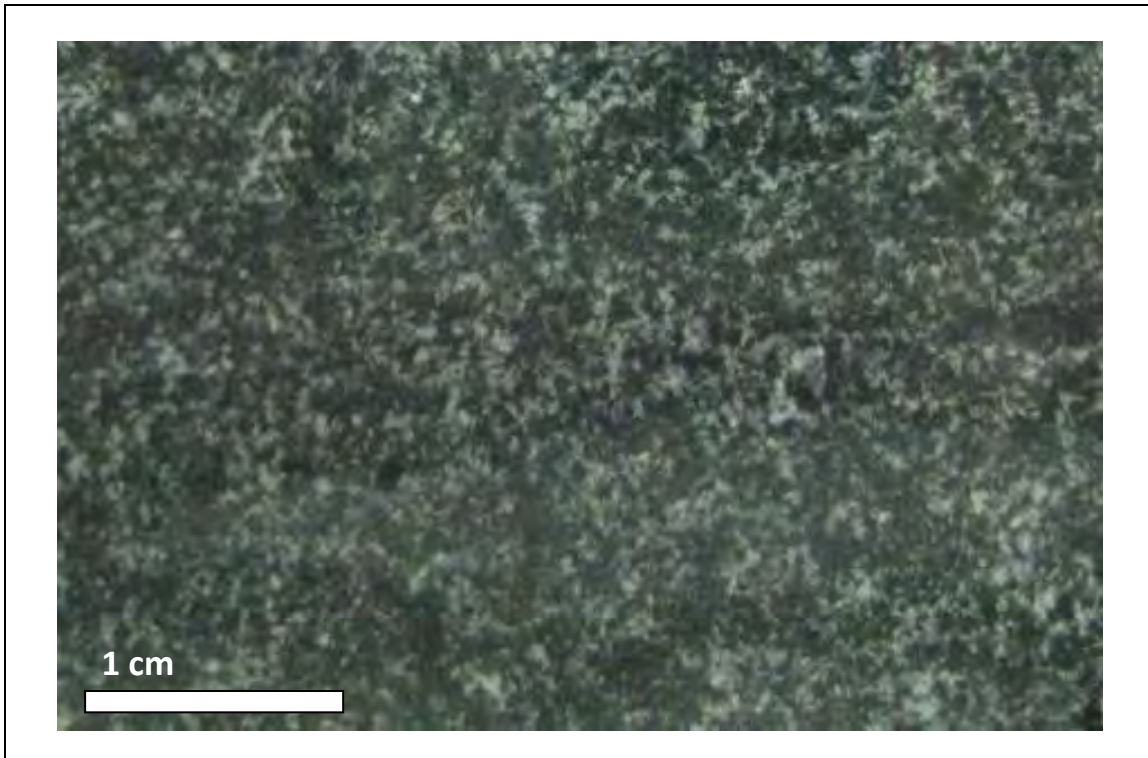
รูปที่ 3.2.9



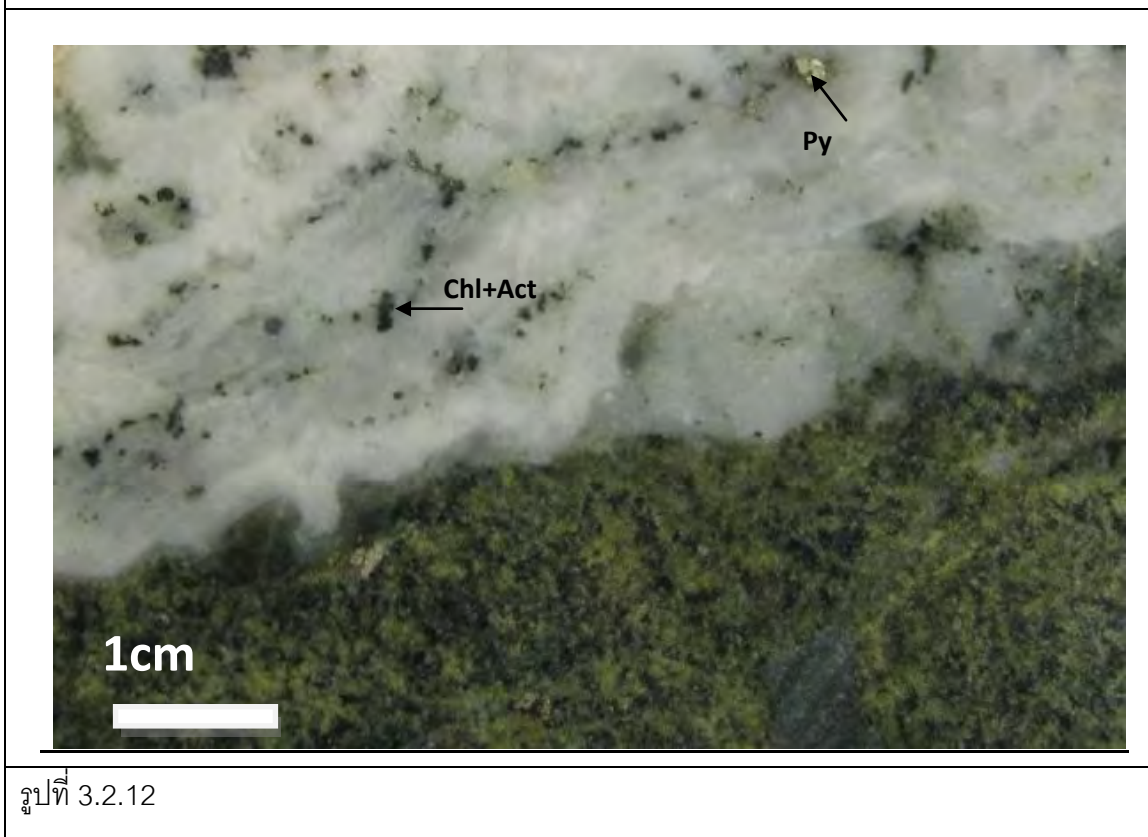
รูปที่ 3.2.10

รูปที่ 3.2.11 แผ่นหินหน้าเรียบ(rock slab)ของหิน micro diorite จากตัวอย่างหมายเลข C4-B ได้จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C4 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ที่มีสีสดเป็นสีดำ มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ ซึ่งแสดงเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อดอก ประกอบด้วยแร่แอมฟิโบล(Amp)ที่เป็นสีดำ แร่ควอตซ์(Qtz) ที่เป็นสีขาว เนื้อพื้นเป็นเนื้อละเอียด โดยส่วนใหญ่พบการเปลี่ยนแปลงสภาพหิน (alteration)

รูป 3.2.12 แผ่นหินหน้าเรียบ(rock slab)ของหินควอตซ์ จากตัวอย่างหมายเลข A2-3 ได้จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดง สายแร่Quartz มีสีสดเป็นสีขาว มีสีฝุ่นเป็นสีขาว ประกอบด้วยแร่ ควอตซ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือ มี แร่ไฟไรต์ , แร่คาลโคไลไฟไรต์, แร่คลอไรต์แทรกอยู่ตามสายแร่ควอตซ์ สายแร่ที่พบส่วนใหญ่ มีลักษณะ colloform texture ซึ่งแสดงการเข้ามาของ สายแร่ควอตซ์หลายครั้ง



รูปที่ 3.2.11



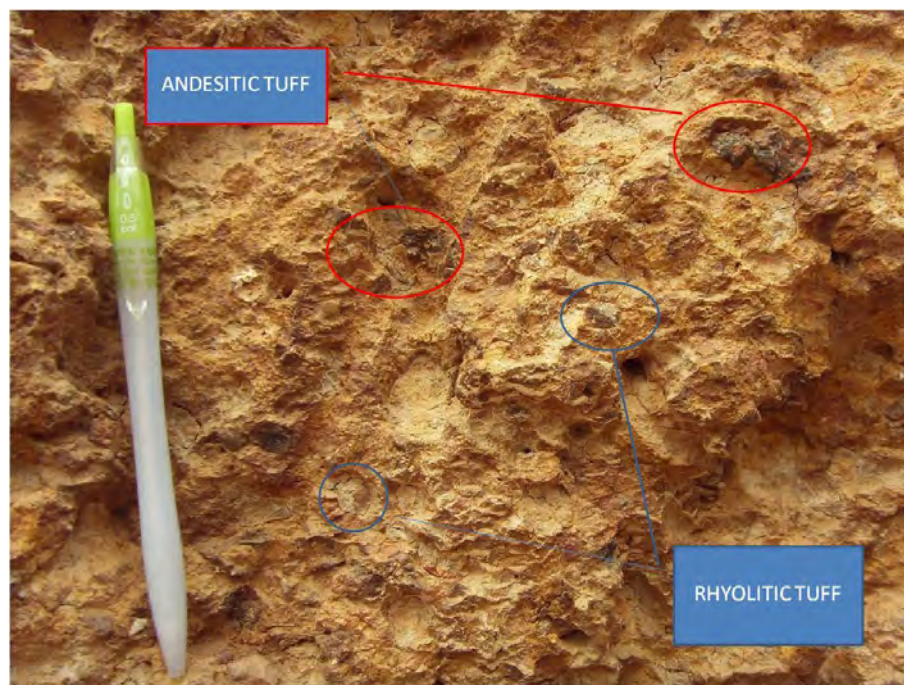
รูปที่ 3.2.12

รูปที่ 3.2.13 แผ่นหินหน้าเรียบ(rock slab)ของหินtrachitic andesite จากตัวอย่างหมายเลข A4-1 ได้จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A4 (รูปที่3.1.1 หน้า 22)ซึ่งเป็นผนังหินทราซิดิกแอนดิไซต์ แสดงลักษณะของlineation เป็นโครงสร้างแบบเส้นที่เกิดจากการเรียงตัวของแร่ K-feldspar และ plagioclase

รูปที่ 3.2.14 ด้านข้างบ่อขุดของชาวบ้าน เป็น ตะกอนเชิงเขาที่ยังไม่แข็งตัวบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D3(รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงลักษณะของเกรนที่เป็น เศษหินซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นสองชนิด เศษหินที่เป็นสีเข้มเป็นหินandesitic lapilli tuff เศษหินที่เป็นสีอ่อนเป็นหินrhyolitic lapilli tuff ในmatrix ที่ประกอบด้วย clayเป็นส่วนใหญ่



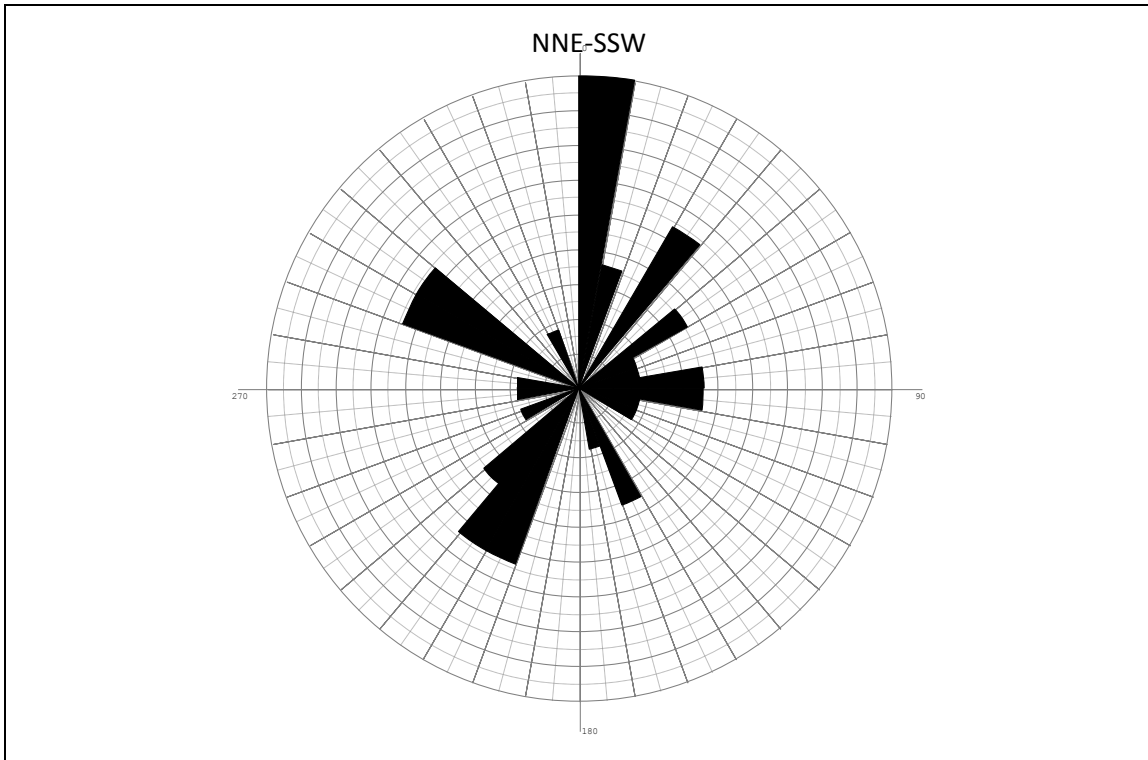
รูปที่ 3.2.13



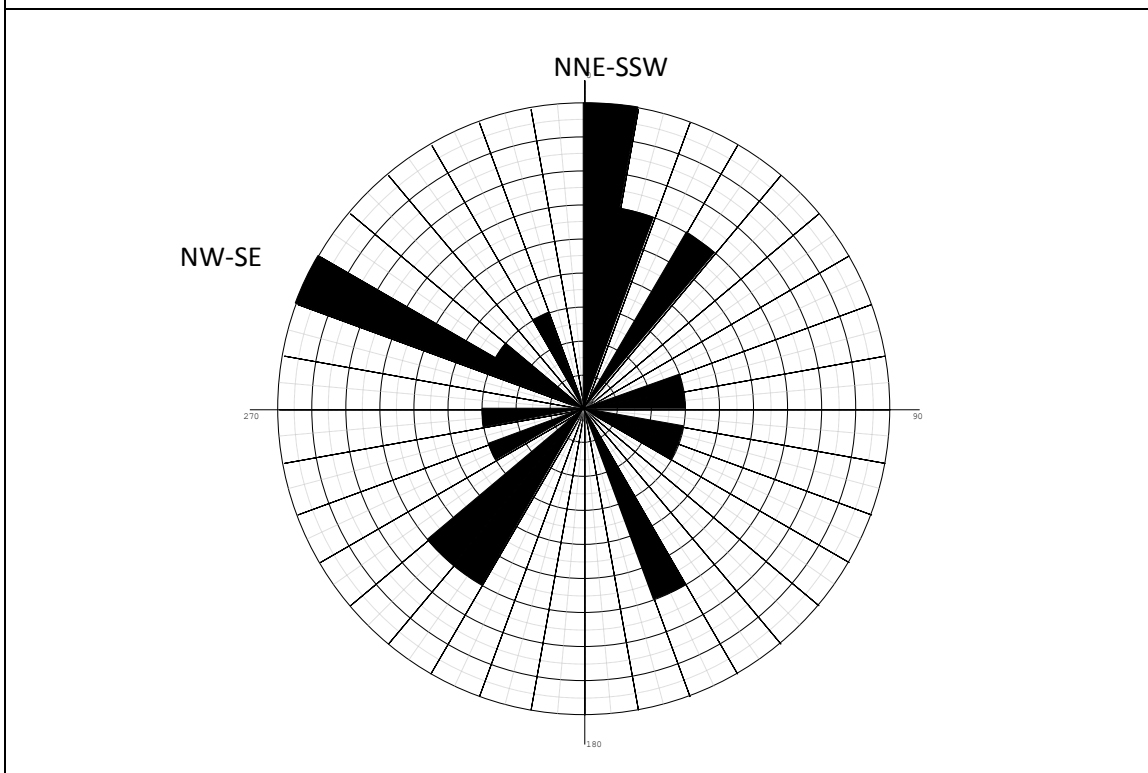
รูปที่ 3.2.14

.รูปที่ 3.2.15 rose diagram ที่จากข้อมูลjoints และ veins รวมจำนวน 41 ข้อมูลจากทั้งบริเวณพื้นที่ศึกษา ในช่วงความห่างของแนวการวางตัว (interval) 10 องศา แสดงให้เห็นว่า โครงสร้างส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในแนว NNE-SSW

.รูปที่ 3.2.16 rose diagram ที่จากข้อมูล veins จำนวน 24 ข้อมูลจากทั้งบริเวณพื้นที่ศึกษา ในช่วงความห่างของแนวการวางตัว (interval) 10 องศา แสดงให้เห็นว่า veins ส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในแนว NNE-SSW และ NW-SE

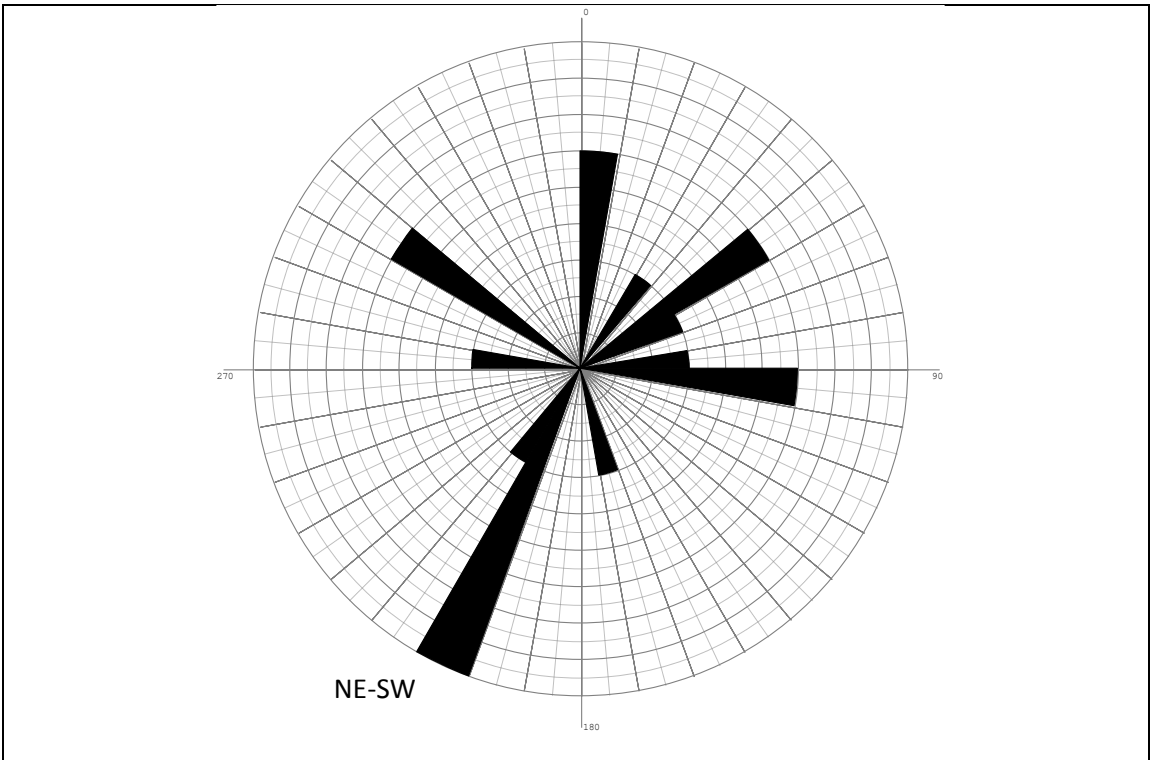


รูปที่ 3.2.15



รูปที่ 3.2.16

รูปที่ 3.2.17 rose diagram ที่จากข้อมูล joints จำนวน 17 ข้อมูลจากทั้งบริเวณพื้นที่ศึกษา ในช่วงความห่างของแนวการวางตัว (interval) 10 องศา แสดงให้เห็นว่า joints ส่วนใหญ่มีแนวการวางตัวในแนว NE-SW



รูปที่ 3.2.17

บทที่4: การศึกษาสีลาพรรณนา

4.1 Macroscopic description

4.2 Microscopic description

4.1 Macroscopic description

จากการศึกษาแบบmacroscopic description โดยศึกษาจากการออกภาคสนามและการศึกษาแผ่นหินหน้าเรียบ (rock slab) จากตัวอย่าง 105 ตัวอย่าง ซึ่ง แบ่งหินออกเป็นชนิดดังนี้ (โดยใช้การใส่สัญลักษณ์ ตามแบบ Mineral symbols for rock-forming mineral (Kretz, 1983) (ตาราง 4.1))

4.1.1 หินลาพิลลีแอนดิซิติคทัฟ (Andesitic lapilli tuff)

หินลาพิลลีแอนดิซิติคทัฟ ในพื้นที่ศึกษาสามารถจัดกลุ่มแบ่งตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพได้เป็น 7 แบบ ดังนี้

4.1.1.1 Andesitic lapilli tuff มีสีสด เป็นสีดำเขียวถึงดำ มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ มีเนื้อหินแบบพอไฟริติก(Porphyrific) มีเนื้อผลึกดอก(Phenocryst)ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเศษหินและแร่ ของหินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ แร่ฮอนเบลนด์ และหินแอนดิไซต์ ขนาด 0.5-1 เซนติเมตร การัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้น(Groundmass) อีก 75 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรเป็นเนื้อแก้ว และ แก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ แอมฟิโบล , แพลกจิโอเคลส, โฟแทสเซียม-เฟลสปาร์, และแร่ Opaque ซึ่งทั้งหมดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า และหินชนิดนี้ โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินและมีสายแร่ตัดผ่าน(รูปที่ 4.1.1.1)

4.1.1.2 Weak altered andesitic tuff หินแอนดิซิติกลาพิลลีทัฟ มีสีสดดำ มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเศษหิน และแร่ ของหินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ แร่ฮอนเบลนด์ และหินแอนดิไซต์ ขนาด 0.5 เซนติเมตร การัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้น อีก 90 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร แสดงลักษณะ aphanitic texture เป็นเนื้อแก้ว และเป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ แอมฟิโบล , ทริมโมไลท์, แพลกจิโอเคลส, โฟแทสเซียม เฟลสปาร์ , และแร่ทึบแสง (Opaque mineral) ซึ่งทั้งหมดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยมีเปลี่ยนแปลงสภาพ (รูปที่ 4.1.1.1)

4.1.1.3 Moderate altered andesitic lapilli tuff หินแอนดิซิติกลาพิลลีทัฟ มีสีสดเป็นสีดำเขียวถึงดำ มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเศษหินและแร่ ของหินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ แร่ฮอนเบลนด์ และหินแอนดิไซต์ ขนาด 0.05-0.3 เซนติเมตร การัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular ส่วนเนื้อพื้น อีก 75 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรเป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ ทริมโมไลท์, แพลกจิโอเคลส, โฟแทสเซียม เฟลสปาร์ , และซึ่งทั้งหมดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า และหินชนิดนี้

โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินระดับปานกลาง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทคือ moderate altered Andesitic tuff (รูปที่ 4.1.1.3.1) moderate altered andesitic lapilli tuff (รูปที่ 4.1.1.3.2)

4.1.1.4 Selective altered andesitic lapilli tuff หินแอนดิซิติคลาพิลลิตัฟ มีสีสดขาวเทา มีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาลดำ มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเศษหิน ซึ่งประกอบด้วยแร่สีดำ แร่สีเหลืองเป็นแร่อีพิโดด และแร่สีขาวแร่ควอตซ์และ เฟลสปาร์ ขนาด 0.2 เซนติเมตร การัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular ส่วนเนื้อพื้น อีก 70 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรเป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ ควอตซ์ ทริมโมไรท์ และ แพลกจิโอเคลส ซึ่งทั้งหมดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเป็นลักษณะ aphanitic texture การเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่จะพบลักษณะการ เลือกเปลี่ยนแปลงแบบเลือกเปลี่ยนแปลง (selective altered) ของแร่ อีพิโดด (รูปที่ 4.1.1.4)

4.1.1.5 Strongly altered andesitic lapilli tuff หินแอนดิซิติคลาพิลลิตัฟ มีสีสด เป็นสีเขียว มีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาลดำ มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วย เศษหิน แร่สีดำ แร่สีขาว ขนาด 0.5-1เซนติเมตร การัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้นมีสีเขียว อีก 70 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรเป็นเนื้อแก้วและเป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ ทริมโมไรท์, คลอไรต์, แพลกจิโอเคลส, โฟแทสเซียม เฟลสปาร์, และแร่ Opaque ซึ่งทั้งหมดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า และหินชนิดนี้ โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพสูง (รูปที่ 4.1.1.5)

4.1.1.6 Strongly altered andesitic lapilli tuff มีสีสดเป็นสีเขียวถึงดำ มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเศษหิน ส่วนใหญ่โดนเปลี่ยนแปลง กลายเป็นแร่ควอตซ์ไปหมดแล้ว ขนาด 0.2 เซนติเมตร การัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้น อีก 80 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร เป็นเนื้อแก้วและเป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ ควอตซ์ และ โฟแทสเซียมเฟลสปาร์ ซึ่งทั้งหมดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า หินชนิดนี้เปลี่ยนแปลงสภาพสูงมากจนแทบไม่สามารถมองเห็น texture เดิมได้ที่เรียกว่า pervasive texture (รูปที่ 4.1.1.6)

4.1.2 หินไรโอลิติกลาพิลลิตัฟ

หินไรโอลิติกลาพิลลิตัฟ ในพื้นที่ศึกษานั้น มีสีสดเป็นขาวเทา มีสีฝุ่นเป็นสีส้มแดงและสีน้ำตาล มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแร่ควอตซ์ และ แร่เฟลสปาร์ ขนาด 0.2-1เซนติเมตร ขนาดเฉลี่ย 0.3 เซนติเมตร การัดขนาดปานกลาง รูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้น อีก 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเนื้อแก้วและเป็นแก้วภูเขาไฟ ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ และ โฟแทสเซียมเฟลสปาร์ ขนาดเล็ก

กว่า 2 มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินแบบ silicified และมีสายแร่ควอตซ์ตัดผ่าน แสดงลักษณะเนื้อหินแบบ colloform ที่แสดงการเข้ามาหลายครั้งของสายแร่ควอตซ์ (รูปที่ 4.1.2.1, รูปที่ 4.1.2.2, รูปที่ 4.1.2.3, รูปที่ 4.1.2.4, รูปที่ 4.1.2.5)

4.1.3 หินไมโครไดออไรต์

หินไมโครไดออไรต์ มีสีสดเป็นสีดำ มีสีฝู เป็นสีเทาดำ มีเนื้อหินแบบฟาเนอริติก (Phaneritic texture) เป็นเนื้อผลึกของ แร่แอมฟิโบล และแร่ทึบแสง (Opaque) ที่เป็นสีดำ ส่วนแร่ควอตซ์เป็นสีขาว มีผลึกขนาดเล็กมาก ประมาณ $>0.2-0.5$ มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินแบบ silicified เล็กน้อย และมีสายแร่ตัดผ่าน (รูปที่ 4.1.3.1, รูปที่ 4.1.3.2, รูปที่ 4.1.3.3, รูปที่ 4.1.3.4)

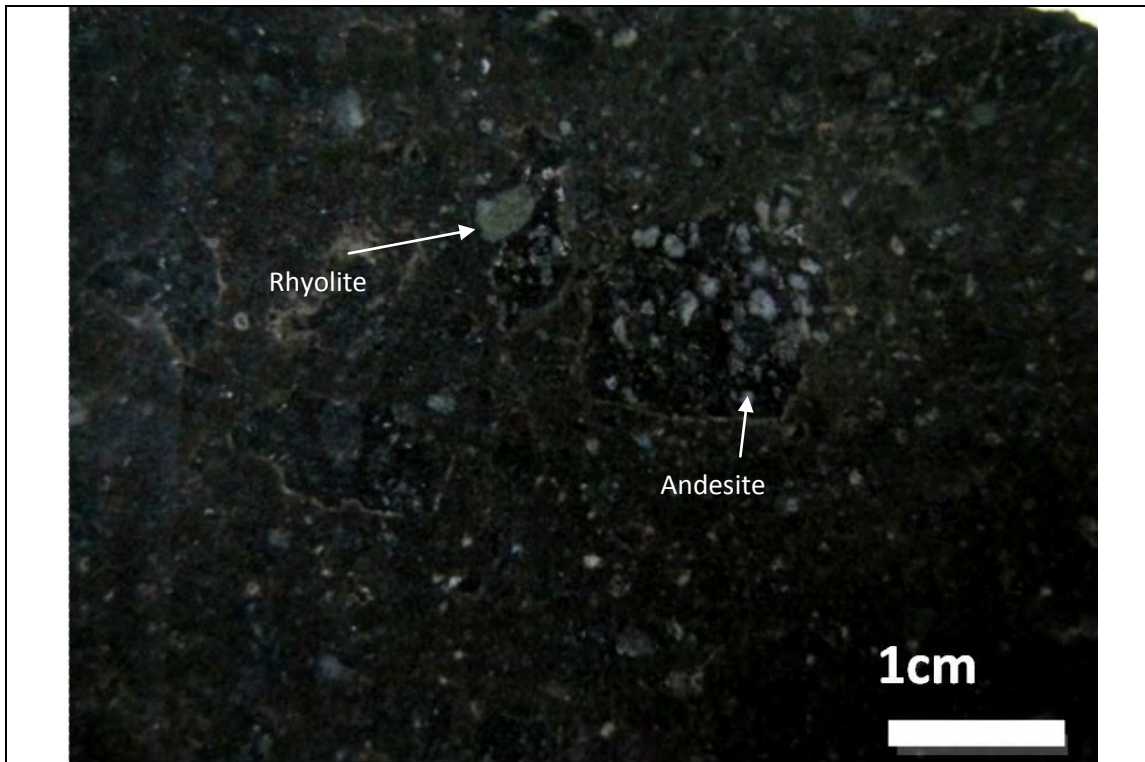
4.1.4 หินทราซิติคแอนดิไซต์

หินทราซิติคแอนดิไซต์ มีสีสดเป็นสีขาวเขียว มีสีฝูเป็นสีขาว มีเนื้อละเอียด พบโครงสร้างแบบเส้น (Linear structure) ในผนังหินชนิดนี้เกิดจากการฉีดของน้ำยาแร่ซ้ำกันหลายครั้ง โดยในแต่ละเส้นนั้น เป็นแร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ที่มาเรียงตัวกันประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือนั้นเป็นเนื้อพื้พื้ เป็นเนื้อแก้ว หินชนิดนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพหิน และไม่มีสายแร่ตัดผ่าน (รูปที่ 4.1.4.1) และยังพบการแทรกตัดเข้ามาในสายแร่ควอตซ์ซึ่งทำให้เห็นเศษหินควอตซ์แทรกเข้าไปอยู่ในเนื้อหินทราซิติคแอนดิไซท์ (รูปที่ 4.1.4.2)

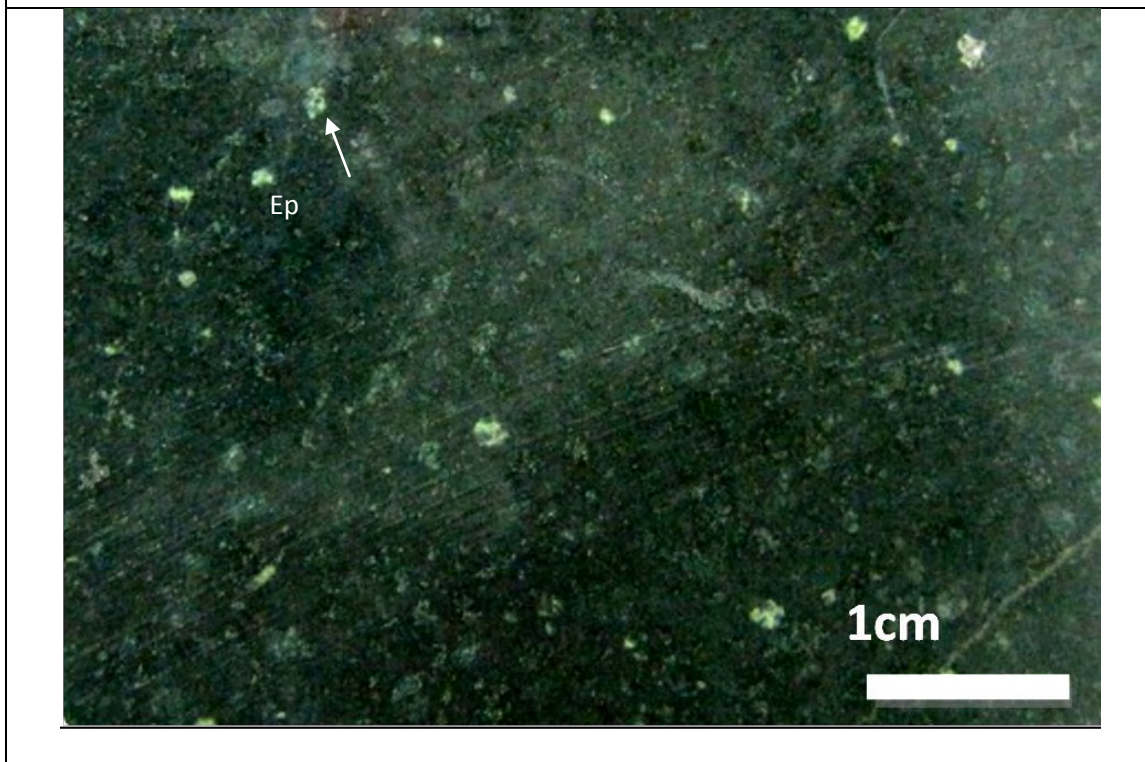
รูปที่ 4.1.1.1 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บ ตัวอย่างที่ C5 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข C5-A แสดงลักษณะของ หิน Andesitic lapilli tuff ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ มีสีดเป็นสีดำ และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาลเทา มีเนื้อหินแบบ porphyiitic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิวไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว

รูปที่ 4.1.1.2 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Weak Andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข B6-2 แสดงลักษณะของ หิน Andesitic lapilli tuff มีสีดเป็นสีดำเขียว และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาลเทา มีเนื้อหินแบบ porphyiitic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิวไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว โดยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเล็กน้อย แบบretrograde skarn ดังจะเห็นได้จากการพบแร่ฮิโดด

(



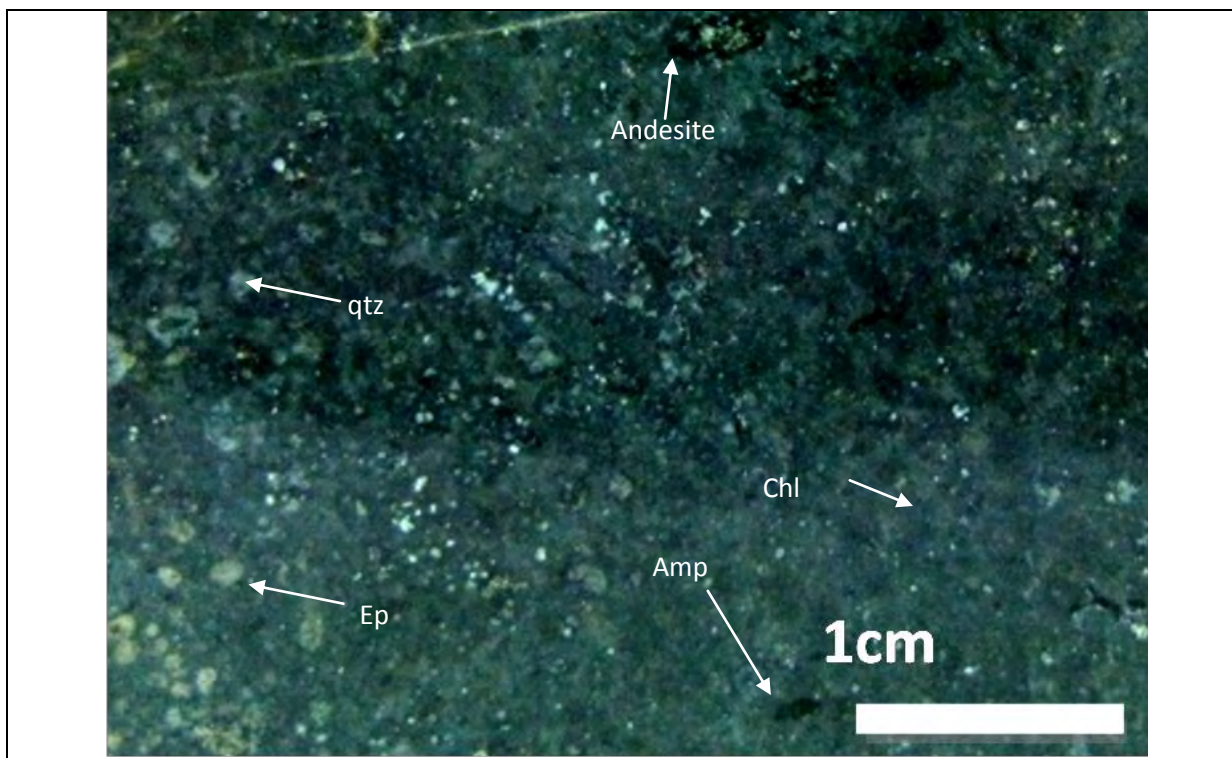
รูปที่ 4.1.1.1



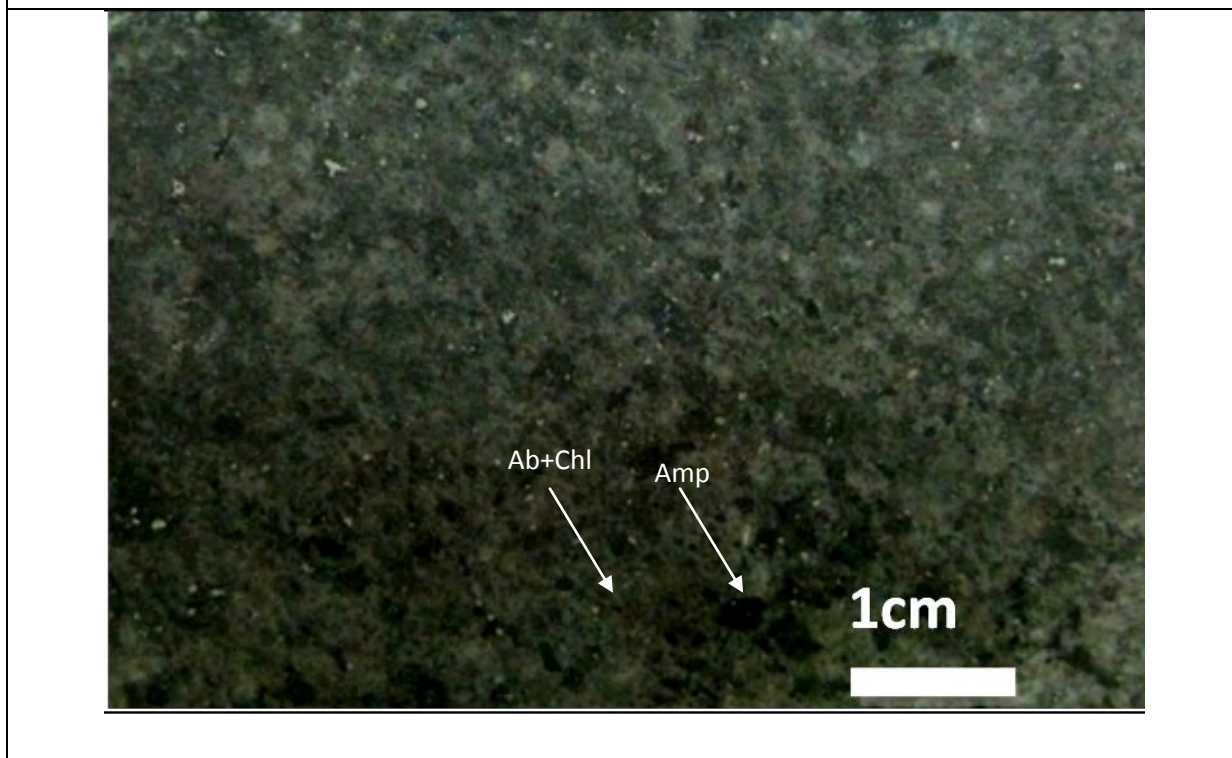
รูปที่ 4.1.1.2

.รูปที่ 4.1.1.3.1 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน moderate altered andesitic tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C2 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข C2-B แสดงลักษณะของ หิน Andesitic tuff เนื่องจากมีของเศษหินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.3เซนติเมตร โดยมีสีดเป็นสีเขียวดำ และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาล มีเนื้อหินแบบ porphyiitic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์ โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นแบบretrograde skarn ดังจะเห็นได้จากการพบแร่อีพิโดต แร่คลอไรต์

. รูปที่ 4.1.1.3.2 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน moderate altered andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B5 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข B5-1 แสดงลักษณะของ หิน Andesitic lapilli tuff เนื่องจากมีของเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3เซนติเมตร โดยมีสีดเป็นสีน้ำตาล และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาลแดง มีเนื้อหินแบบ porphyiitic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์และแร่แอลไบต์ โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพปานกลาง แบบ retrograde skarn ดังจะเห็นได้จากการพบ แร่คลอไรต์ แร่แอลไบต์ แร่แอมฟิโบล



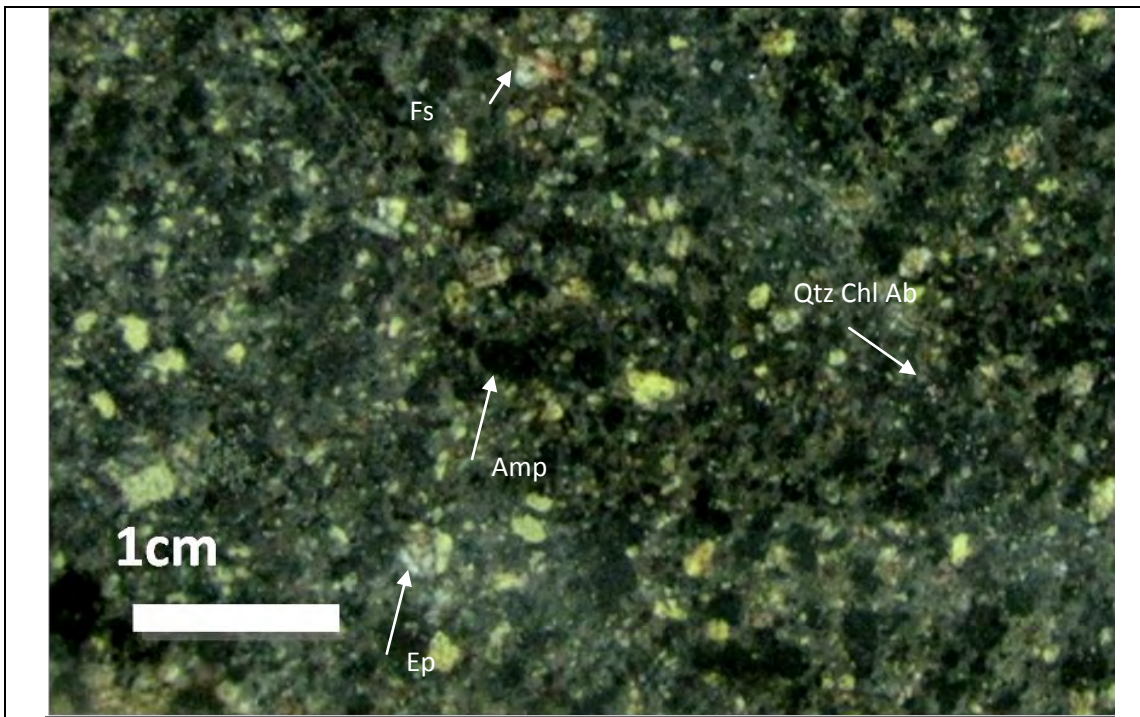
รูปที่ 4.1.1.3.1



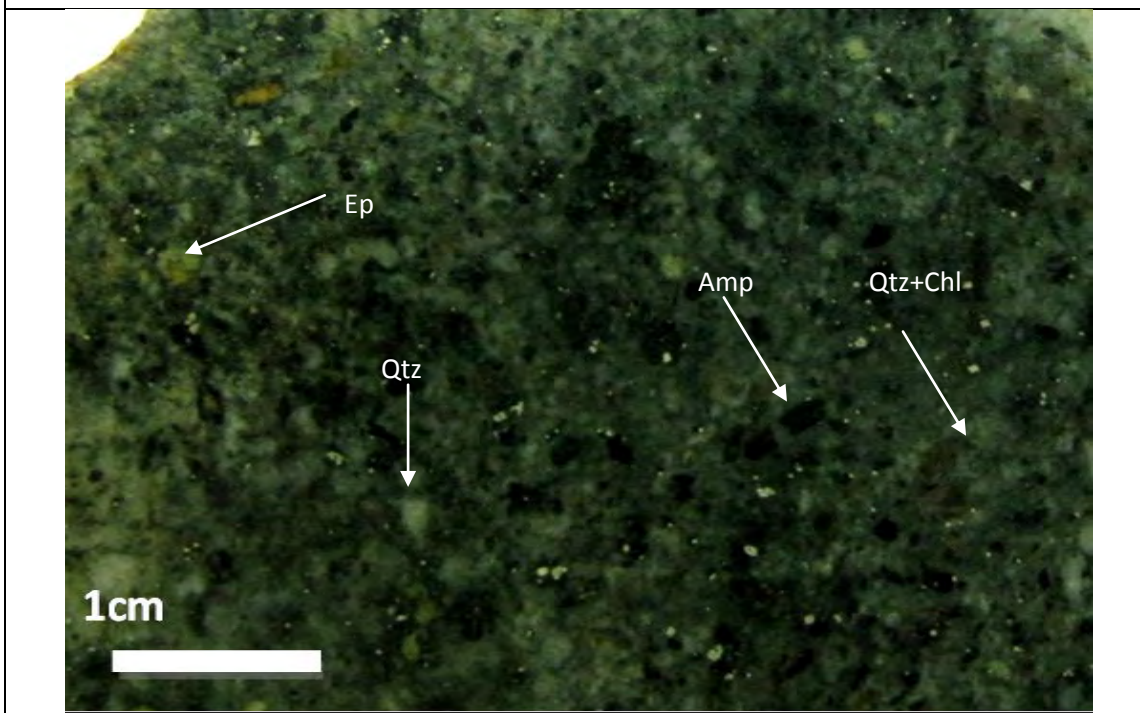
รูปที่ 4.1.1.3.2

รูปที่ 4.1.1.4 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน selective altered andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B13 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข B13-1 แสดงลักษณะของ หิน Andesitic lapilli tuff เนื่องจากมีของเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3เซนติเมตร โดยมีสีดเป็นสีเขียว และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาล มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ แร่อีพิโดด เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่ควอตซ์ แร่คลอไรต์และ แร่แอลไบต์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพบางส่วน แบบ retrograde skarn ดังจะเห็นได้จากการพบแร่อีพิโดดมีการแทนที่แร่บางชนิดในเนื้อผลึกดอก ส่วนในเนื้อพื้น เป็นแร่คลอไรต์ แร่เซอร์ไซต์ แร่แอลไบต์

รูปที่ 4.1.1.5 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน strongly altered andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A5 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข A5-2 แสดงลักษณะของ หิน Andesitic lapilli tuff เนื่องจากมีเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3เซนติเมตร โดยมีสีดเป็นสีเขียว และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาล มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์และ แร่ควอตซ์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพสูง แบบ retrograde skarn ดังจะเห็นได้จากการพบแร่อีพิโดด แร่คลอไรต์ แร่แอลไบต์

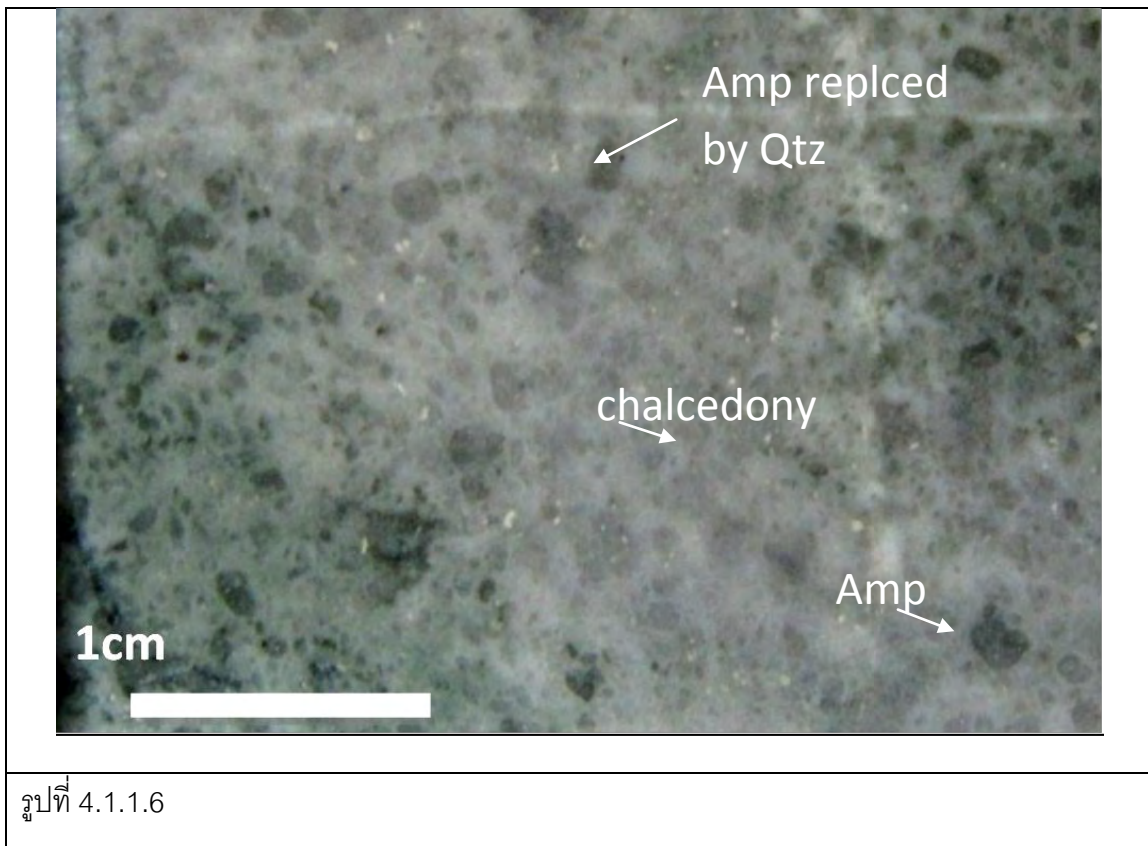


รูปที่ 4.1.1.4



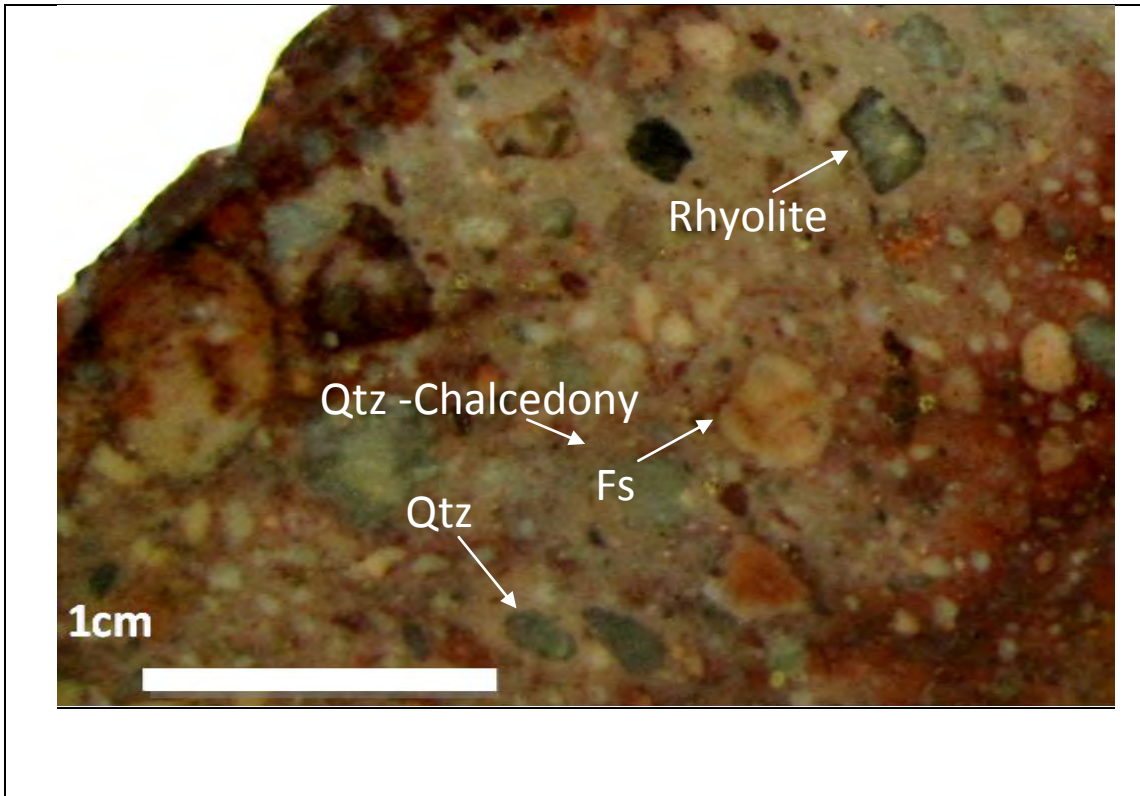
รูปที่ 4.1.1.5

รูปที่ 4.1.1.6 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน strongly altered andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C4 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข C4-5 แสดงลักษณะของ หิน Andesitic lapilli tuff เนื่องจากมีของเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3เซนติเมตร โดยมีสีสดเป็นสีขาว และมีสีฝุ่นเป็นสีขาวเทา มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่ควอตซ์ และ แร่คาลซีไนต์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพสูงมาก แบบretrograde skarn ดังจะเห็นได้จากการพบแร่ควอตซ์ แร่เซอร์ไซต์ ซึ่งส่วนใหญ่ถูกแทนที่ด้วยแร่ควอตซ์

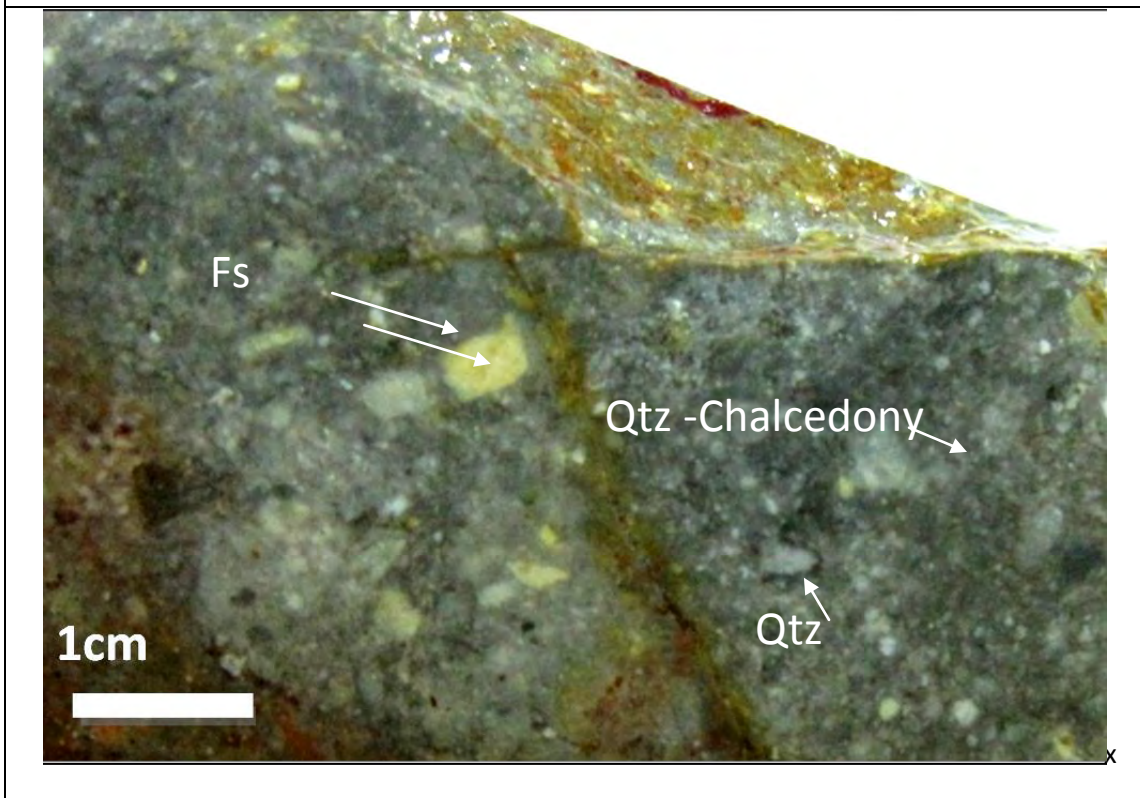


รูปที่ 4.1.2.1 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Coarse grain rhyolitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D5 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข D5-1 มีสภาพค่อนข้างผุ แสดงลักษณะของ หิน rhyolitic lapilli tuff เนื่องจากมีของเนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3 เซนติเมตรในปริมาณมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดย มีสีดเป็นสีขาวแดง และมีสีฝูเป็นสีแดง มีเนื้อหินแบบ porphyiitic มีเนื้อผลึกดอกมีขนาดเฉลี่ย 0.5 เซนติเมตร เป็น หินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่ควอตซ์ และ แร่คาลซิไนต์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบซิลิซิไฟด์ ดังจะเห็นได้จากแร่ส่วนใหญ่ ซึ่งถูกแทนที่ด้วยแร่ควอตซ์

รูปที่ 4.1.2.2 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Medium grain rhyolitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข D2-5 แสดงลักษณะของ หิน rhyolitic lapilli tuff เนื่องจากมีของเนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3 เซนติเมตรในปริมาณมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดย มีสีดเป็นสีขาวเทา และมีสีฝูเป็นสีแดง มีเนื้อหินแบบ porphyiitic มีเนื้อผลึกดอกมีขนาดเฉลี่ย 0.3 เซนติเมตรประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วประกอบด้วย แร่ควอตซ์ และ แร่คาลซิไนต์ โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบซิลิซิไฟด์ ดังจะเห็นได้จากแร่ส่วนใหญ่ ซึ่งถูกแทนที่ด้วยแร่ควอตซ์



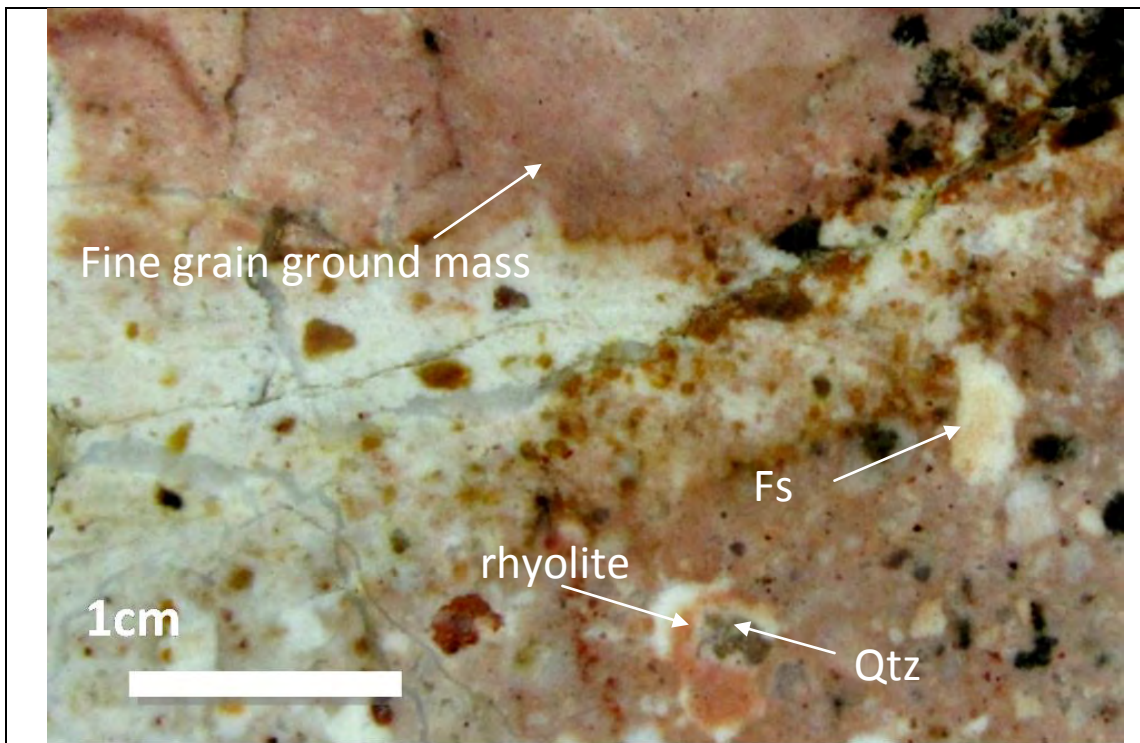
รูปที่ 4.1.2.1



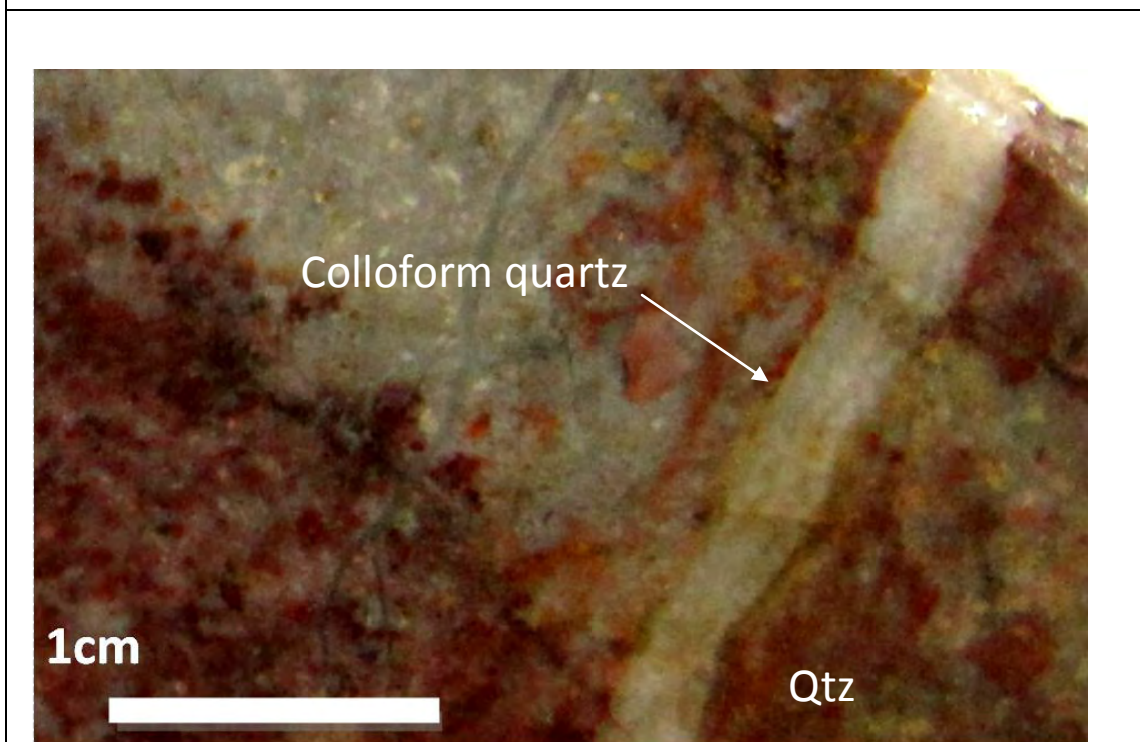
รูปที่ 4.1.2.2

รูปที่ 4.1.2.3 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน fine grain rhyolitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D5 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข D5-3 แสดงลักษณะของ หิน rhyolitic lapilli tuff เนื่องจากมีเนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3 เซนติเมตรใน ปริมาณมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดย มีสีดเป็นสีขาวแดง และมีสีฝุ่นเป็นสีแดง มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกมีขนาดเฉลี่ย 0.3 เซนติเมตรประกอบด้วย หินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ แร่ เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วประกอบด้วย แร่ควอตซ์ และ แร่คาลซิไนต์ โดยการเปลี่ยนสภาพแบบซิลิซิไฟด์ ดังจะเห็นได้จากแร่ส่วนใหญ่ ซึ่งถูกแทนที่ด้วยแร่ควอตซ์

รูปที่ 4.1.2.4 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน fine grain rhyolitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข D2-3 แสดงลักษณะของ หิน rhyolitic lapilli tuff เนื่องจากมีเนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3 เซนติเมตรใน ปริมาณมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดย มีสีดเป็นสีขาวเทา และมีสีฝุ่นเป็นสีแดง มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกมีขนาดเฉลี่ย 0.3 เซนติเมตรประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อ พื้นเป็นเนื้อแก้วประกอบด้วย แร่ควอตซ์ และ แร่คาลซิไนต์ โดยมีการเปลี่ยนสภาพแบบซิลิซิไฟด์ ดัง จะเห็นได้จากแร่ส่วนใหญ่ ซึ่งถูกแทนที่ด้วยแร่ควอตซ์ และแสดงการตัดเข้ามาของสายแร่ควอตซ์ ซึ่ง แสดงเนื้อหินแบบ colloform band เนื่องการจากเข้ามาหลายครั้งของสายแร่ ควอตซ์

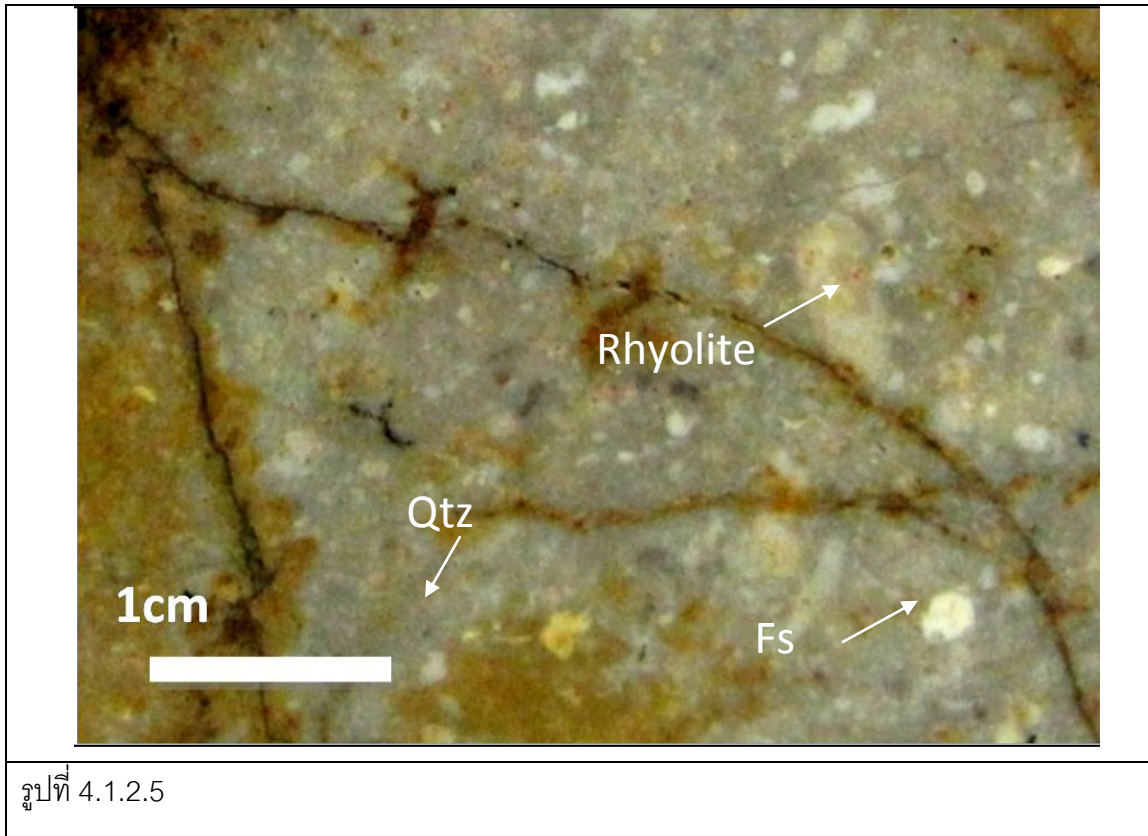


รูปที่ 4.1.2.3



รูปที่ 4.1.2.4

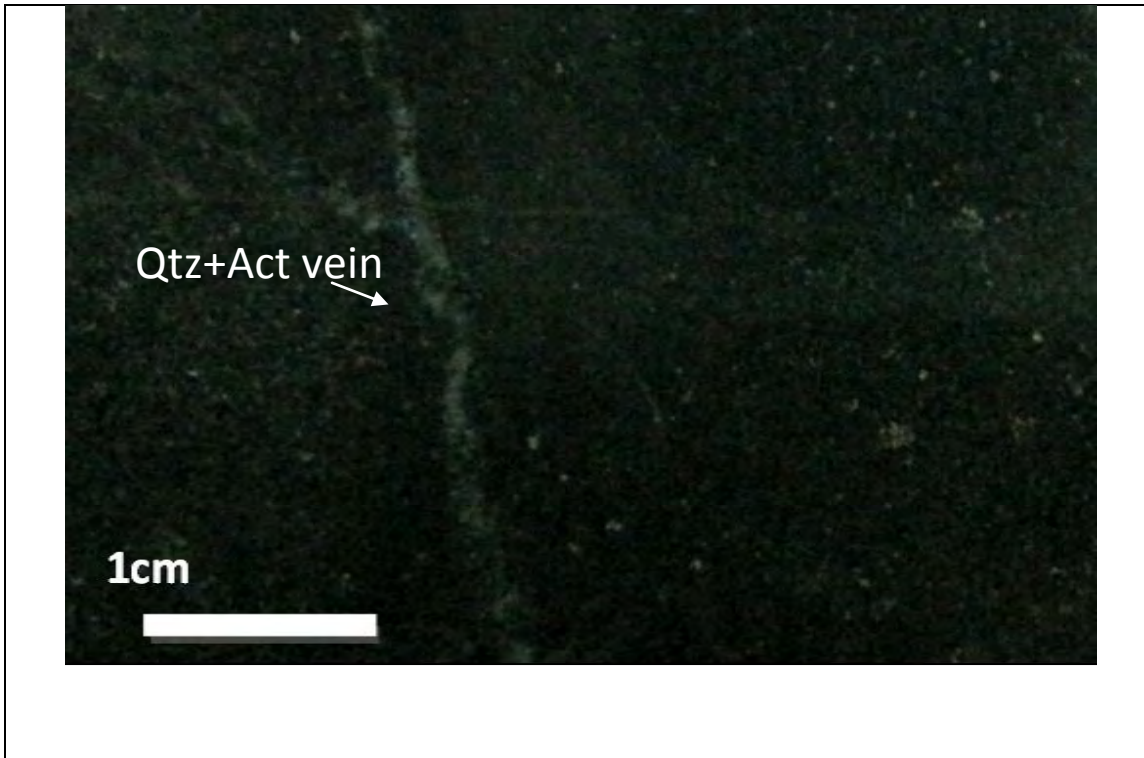
.รูปที่ 4.1.2.5 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน medium altered andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A8 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข A8-1 มีสภาพดีมาก แสดงลักษณะของ หิน Andesitic lapilli tuff เนื่องจากมีของเศษหินที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3 เซนติเมตรในปริมาณมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดย มีสีดเป็นสีขาวเทา และมีสีฝุ่นสีน้ำตาล มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกคอกเป็น แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่ควอตซ์ และ แร่คาลซีไนต์ โดยมีการเปลี่ยนสภาพแบบซิลิไฟด์ ดังจะเห็นได้จากการพบแร่ควอตซ์เข้ามาแทนที่แร่ส่วนใหญ่



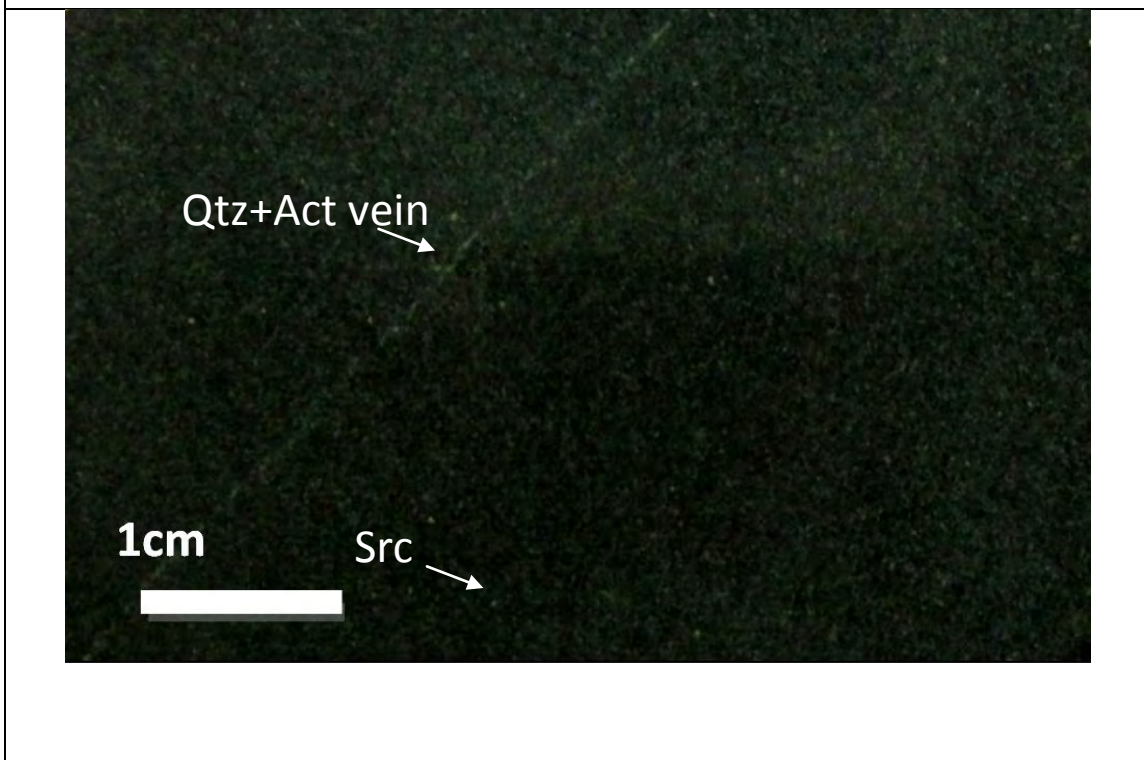
รูปที่ 4.1.2.5

รูปที่ 4.1.3.1 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน very fine grain micro diorite ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B15 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข B15-1 มีสีสดเป็นสีดำ มีสีฝู เป็นสีเทาดำ แสดงลักษณะของ เนื้อหินแบบ phaneritic เป็นเนื้อผลึกขนาดเล็กประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ แร่แอมฟิโบล และแร่Opaque ที่เป็นสีดำ ส่วนแร่ควอตซ์เป็นสีขาว โดย มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไรริติก ดังจะเห็นได้จากการพบแร่เซอร์ไซท์ และมีสายแร่ ควอตซ์ + แอคทิโนไลต์ ตัดเข้ามาในหินชนิดนี้ด้วย

รูปที่ 4.1.3.2 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน fine grain micro diorite ที่พบในพื้นที่ศึกษา บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B16 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข B16-2 มีสีสดเป็นสีดำเทา มีสีฝูเป็นสีเทาดำ แสดงลักษณะของเนื้อหินแบบ phaneritic เป็นเนื้อผลึกขนาดเล็กประมาณ 0.7 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ แร่แอมฟิโบล และแร่Opaque ที่เป็นสีดำ ส่วนแร่ควอตซ์เป็นสีขาว โดย มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไรริติก ดังจะเห็นได้จากการพบ แร่เซอร์ไซท์ ขนาดเล็กมาก และมีสายแร่ ควอตซ์ + แอคทิโนไลต์ ตัดเข้ามาในหินชนิดนี้ด้วย



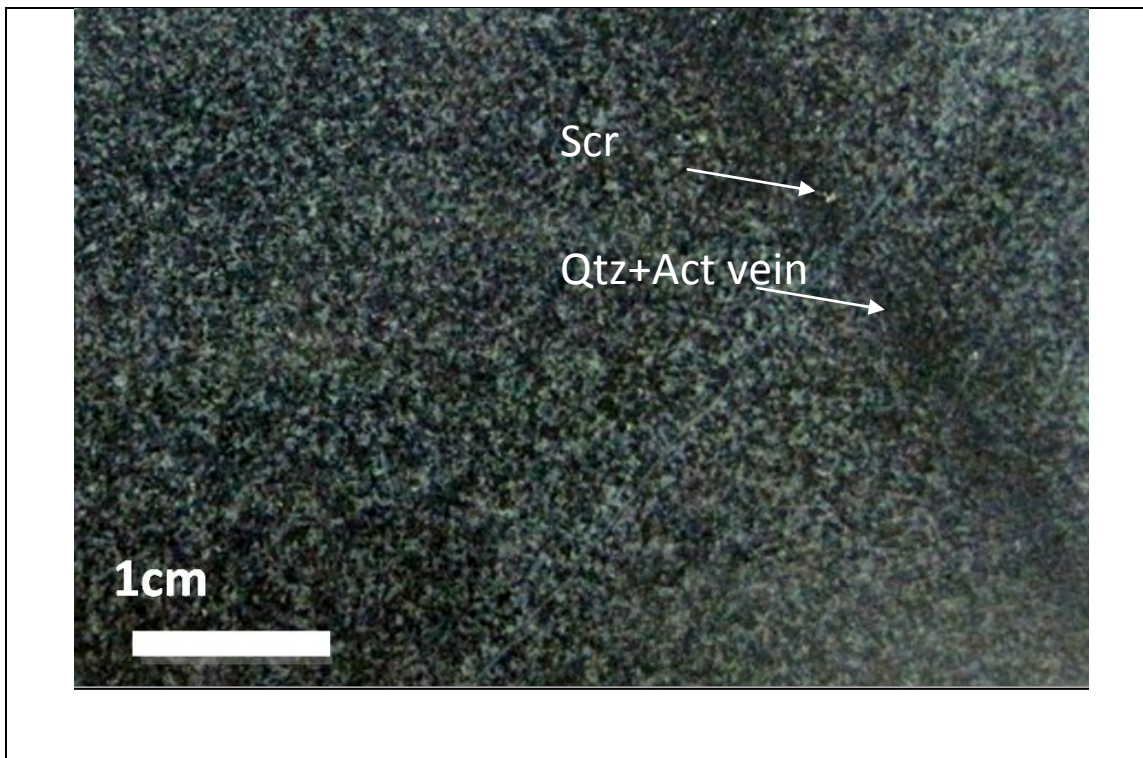
รูปที่ 4.1.3.1



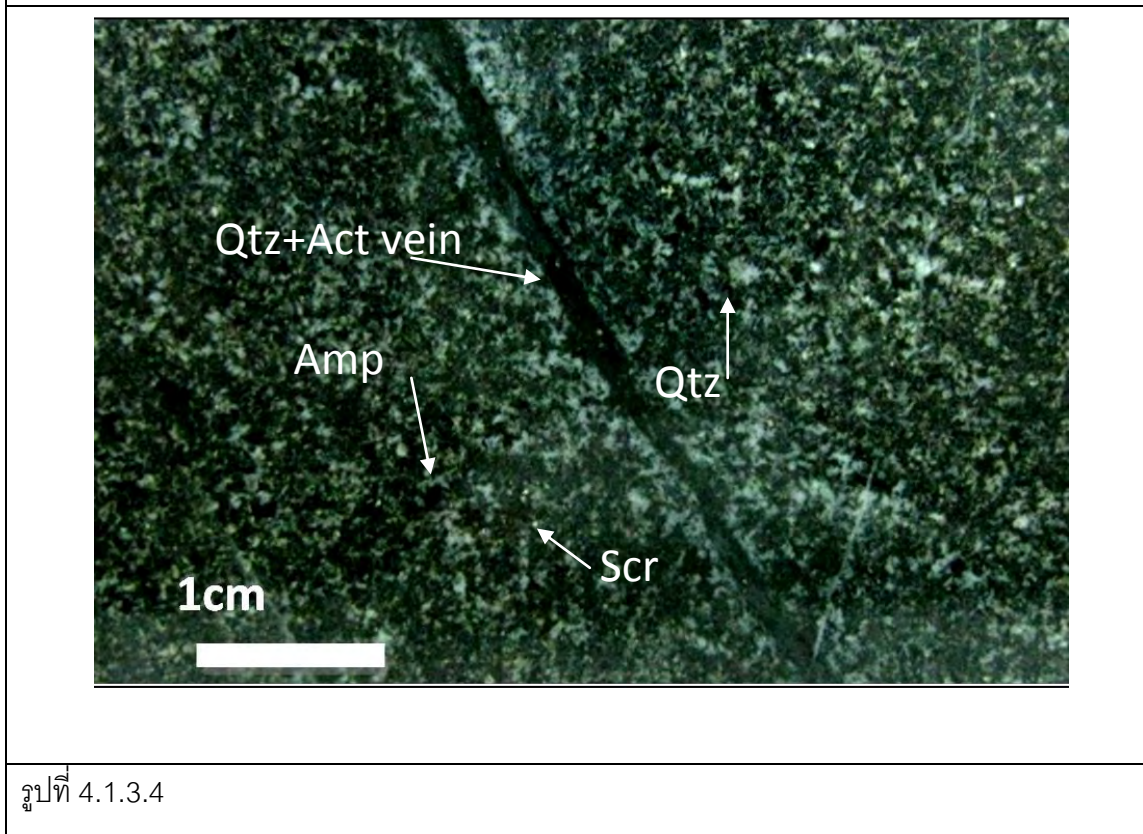
รูปที่ 4.1.3.2

รูปที่ 4.1.3.3 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Medium grain micro diorite ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข C4-8 มีสีสดเป็นสีดำเทา มีสีฝุ่นเป็นสีเทา แสดงลักษณะของ เนื้อหินแบบ phaneritic เป็นเนื้อผลึกขนาดเล็กประมาณ 1 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ แร่แอมฟิโบล และแร่ Opaque ที่เป็นสีดำ ส่วนแร่ควอตซ์เป็นสีขาว โดยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไรริติก ดังจะเห็นได้จากการพบแร่เซอร์ไซท์ และมีสายแร่ ควอตซ์ + แอคทิโนไลต์ ตัดเข้ามาในหินชนิดนี้ด้วย

รูปที่ 4.1.3.4 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Coarse grain micro diorite ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข C4-A มีสีสดเป็นเทา มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ แสดงลักษณะของ เนื้อหินแบบ phaneritic เป็นเนื้อผลึกขนาดเล็กประมาณ 2 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ แร่แอมฟิโบล และแร่ Opaque ที่เป็นสีดำ ส่วนแร่ควอตซ์เป็นสีขาว โดยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไรริติก ดังจะเห็นได้จากการพบแร่เซอร์ไซท์ และมีสายแร่ ควอตซ์ + แอคทิโนไลต์ ตัดเข้ามาในหินชนิดนี้ด้วย



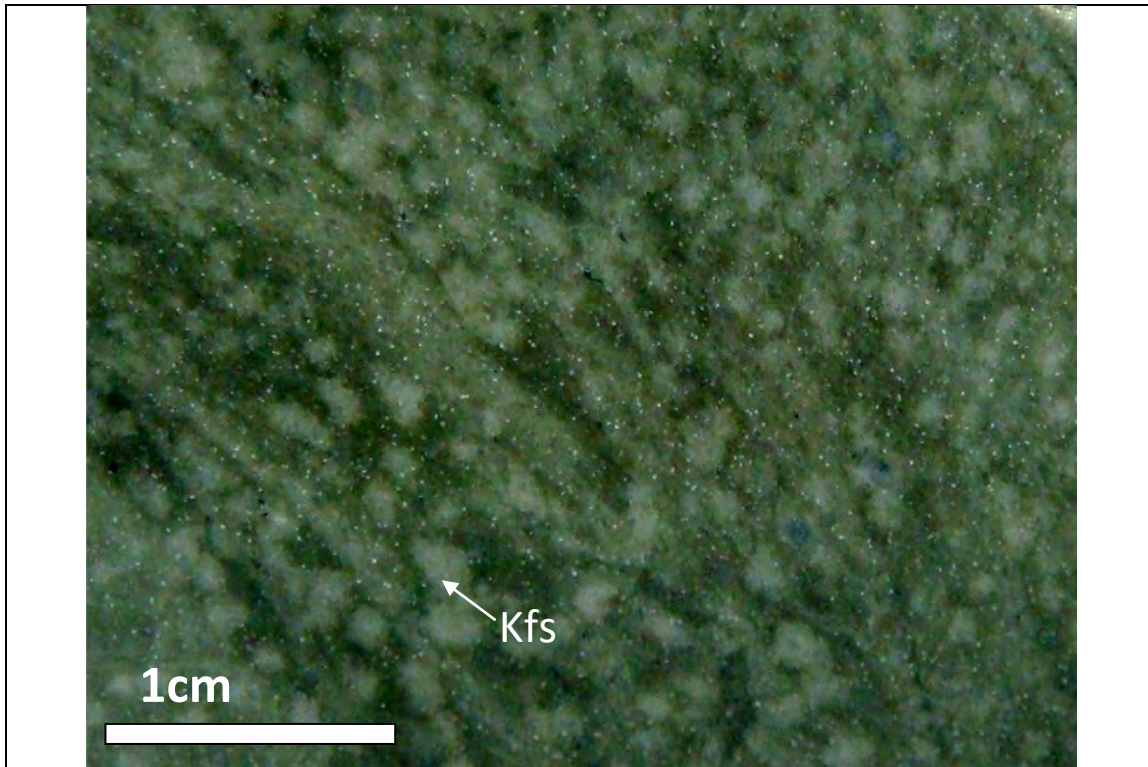
รูปที่ 4.1.3.3



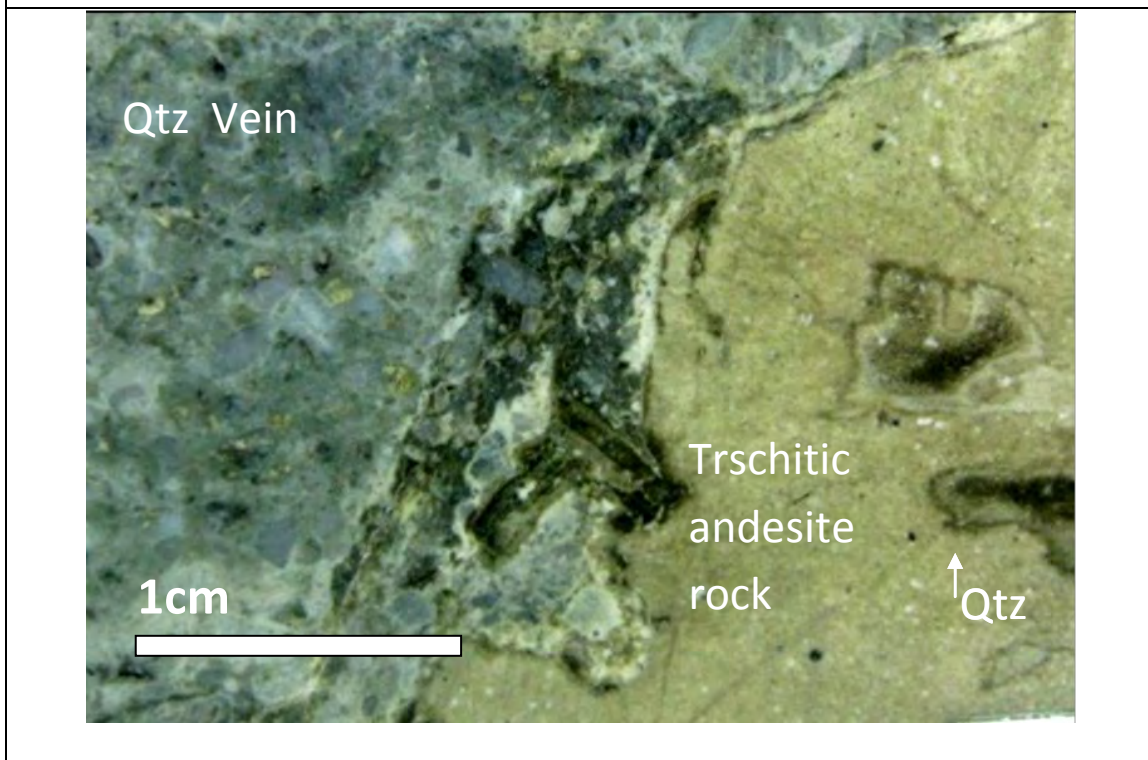
รูปที่ 4.1.3.4

รูปที่ 4.1.3.1 แผ่นหินหน้าเรียบของหินTrachitic andesite ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข 25-3-6 มีสีสดเป็นสีขาวเขียว มีสีฝุ่นเป็นสีขาว แสดงลักษณะของ เนื้อหินแบบ phophyritic หินแบบ porphyiitic มีเนื้อผลึกดอกขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร เป็น แร่เฟลสปาร์ แร่ควอตซ์ โดยแสดงการเรียงตัวของเนื้อผลึกดอกส่วนเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว และไม่พบการเปลี่ยนแปลงสภาพ และไม่มีสายแร่ตัดผ่าน

รูปที่ 4.1.3.2 แผ่นหินหน้าเรียบของหินTrachitic andesite และสายแร่ควอตซ์ ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข C6-3 มีสีสดเป็นสีขาวเขียว มีสีฝุ่นเป็นสีขาว ซึ่งแสดงรอยสัมผัสซึ่งเกิดจากหินTrachitic andesite แทรกตัดผ่านสายแร่ควอตซ์ และแสดงการรวมเศษแร่ควอตซ์ ในหิน Trachitic andesite โดยบริเวณขอบของแร่ควอตซ์มีรอยไหม้(reaction rim) เกิดจากการทำปฏิกิริยาของหินTrachitic andesite กับสายแร่ควอตซ์



รูปที่ 4.1.3.1



รูปที่ 4.1.3.2

4.2 microscopic description

จากการศึกษาแบบ Microscopic description ได้ทำการเลือกตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของกลุ่มหินแต่ละชนิด ไปจัดเป็นแผ่นหินบางจำนวน 41 แผ่นจากตัวอย่างหมายเลข C3-1, C1-2, B2-1, B7-1, C6-A, C4-3, A7-4, B4-1, D2-3, D4-3, D2-5, D5-3, D2-6, A8-1, A11-1, C4-5, B6-2, A5-2, B10-1, B13-1, C2-B, B5-1, A4-1, C6-3, C3-E, C6-C, B15-1, B16-2, C2-A, C6-8, C4-8, เพื่อศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรส์ ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.2.1 หินแอนดิซิติค ทัฟ

จากการศึกษาจากแผ่นหินหน้าเรียบของ หินแอนดิซิติคลาพิลล์ทัฟ มีสีสดเป็นสีดำเขียวถึงดำ มีสีฝูเป็นสีเทาดำ มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย เศษหินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ และหินแอนดิไซต์ ขนาด 0.5-1 เซนติเมตร การคัดขนาดไม่ดี มีรูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้นอีก 75 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตรเป็นเนื้อแก้วและแก้วภูเขาไฟ โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนสภาพแบบ retrograde skarn ของหินและมีสายแร่ตัดผ่าน (รูปที่ 4.1.1.1)

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรส์ จากตัวอย่าง A11-1, C4-5, B6-2, A5-2, B10-1, B13-1, C2-B, B5-1 พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่มีอัตราส่วนระหว่างเนื้อผลึกดอก กับเนื้อพื้น 30 : 70 ซึ่งพบว่า โดยแร่เด่นที่พบคือ แพลกจิโอเคลส ที่มี Extinction angle 22-33 จัดเป็นพวก Andesine และแร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ ที่มีลักษณะ sieve texture (รูปที่ 4.2.1.2) แร่คลอไรต์ แร่ฮอนเบลนด์ แร่แอคทิโนไลต์ที่เปลี่ยนสภาพมาจากแร่ฮอนเบลนด์เป็นส่วนใหญ่แสดงการเปลี่ยนสภาพ และยังพบการตัดเข้ามาของสายแร่ซึ่งประกอบด้วยแร่คลอไรต์

โดยเนื้อผลึกดอก ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นแบบ subhedral-anhedral ส่วนใหญ่เป็น subhedral มีเกรนขนาด 0.2-1 มิลลิเมตร ขนาดเฉลี่ย 0.4 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ แพลกจิโอเคลสจำพวก แอนดิซีน (andesine) , โพแทสเซียมเฟลสปาร์ โดยเนื้อผลึกดอกนั้นแสดง embayment texture (รูปที่ 4) ในแร่ฮอนเบลนด์ และพบการ แทนที่ของแร่แร่คลอไรต์ และแอคทิโนไลต์ ในแร่ฮอนเบลนด์ แสดง relictic texture (รูปที่ 4.2.1.4) ส่วนเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วและเป็นไมโครไลต์ของแร่ แอคทิโนไลต์ และแร่คลอไรต์ แสดง cryptocrystalline texture และ flow texture ในเนื้อพื้นอีกด้วย (รูปที่ 4.2.1.5)

4.2.2 หินไรโอริติก ลาพิลลิต์ฟ

จากการศึกษาจากแผ่นหินหน้าเรียบ หินไรโอริติกลาพิลลิต์ฟในพื้นที่ศึกษานั้น มีสีสดเป็นสีขาวเทา มีสีฝุ่นเป็นสีส้มแดงและสีน้ำตาล ลักษณะ porphyritic texture มีเนื้อผลึกดอกประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแร่ควอตซ์ และ แร่เฟลสปาร์ ขนาด 0.2-1 เซนติเมตร ขนาดเฉลี่ย 0.3 เซนติเมตร การคัดขนาดปานกลาง รูปร่าง sub angular to angular ส่วนเนื้อพื้น อีก 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นแก้วภูเขาไฟ แสดง aphanitic texture ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ และ โฟแทสเซียมเฟลสปาร์ ขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินแบบซิลิซิไฟด์ และมีสายแร่ควอตซ์ตัดผ่านแสดงลักษณะ colloform texture ที่บอกการเข้ามาหลายครั้งของสายแร่ควอตซ์ (รูปที่ 4.1.2.1, รูปที่ 4.1.2.2, รูปที่ 4.1.2.3 ,รูปที่ 4.1.2.4, รูปที่ 4.1.2.5)

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรส์ จากตัวอย่าง D2-3, D4-3, D2-5, D5-3, D2-6, A8-1 พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่มีอัตราส่วนระหว่างเนื้อผลึกดอก กับเนื้อพื้น 25 : 75 ซึ่งพบว่า โดยแร่เด่นที่พบคือ แร่ แพลกจิโอเคลส ซึ่งมีลักษณะของ Carlsbad twin ,แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์(K-feld)ที่มีลักษณะ sieve texture ,แร่ควอตซ์

โดยเนื้อผลึกดอก ส่วนใหญ่มีรูปผลึกเป็นแบบ subhedral-anhedral ส่วนใหญ่เป็น anhedral มีเกรนขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่ แพลกจิโอเคลส, โพแทสเซียมเฟลสปาร์ โดยเนื้อผลึกดอกนั้นแสดง Corona texture(รูป 4.1.2.1) และ skeletal texture (4.1.2.2) อีกด้วย ส่วนเนื้อพื้นเป็นเนื้อผลึกแบบ Microcrystalline texture ซึ่งเกิดจากการเข้ามาของแร่คาลซิโดไนท์ภายหลัง ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของเนื้อพื้นจากเนื้อแก้วเป็นเนื้อผลึก นอกจากนี้ยังพบสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้าไปในหินไรโอริติกท์ฟ โดยตัดผ่านทั้งตัวเนื้อผลึกดอกและตัวเนื้อพื้นของหินชนิดนี้

4.2.3 หินไมโครไดออไรต์

หินไมโครไดออไรต์ มีสีสดเป็นสีดำ มีสีฝุ่นเป็นสีเทาดำ เป็นเนื้อผลึกของ แร่แอมฟิโบล และแร่ โอเปก (Opaque) ที่เป็นสีดำ ส่วนแร่ควอตซ์เป็นสีขาว มีผลึกขนาดเล็กมาก ประมาณ >0.2-0.5 มิลลิเมตร เกรนส่วนใหญ่เป็น equigranular โดยส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินแบบซิลิซิไฟด์ เล็กน้อย และมีสายแร่ตัดผ่าน (รูปที่ 4.1.3.4)

จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรส์จากตัวอย่าง C6-C, B15-1, B16-2, C2-A, C6-8, C4-8 พบเกรนส่วนใหญ่มีรูปร่างผลึกเป็นแบบ euhedral-subhedral ส่วนใหญ่เป็น subhedral มีเกรนขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตร โดยแร่เด่นที่พบคือ แพลกจิโอเคลส (Pl) ที่มี Extinction angle 29-35 จัดเป็นพวก Andesine แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ (K-fs) แร่คลอไรต์ (รูป 4.2.3.2) แร่ฮอนด์เบลนด์ (รูป 4.2.3.3) ซึ่งส่วนใหญ่เปลี่ยนสภาพไปเป็นแร่แอคทิโนไลต์และมีแร่โอเปกประมาณ 15 % ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ไพไรต์ (รูป 4.2.3.1) ทั้งนี้ยังพบ เนื้อหิน แบบ intergranular texture (รูป 4.2.3.4) และการ replacement ของแร่แอคทิโนไลต์ในแร่ฮอนด์เบลนด์อีกด้วย (รูป 4.2.3.1)

4.2.4 หินทรานซิติคแอนดิไซต์

จากตัวอย่างมีสีสดเป็นสีเขียวขาว สีผุ เป็นสีขาว มีลักษณะ เนื้อหินแบบพอไฟริติก มีเนื้อผลึกดอก ขนาด 0.05 - 0.2 เซนติเมตร ซึ่งแสดง โครงสร้างแบบเส้นเห็นการเรียงตัวของเนื้อผลึกดอก เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วแสดง เนื้อหินแบบ aphanitic (รูป 4.1.4.1)

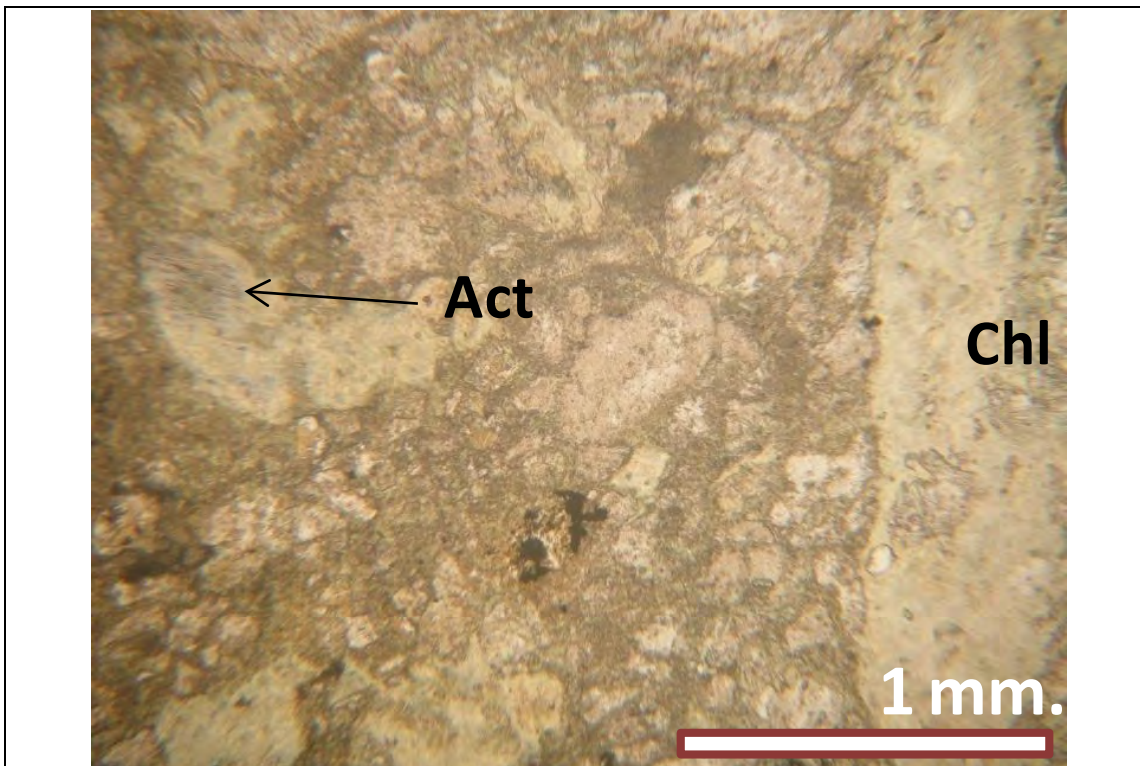
จากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรส์ จากตัวอย่าง A4-1, C6-3, C3-E พบว่า ตัวอย่างส่วนใหญ่มีอัตราส่วนระหว่างเนื้อผลึกดอก กับเนื้อพื้น 40 : 60 โดยแร่เด่นที่พบคือ แพลกจิโอเคลส ที่มี Extinction angle 32-35 จัดเป็นพวก Andesine และแร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ที่มีลักษณะ sieve texture (รูป 4.2.4.2)

โดยเนื้อผลึกดอก ส่วนใหญ่มีรูปร่างผลึกเป็นแบบ euhedral-subhedral ส่วนใหญ่เป็น euhedral มีเกรนขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแร่แพลกจิโอเคลสจำพวก andesine , โพแทสเซียมเฟลสปาร์ โดยเนื้อผลึกดอกนั้นแสดงเนื้อหินแบบ trachitic ทำให้เห็นการเรียงตัวของเนื้อผลึกดอก (รูป 4.2.4.2) และ ยังพบ embayment texture ในแร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ (รูป 4.2.4.1) อีกด้วย ส่วนเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วแสดง Cryptocrystalline texture

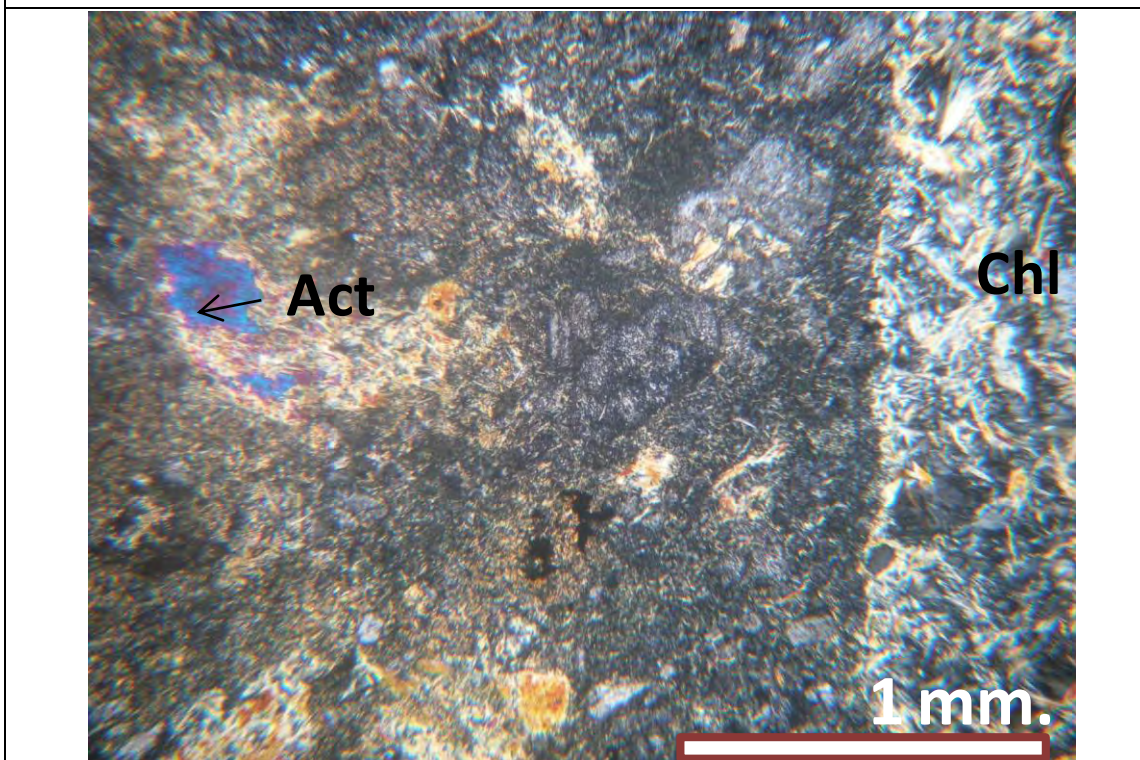
ตารางที่ 4.1 Mineral symbols for rock-forming mineral (Kretz, 1983)

Acm acmite	Cal calcite	En enstatite	Ill illite	Ms muscovite	Sa sanidine
Act actinolite	Ccn cancrinite	Ep epidote	Ilm ilmenite	Ntr natrolite	Scp scapolite
Agt aegirine-	Crn carnegieite	Fst fassite	Jd jadeite	Ne nepheline	Src sericite
Ak akernanite	Cst cassiterite	Fa favalite	Jh iohannsenite	Nrb norbergite	Srp serpentine
Ab albite	Cls celestite	Fac ferroactinolite	Krs kaersutite	Nsn nosean	Sd siderite
Aln allanite	Cbz chabazite	Fed ferroederilte	Kls kalsilite	Ol olivine	Sil sillimanite
Alm almandine	Cc chalcocite	Fs ferrosilite	Kln kaolinite	Omp omphacite	Sdl sodalite
Anl anal-clte	Ccp chalcopvrite	Fts	Ktp kataphorite	Oam	Sps
Ant. Anatase	Chl chlorite	Fl fluorite	Kfs K-feldspar	Or orthoclase	Sp sphalerite
And andalusite	Ctd chloritoid	Fo forsterite	Krn kornerupine	Opx	Sph sphene
Adr andradite	Chn chondrodite	Gn galena	Kv kvanite	Pg paragonite	Spl spinel
Anh anhydrite	Chr chromite	Grt garnet	Lmt laumontite	Prpargasite	Sod
Ank ankerite	Ccl chrysocolla	Ged gedrite	Lws lawsonite	Pct pectolite	St staurolite
Ann annite	Ctl chrysotile	Gh gehlenite	Lpd lepidolite	Pn pentlandite	Stb stilbite
An anorthite	Cen clinoenstatite	Gbs gibbsite	Lct leucite	Per periclase	Str
Atg antigorite	Cfs clinoferrosilite	Glt glauconite	Lm linonite	Prv perovskite	Tlc talc
Ath anthophyllite	Chu clinohumite	Gln glaucophane	Lz lizardite	Phl phlogopite	Tmp
Ap apatite	Czo clinozoisite	Gt goethite	Lo loellingite	Pgt pigeonite	Ttn titanite
Apo apophyllite	Crd cordierite	Gr graphite	Mgh muaghemite	Pl plagioclase	Toz topaz
Arg aragonite	Crn corundum	Grs grossularite	Mkt	Prh prehnite	Tur
Arf arfvedsonite	Cv covellite	Gru grunerite	Mrb	Pen	Tr Tremolite
Apv arsenopvrite	Crs cristoballite	Gp gypsum	Mgs magnesite	Pnp punpellvite	Trd tridymite
Aug augite	Cum	Hl halite	Mag nurgnetite	Pv pprite	Tro trolite
Ax axinite	Dsp diaspore	Hs hastingsite	Mrg margarLte	Prp ppyrope	Ts
Brt barite	Dg diginite	Hyn hauyne	Mel melilite	Prl pyrophyllite	Usp ulvospinel
Brl bervl	Di diopside	Hd hedenbergite	Mc microcline	Po ppyrrhotite	Vrm
Bt biotite	Dol dolomite	Hem hematite	Mo molvbdenite	Qtz quartz	Ves
Btm boehmite	Drv dravite	Hc hercynite	Wrz monazite	Rbk riebeckite	Wth Witherite
Bn bornite	Eck eckermannite	Hul heulandite	Mtc monticel-llte	Rds	Wo
Brk brookite	Ed edenite	Hbl hornblende	Mnt montmorillonite	Rdn rhodonnite	Zrn zircon
Brc brucite	Elb elbaite	Hu humite	Mul nullite	Rt rutile	Zo zoisite

รูปที่ 4.2.1.1 (รูปที่ 4.2.1.1 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 4.2.1.1 (ข) ใสนิโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T1-4 ตัวอย่างหมายเลข A11-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A11 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ phophyritic มีเนื้อผลึกดอกขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร เป็น เศษหินandesite แร่ฮอนเบลนด์ แร่ แพลกจิโอเคลส แร่ควอตซ์ มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว เนื้อผลึกบางส่วนเป็นแร่ คลอไรต์ ควอตซ์ ซึ่งแสดงลักษณะเฉพาะของ หิน pyroclastic ซึ่งเนื้อผลึกดอกเป็น เศษหินและแร่ ที่มีลักษณะรูปร่าง angular – sub angular และเนื้อพื้นที่มีลักษณะเป็นเนื้อแก้ว และยังพบการแทนที่ของแร่ แอคทิโนไลต์ ในแร่ ฮอนเบลนด์ ซึ่งเป็นหลักฐานของการเปลี่ยนแปลงสภาพ นอกจากนี้ ยังพบสายแร่คลอไรต์ตัดผ่านเข้ามาในหินชนิดนี้ด้วย (ทางด้านซ้ายมือของรูป)

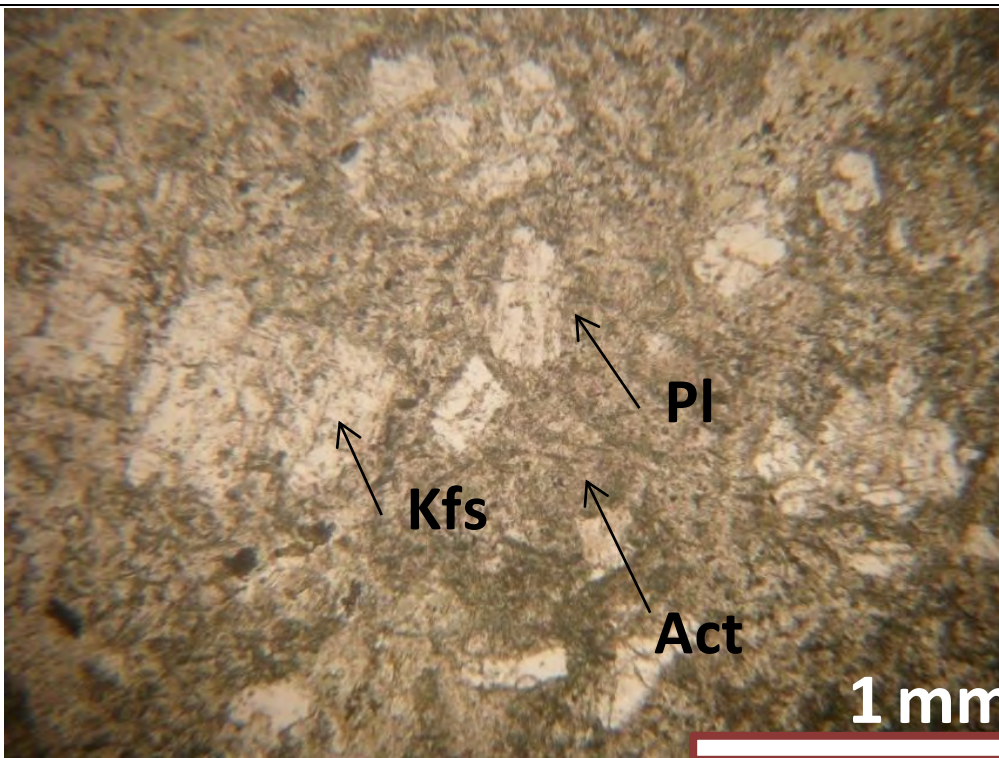


รูปที่ 4.2.1.1 (ก)

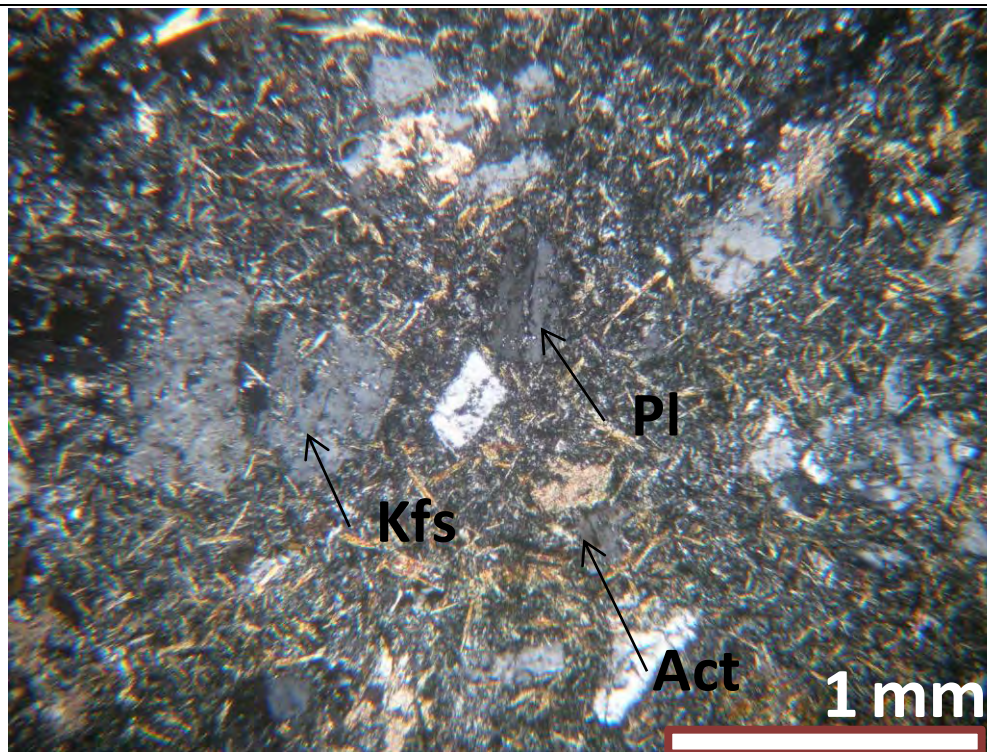


รูปที่ 4.2.1.1 (ข)

รูปที่ 4.2.1.2 (รูปที่ 4.2.1.2 (ก) ปราศจากนิโคล, รูปที่ 4.2.1.1 (ข) ไส้นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T5-4 ตัวอย่างหมายเลข B10-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B10 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงลักษณะ เนื้อหินแบบ phophyritic เนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหิน ประกอบด้วยแร่ โฟแทสซีเยมเฟลสปาร์ และ แร่แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็นไมโครไลต์ ของแร่ แอคทิโนไลต์ และเนื้อแก้ว

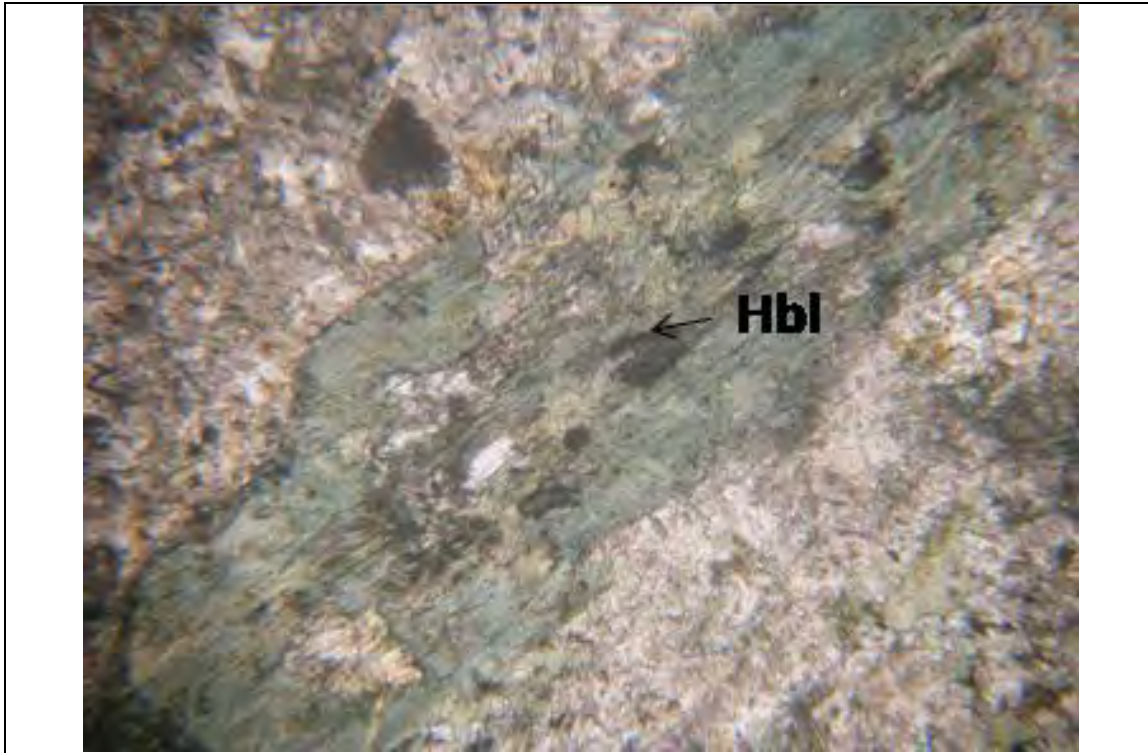


รูปที่ 4.2.1.2 (ก)

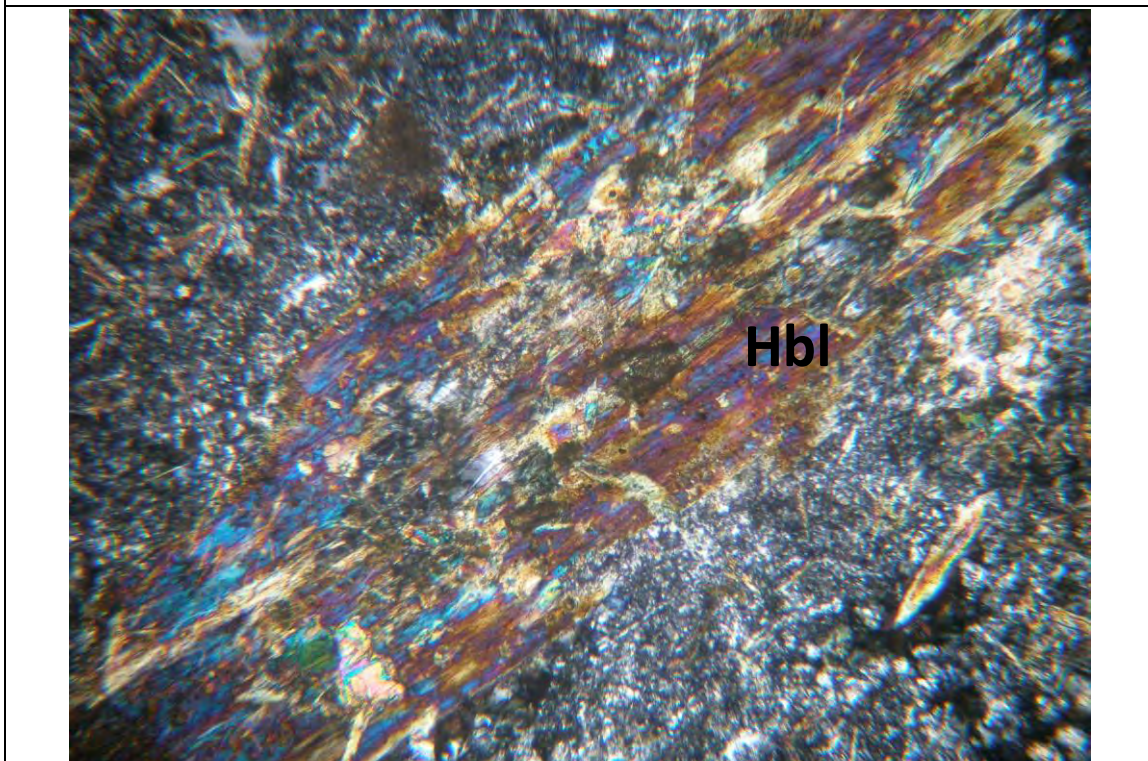


รูปที่ 4.2.1.1 (ข)

รูปที่ 4.2.1.3 (รูปที่ 4.2.1.3 (ก) ปราศจากนิโคล, รูปที่ 4.2.1.3 (ข) ไส้นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T5-4 ตัวอย่างหมายเลข B10-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B10 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ phophyritic เนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหิน ประกอบด้วยแร่ โฟแทสซียมเฟลสปาร์ และ แร่แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็นไมโครไลต์ ของแร่แอคทิโนไลต์ แร่คลอไรต์ และเนื้อแก้ว ทั้งยัง แสดงลักษณะของแร่ฮอนเบลนด์ที่มีเนื้อหินแบบ embayment

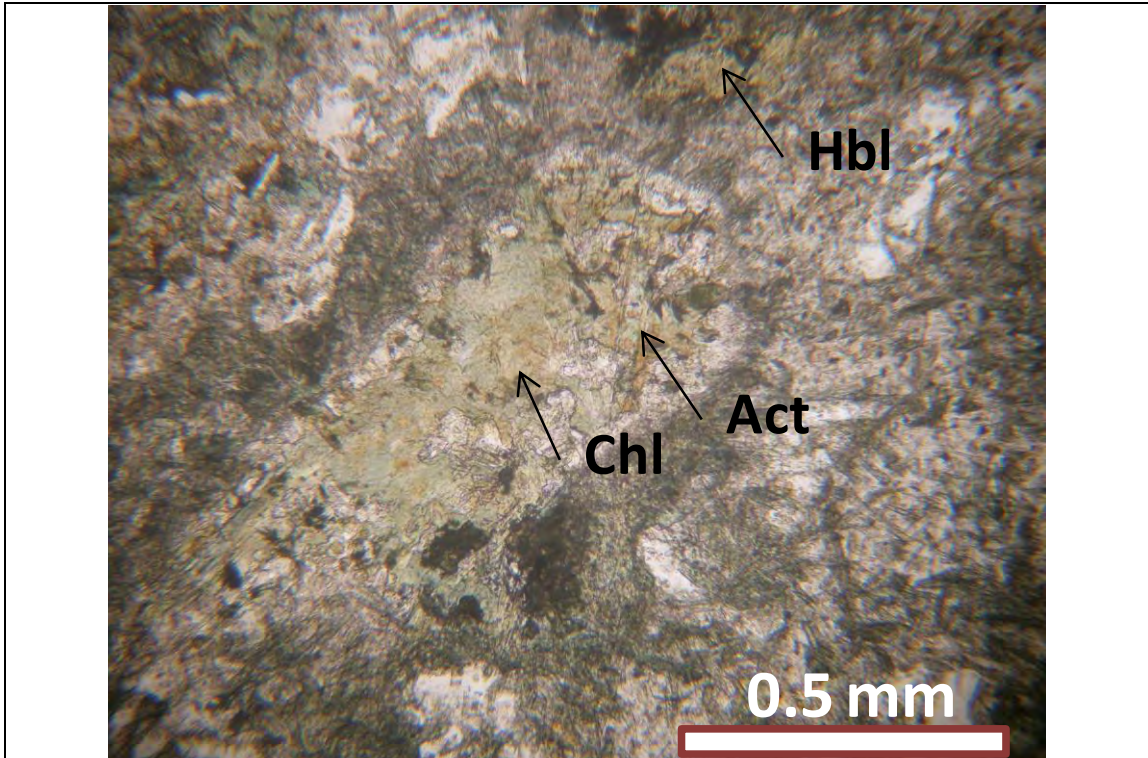


รูปที่ 4.2.1.3 (ก)

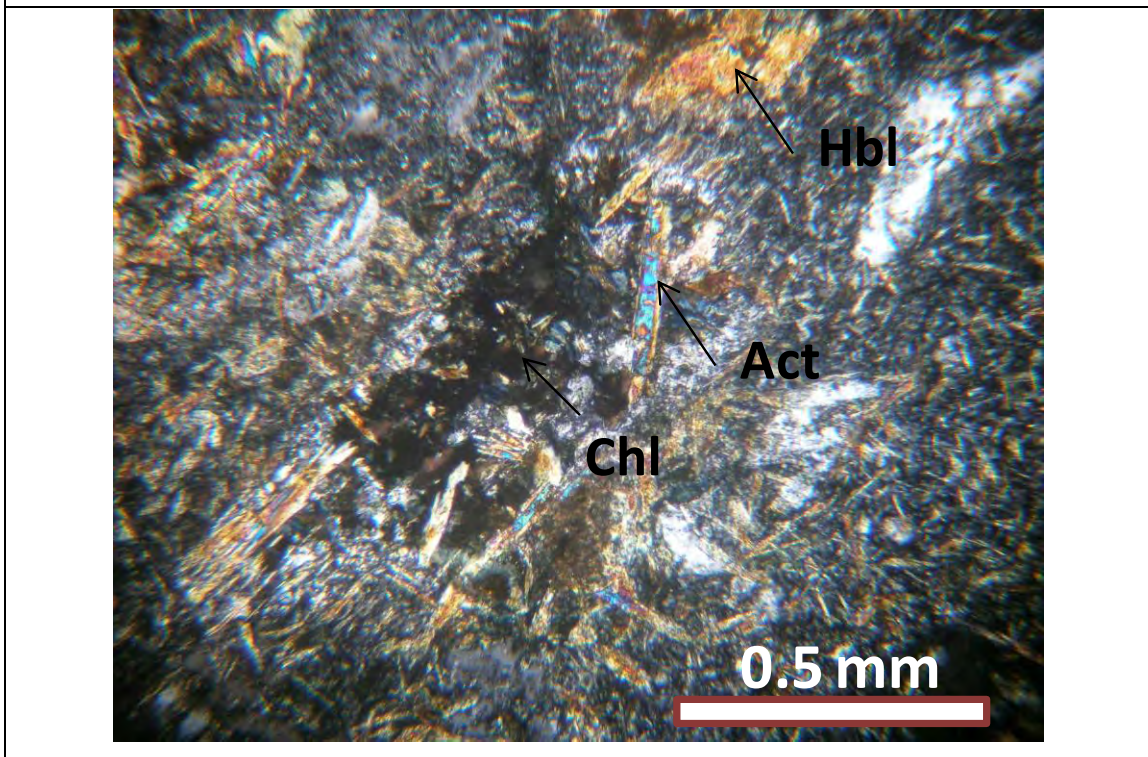


รูปที่ 4.2.1.3 (ข)

รูปที่ 4.2.1.4 (รูปที่ 4.2.1.4 (ก) ปราศจากนิโคล, รูปที่ 4.2.1.4 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T5-4 ตัวอย่างหมายเลข B10-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B10 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ phophyriticมีเนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหิน ประกอบด้วยแร่ฮอนเบลนด์ที่มีpleochroismสีเขียว แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ และ แร่แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็นไมโครไลต์ ของแร่แอคทิโนไลต์ แร่คลอไรต์ และเนื้อแก้ว และแสดงการแทนที่ของแร่คลอไรต์ และแอคทิโนไลต์ ในแร่แร่ฮอนเบลนด์ ซึ่ง ยังคงเหลือรูปผลึกฮอนเบลนด์ให้เห็นอยู่ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพ

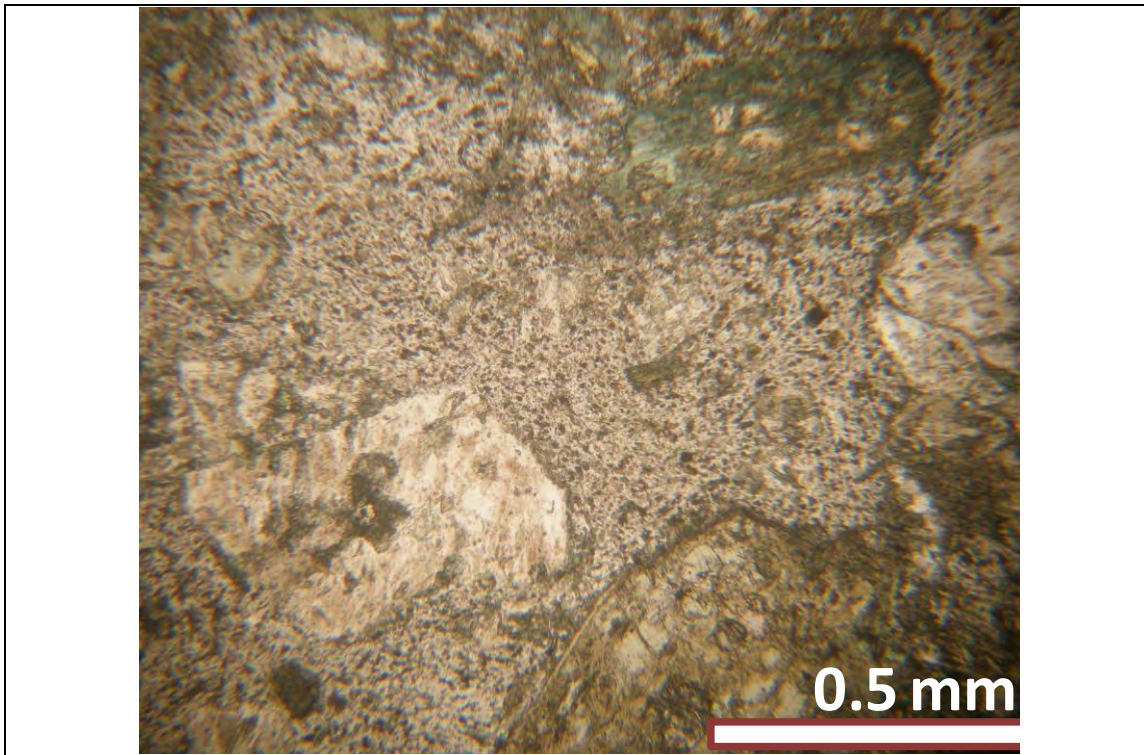


รูปที่ 4.2.1.4 (ก)

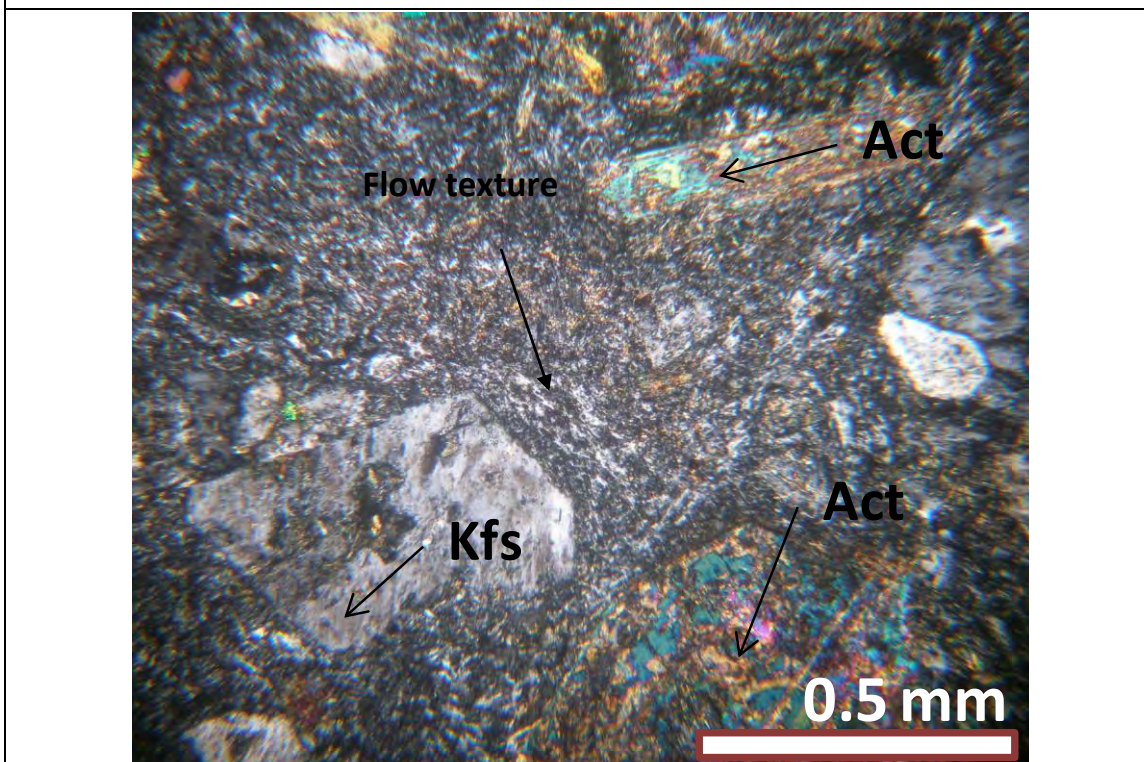


รูปที่ 4.2.1.4 (ข)

รูปที่ 4.2.1.5 (รูปที่ 4.2.1.5 (ก) ปราบจากนิโคล , รูปที่ 4.2.1.5 (ข) ไส้นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T4-0 ตัวอย่างหมายเลข C3-H จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ phophyritic มีเนื้อผลึกดอกที่เป็นเศษหิน ประกอบด้วยแร่ฮอนซอนเบลนด์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ และ แร่แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็นไมโครไลต์ ของแร่แอกทิโนไลต์ แร่คลอไรต์ และเนื้อแก้ว และ แสดงลักษณะเนื้อหินแสดงการไหล(flow texture) ของแร่คลอไรต์และแร่แอลไบท์ ในเนื้อพื้น นอกจากนี้ยังแสดงการแทนที่ของแร่แอกทิโนไลต์ในแร่แพลกจิโอเคลสอีกด้วย

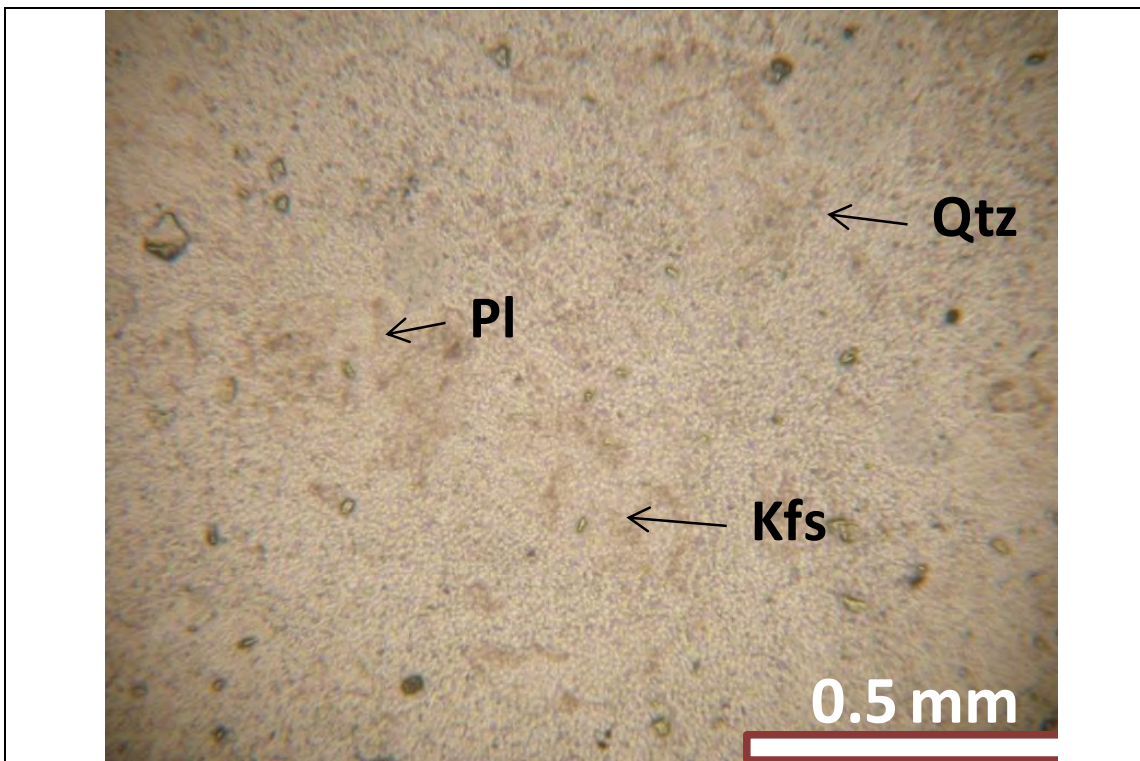


รูปที่ 4.2.1.5 (ก)

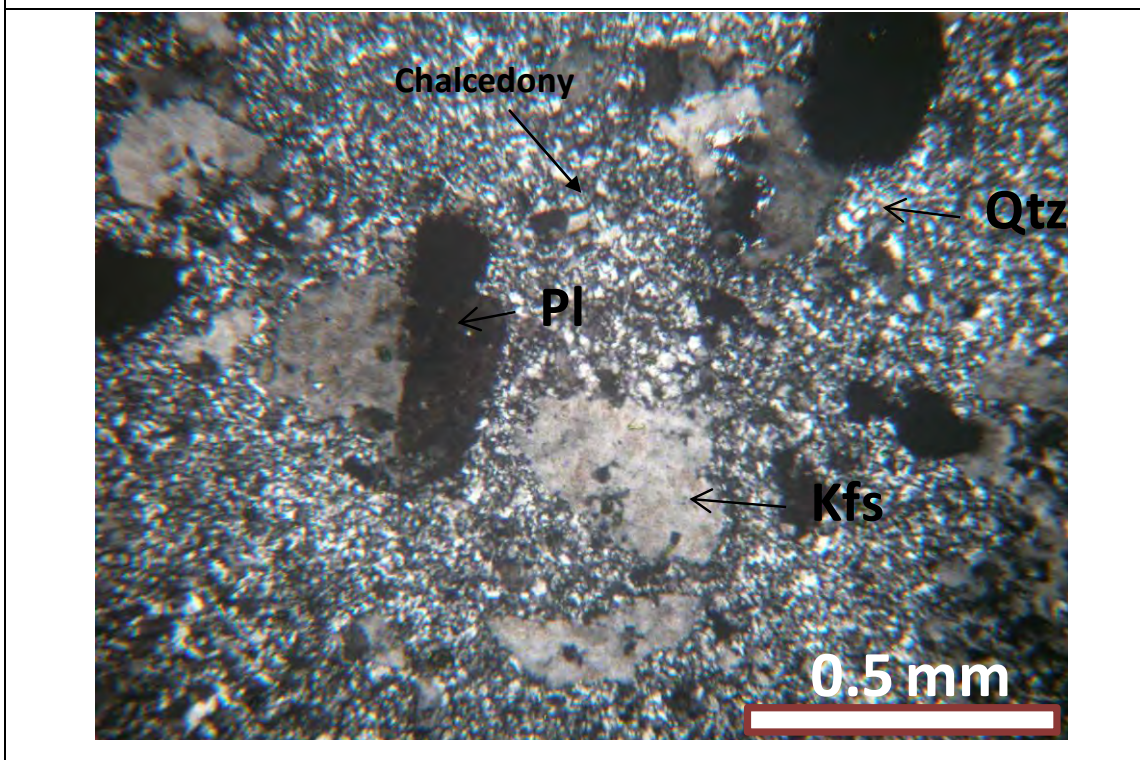


รูปที่ 4.2.15 (ข)

รูปที่ 4.2.2.1 (รูปที่ 4.2.2.1 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 4.2.2.1 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหินrhyolitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-2 จากตัวอย่างหมายเลข A8-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A8 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ phophyritic มีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิโอเคลส มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อผลึกขนาดเล็กประกอบด้วยแร่แคลซิโดนี และเนื้อแก้วบางส่วน ทั้งยังแสดงลักษณะเนื้อหินแบบ corona ในแร่แพลกจิโอเคลสและโพแทสเซียมเฟลสปาร์ ซึ่งถูกกัดทำให้เห็น reaction rim ซึ่งเกิดจากแร่ควอตซ์และแร่แคลซิโดนีซึ่งเข้ามาที่หลัง เป็นการเปลี่ยนสภาพแบบ ซิลิซิไฟด์

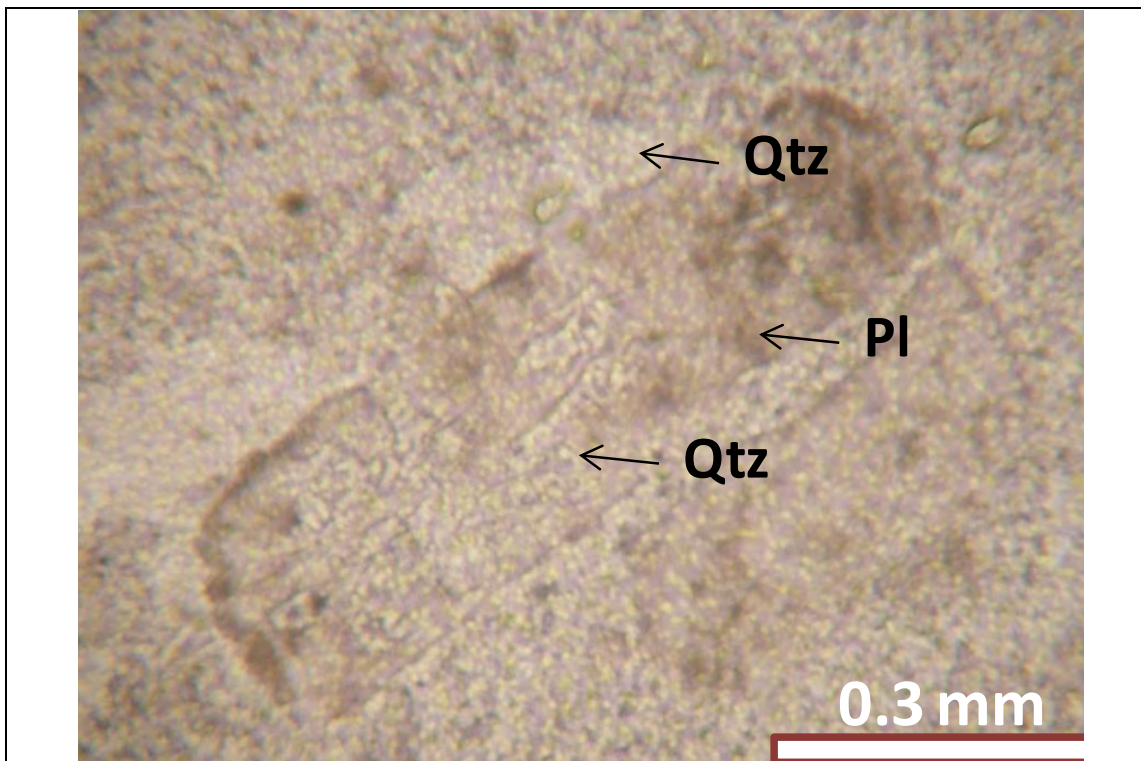


รูปที่ 4.2.2.1 (ก)

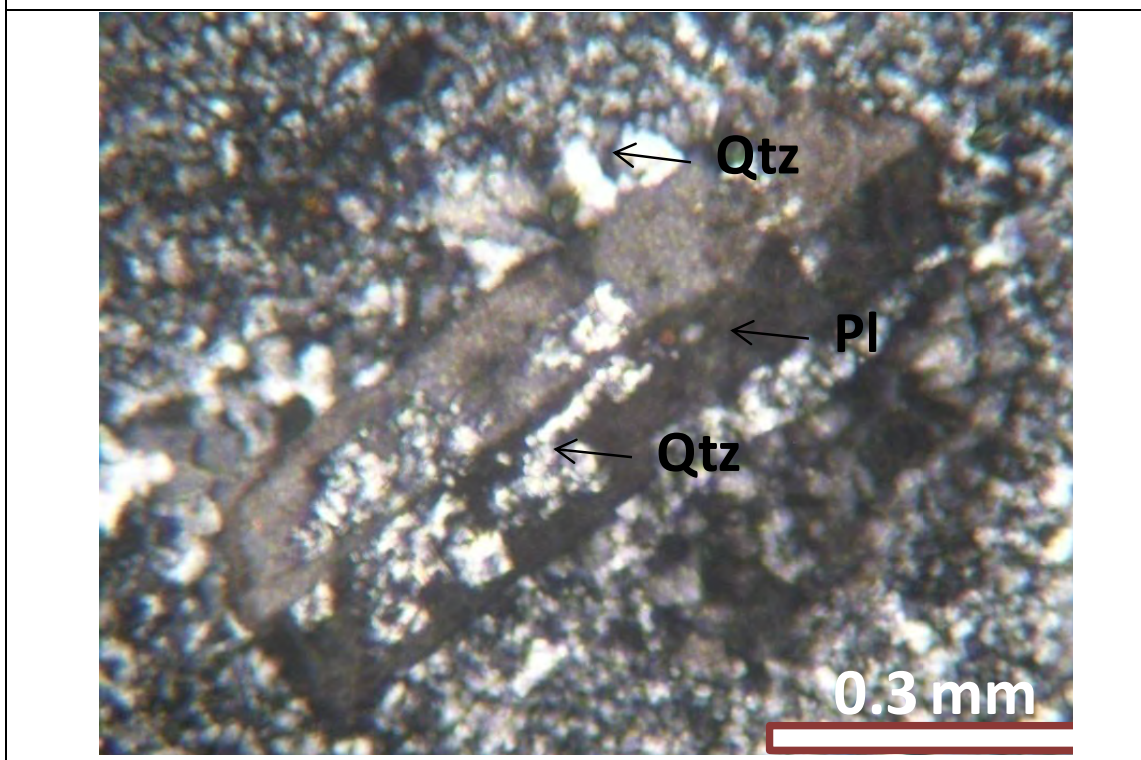


รูปที่ 4.2.2.1 (ข)

รูปที่ 4.2.2.2 (รูปที่ 4.2.2.2 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 4.2.2.2 (ข) ไล่นิโคล) จากถ้ำของ
จุดพรรณของหินrhyolitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-2 จากตัวอย่างหมายเลข A8-1
จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A8 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ phophyritic มีเนื้อผลึกดอก
ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิโอเคลส มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว และเนื้อ
ผลึกขนาดเล็กบางส่วน ประกอบด้วย แร่แคลซิโดนี และแร่ควอตซ์ ทั้งยัง แสดงลักษณะเนื้อหินแบบ
Skeletal ในแร่แพลกจิโอเคลส ซึ่งถูกแทนที่บางส่วนด้วยแร่ควอตซ์ และพบเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ ซิลิซิ
ไฟด์

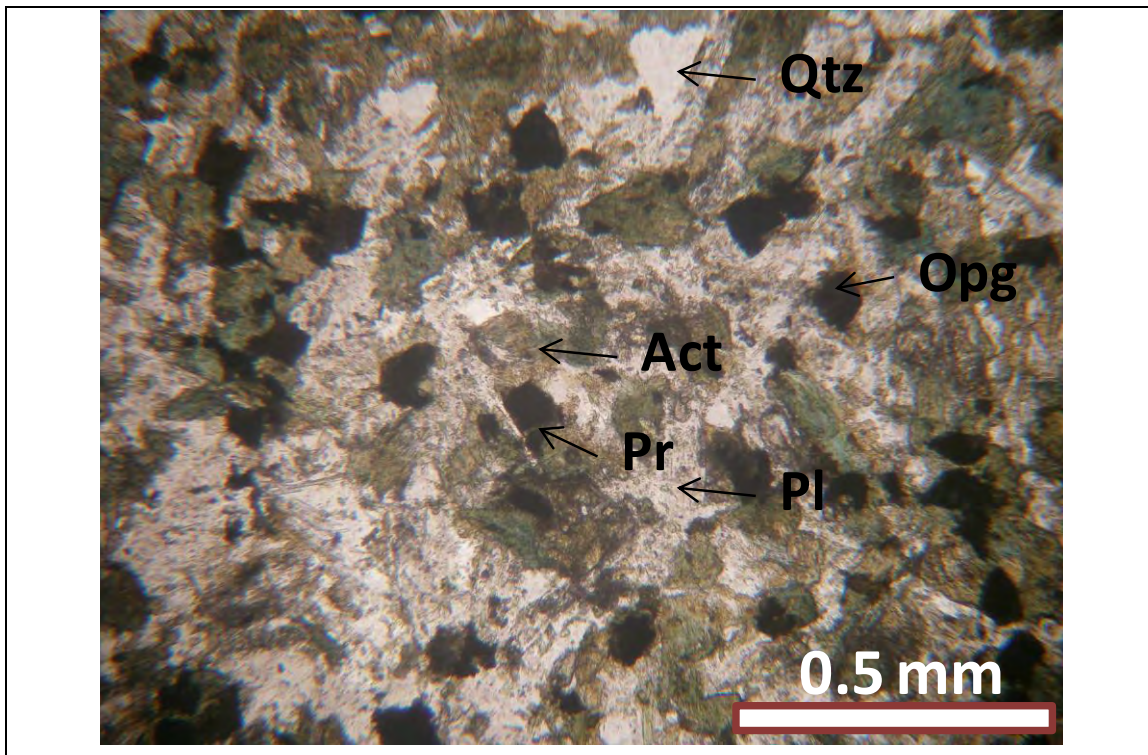


รูปที่ 4.2.2.2 (ก)

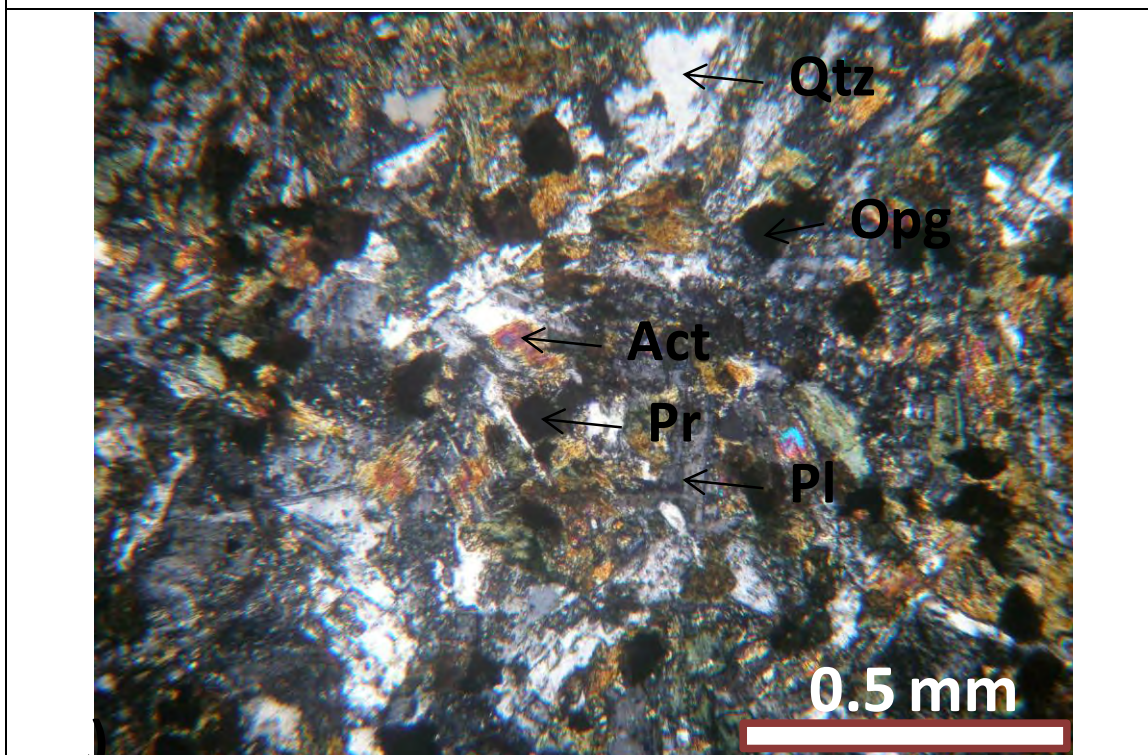


รูปที่ 4.2.2.2 (ก)

รูปที่ 4.2.3.1 (รูปที่ 4.2.3.1 (ก) ปราศจากนิโคล, รูปที่ 4.2.3.1 (ข) ใส่นิโคล) จากถ้ำของ
จุลทรรศน์ ของหิน micro diorite จากแผ่นหินบางหมายเลข T-25-3-2 จากตัวอย่างหมายเลข 25-
3-2 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2(รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic เป็นเนื้อผลึก
ดอกมีขนาด 0.1-0.25 มิลลิเมตรประกอบด้วย แร่แอกทิโนไลต์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิ
โอเคส แร่ควอตซ์ และแร่โอเปก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ไฟโรต์ มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อผลึกขนาดเล็ก
ประกอบด้วย แร่คลอไรต์ แร่แอลไบท์ และแร่ควอตซ์ พบเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ พอไรริติก

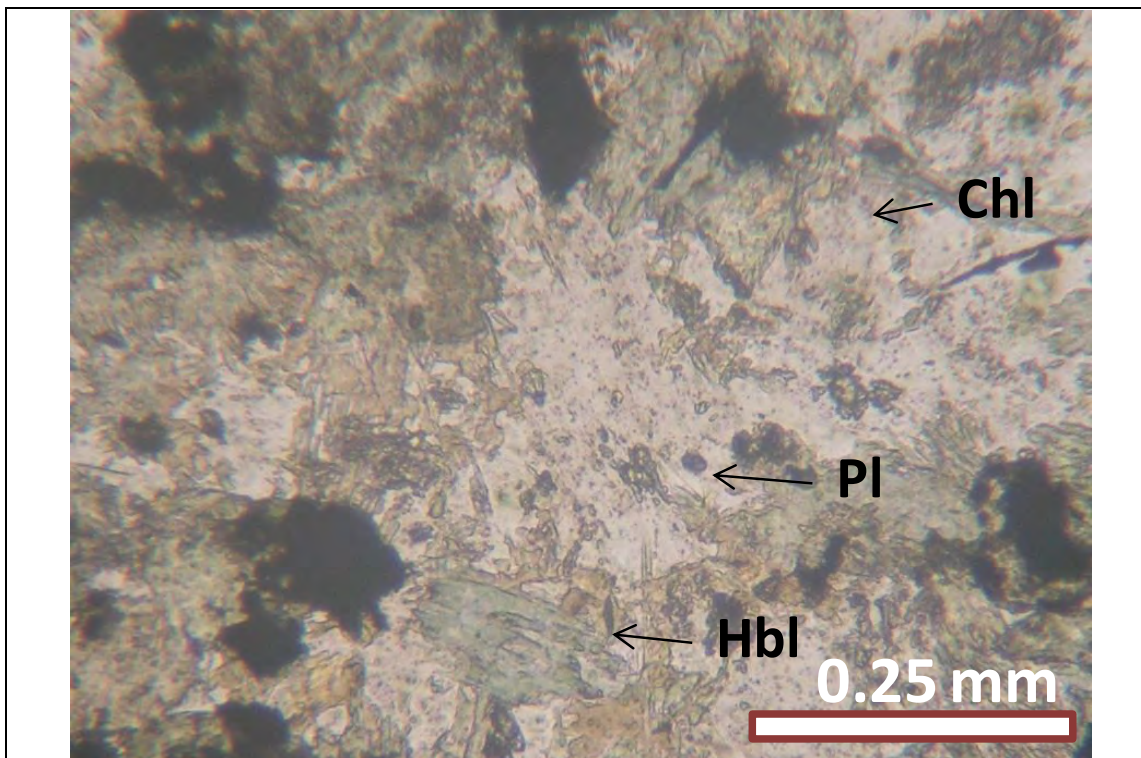


รูปที่ 4.2.3.1 (น)

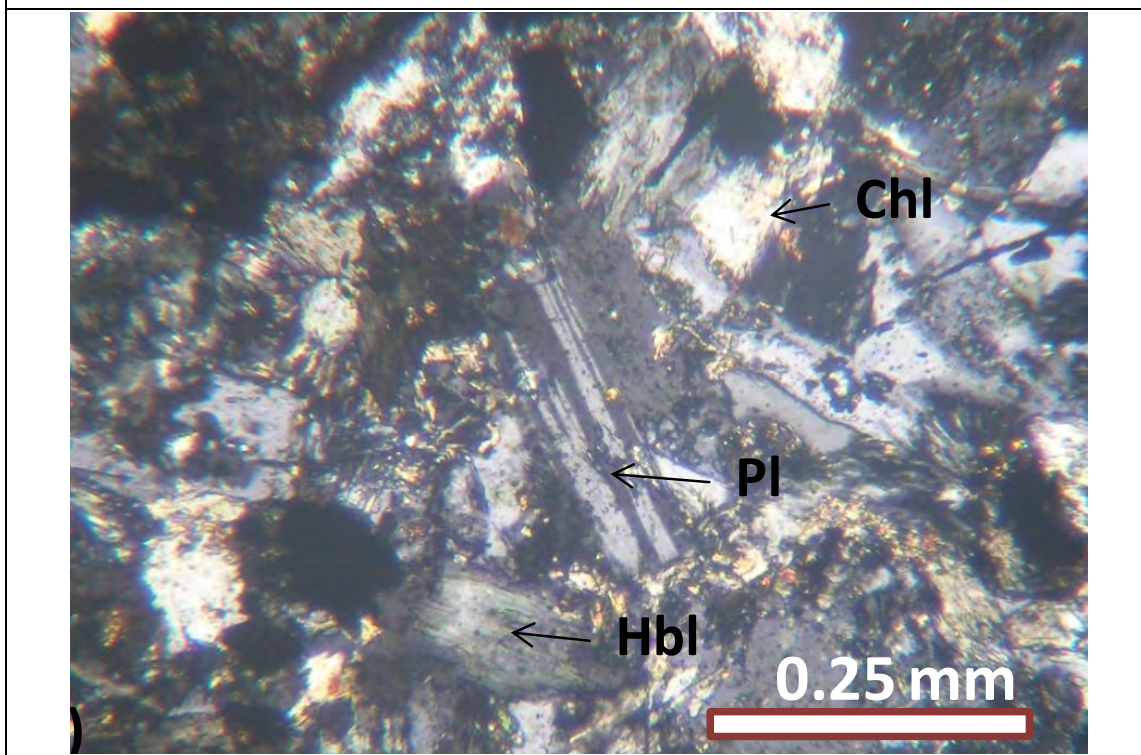


รูปที่ 4.2.3.1 (ข)

รูปที่ 4.2.3.2 (รูปที่ 4.2.3.2 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 4.2.3.2 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน micro diorite จากแผ่นหินบางหมายเลข T 6-5 จากตัวอย่างหมายเลข C6-8 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic เป็นเนื้อผลึกดอก เป็นเนื้อผลึกประกอบด้วย แร่ฮอนเบลนด์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิโอเคส แร่ควอตซ์ และแร่โอเปก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ไฟโรต์ มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อผลึกขนาดเล็ก ประกอบด้วย แร่คลอไรต์ แร่แอลไบท์ และแร่ควอตซ์

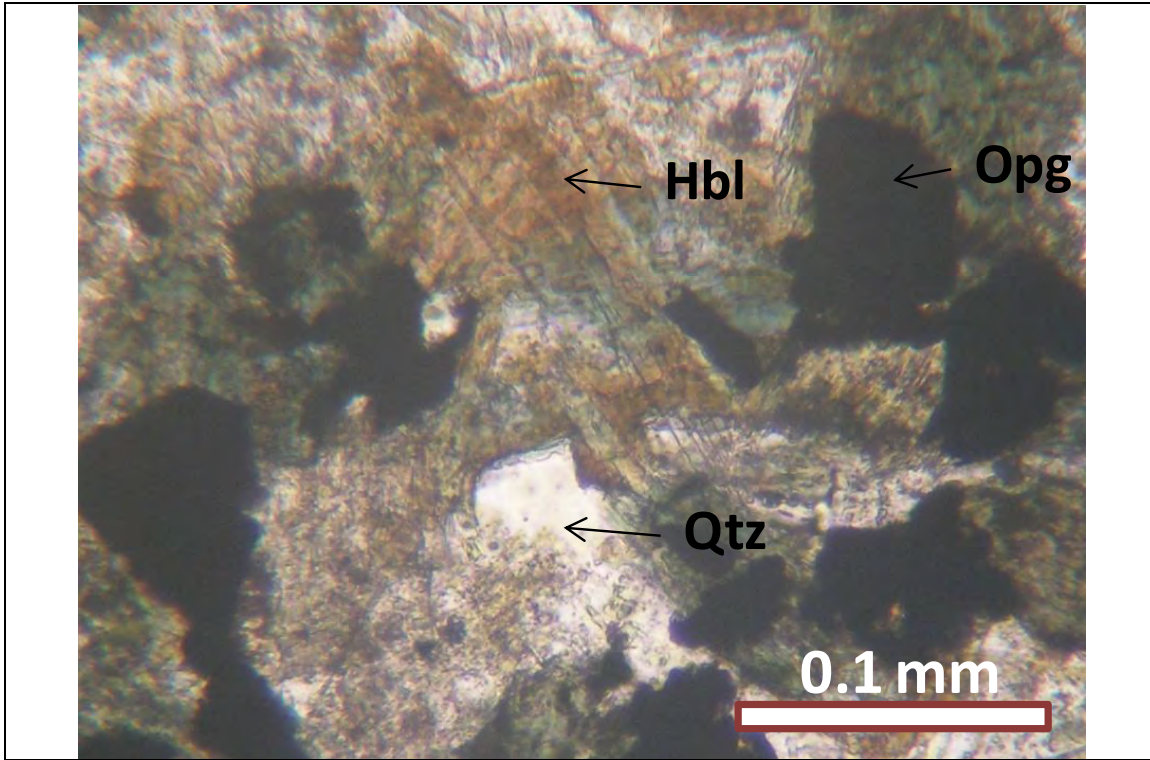


รูปที่ 4.2.3.2 (ก)

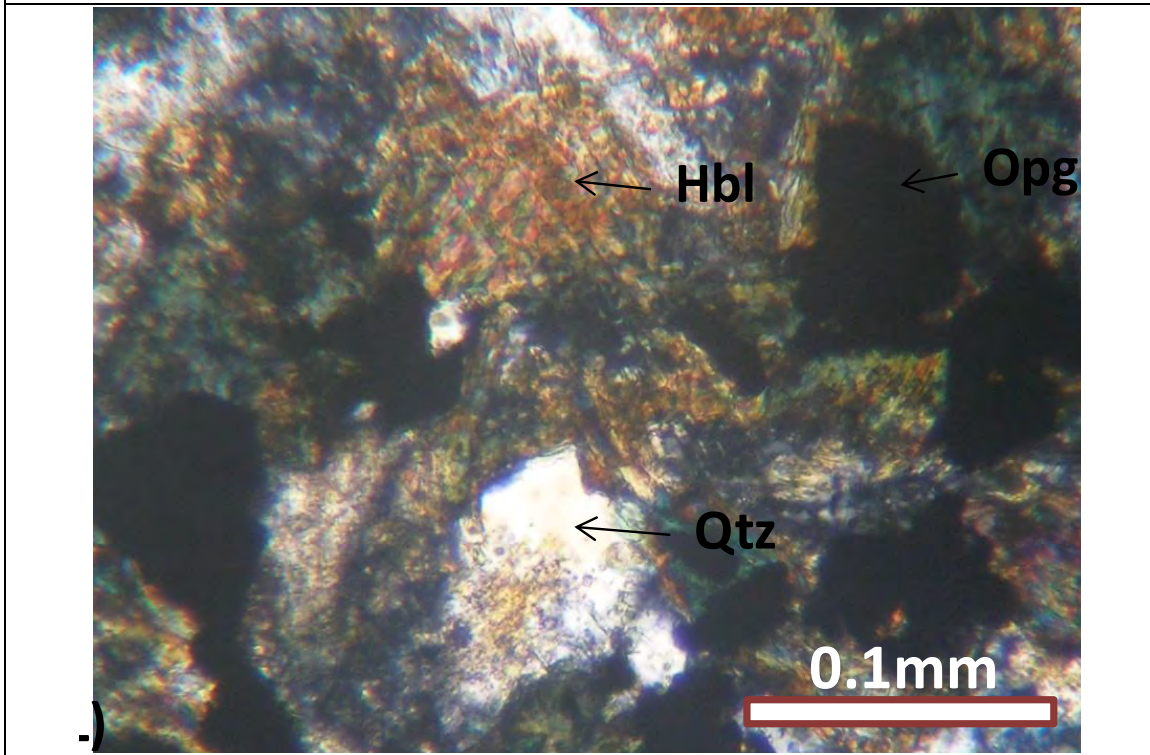


รูปที่ 4.2.3.2 (ข)

รูปที่ 4.2.3.3 (รูปที่ 4.2.3.3 (ก) ปราชจากนิโคล , รูปที่ 4.2.3.3 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน micro diorite จากแผ่นหินบางหมายเลข T 6-5 จากตัวอย่างหมายเลข C6-8 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ pophyritic เป็นเนื้อผลึกประกอบด้วย แร่แอกทิโนไลต์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิโอเคส แร่ควอตซ์ และแร่โอเปก มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อผลึกขนาดเล็ก ประกอบด้วย แร่คลอไรต์ แร่แอลไบท์ และแร่ควอตซ์ ซึ่ง แสดงแร่ฮอนเบลนด์ ที่แสดงลักษณะcleavage ทำมุม 120 องศา

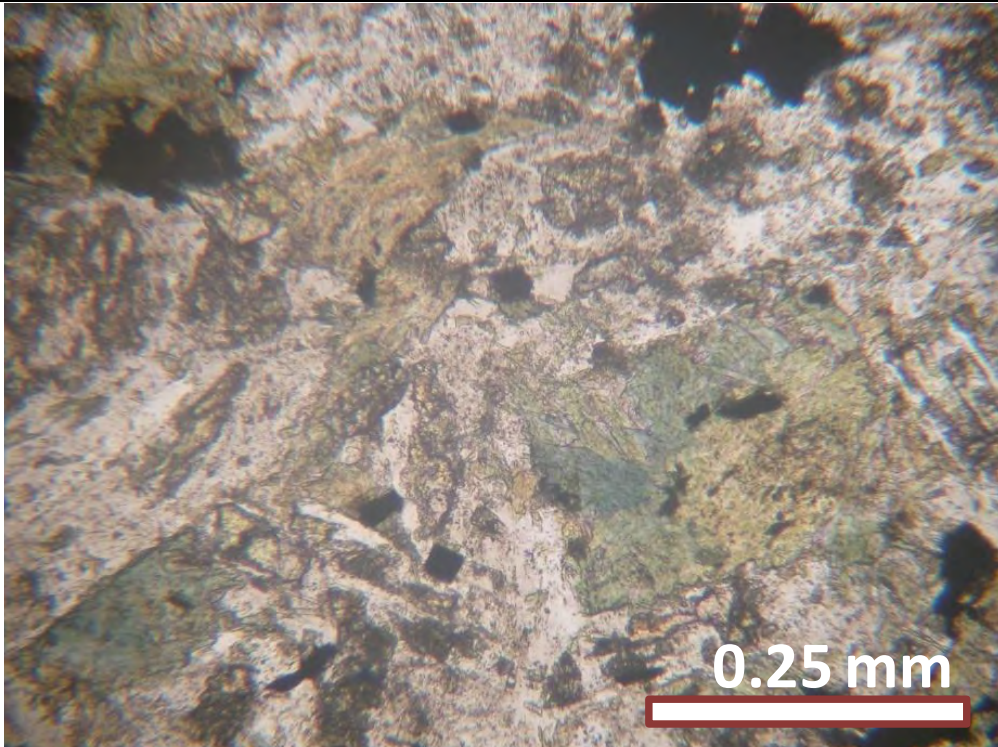


รูปที่ 4.2.3.3 (ก)

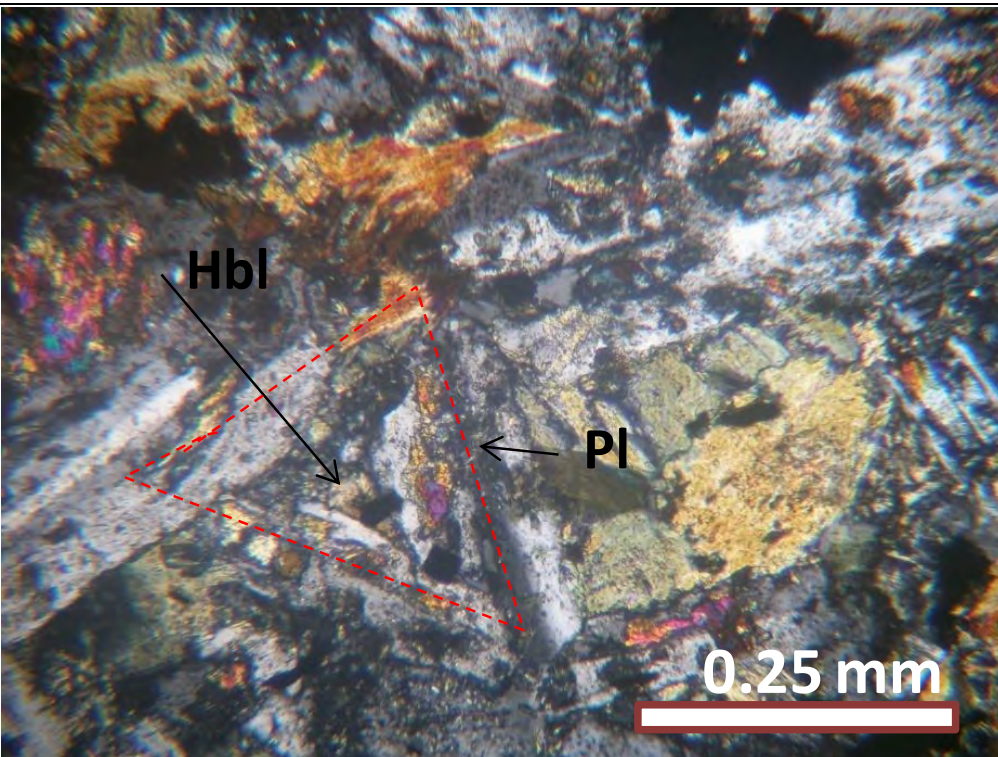


รูปที่ 4.2.3.3 (ข)

รูปที่ 4.2.3.4 (รูปที่ 4.2.3.4 (ก) ปราชจากนิโคล , รูปที่ 4.2.3.4 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน micro diorite จากแผ่นหินบางหมายเลข T 6-5 จากตัวอย่างหมายเลข C6-8 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ pophyritic เป็นเนื้อผลึกดอก เป็นเนื้อผลึกประกอบด้วย แร่แอกทิโนไลต์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิโอเคลส แร่ควอตซ์ และแร่โอเปก มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อผลึกขนาดเล็ก ประกอบด้วย แร่คลอไรต์ แร่แอลไบท์ และแร่ควอตซ์ ซึ่งแสดงลักษณะเนื้อหินแบบintergranular โดยมีผลึกแร่แพลกจิโอเคลสล้อมผลึกแร่ฮอนเบลนด์

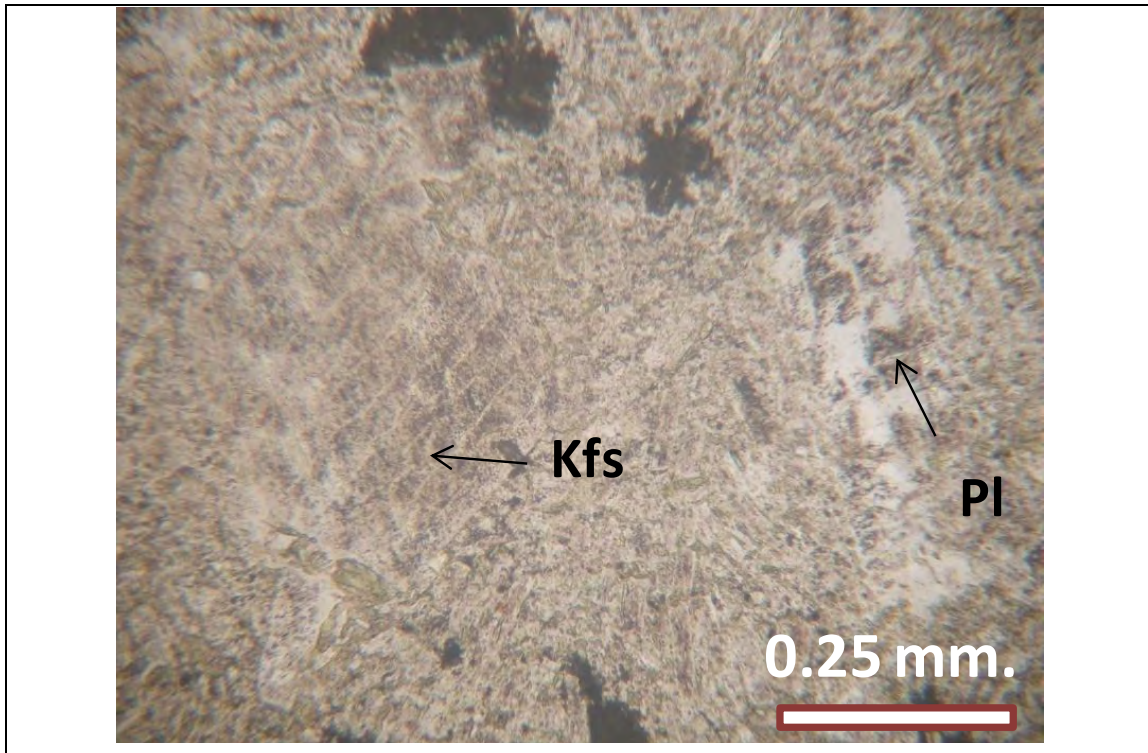


รูปที่ 4.2.3.4 (ก)

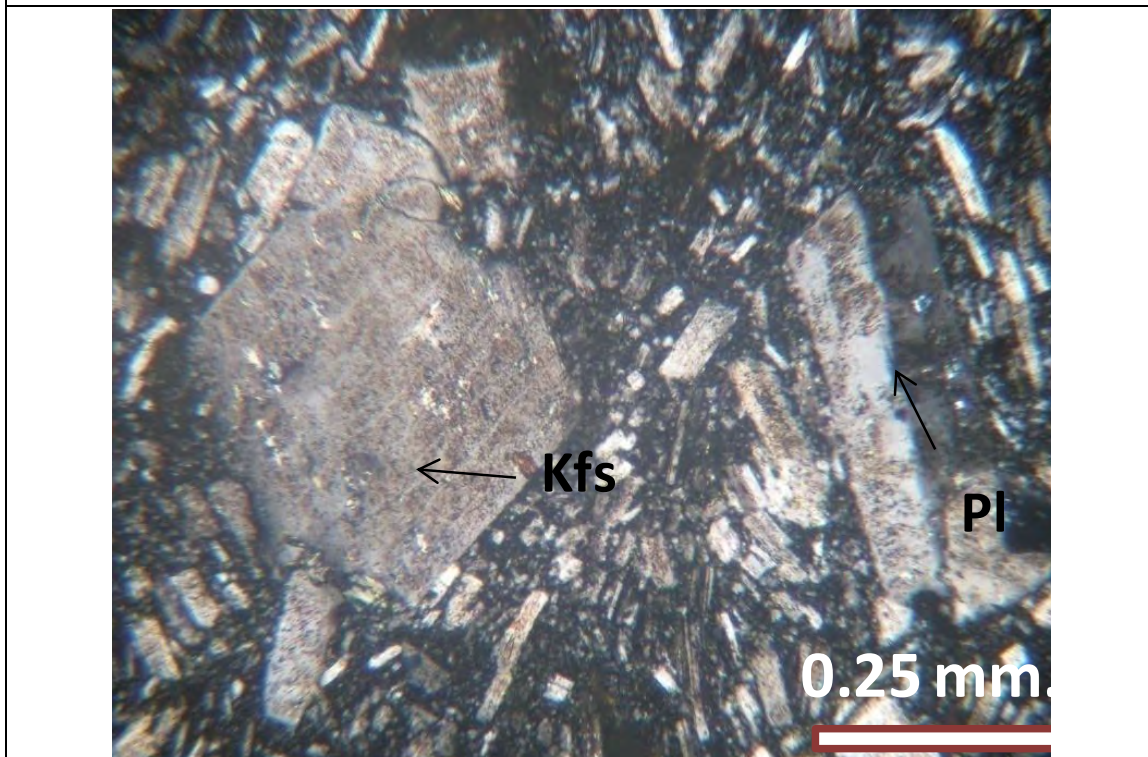


รูปที่ 4.2.3.4 (ข)

รูปที่ 4.2.4.1 (รูปที่ 4.2.4.1 (ก) ปราศจากนิโคล, รูปที่ 4.2.4.1 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ของหิน trachitic andesite จากแผ่นหินบางหมายเลข T1-3 จากตัวอย่างหมายเลข A4-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic เป็นเนื้อผลึกดอกเป็นเนื้อผลึกประกอบด้วย แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิโอเคลส แร่ควอตซ์ มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว ซึ่งแสดงแร่แพลกจิโอเคลสที่มีลักษณะ Carlsbad twin และแร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ที่แสดงลักษณะ sieve texture

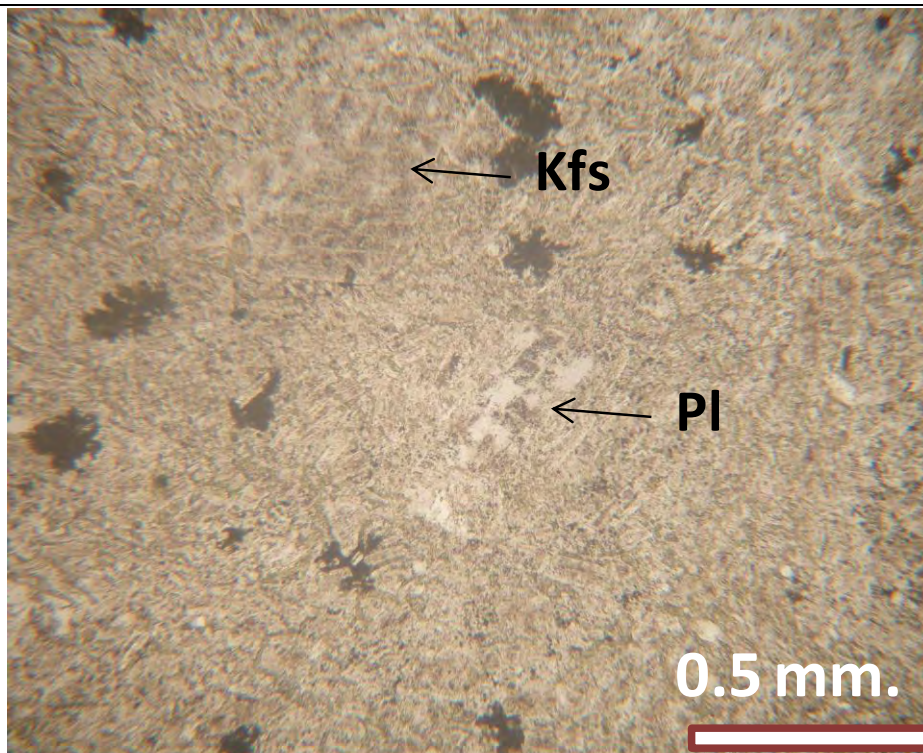


รูปที่ 4.2.4.1 (ก)

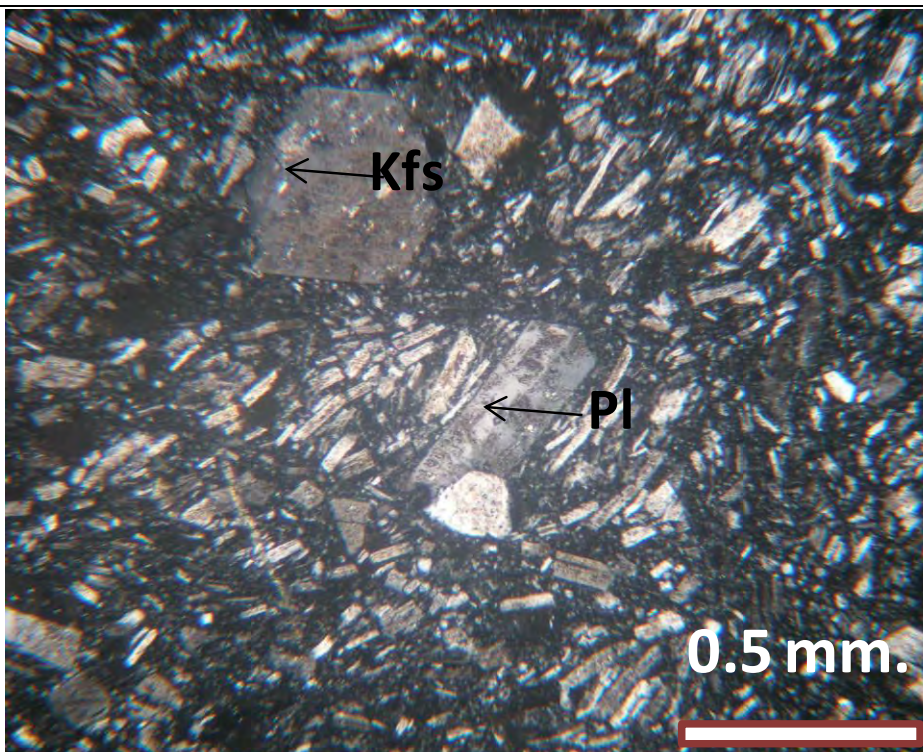


รูปที่ 4.2.4.1 (ข)

รูปที่ 4.2.4.2 (รูปที่ 4.2.4.2 (ก) ปราศจากนิโคล, รูปที่ 4.2.4.2 (ข) ไส้หินโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ของหิน trachitic andesite จากแผ่นหินบางหมายเลข T2-3 จากตัวอย่างหมายเลข C6-3 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic เป็นเนื้อผลึกดอกเป็นเนื้อผลึกประกอบด้วย แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลกจิโอเคส แร่ควอตซ์ มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว ซึ่งแสดงเนื้อหินแบบ trachitic ซึ่งเป็นการเรียงตัวของแร่เนื้อดอกประกอบด้วย แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ และแร่แพลกจิโอเคส



รูปที่ 4.2.4.2 (ก)



รูปที่ 4.2.4.2 (ข)

บทที่ 5: การเปลี่ยนสภาพ

5.1 การเปลี่ยนสภาพ

5.2 Vein paragenesis

5.3 Mineral paragenesis

5.1 การเปลี่ยนสภาพ (Alteration)

จากการศึกษาใน ภาคสนามในพื้นที่เขาพนมพา และจากการศึกษาตีลาวรรณนาจากตัวอย่าง C3-1, C1-2, B2-1, B7-1, C6-A, C4-3, A7-4, B4-1, C6-6, C3-H ทำให้พบการเปลี่ยนแปลงสภาพหลายรูปแบบ สามารถแบ่งออกเป็นสามแบบซึ่งเกิดคนละช่วงเวลาและในหินที่แตกต่างกัน โดยมีลำดับการเกิดดังนี้

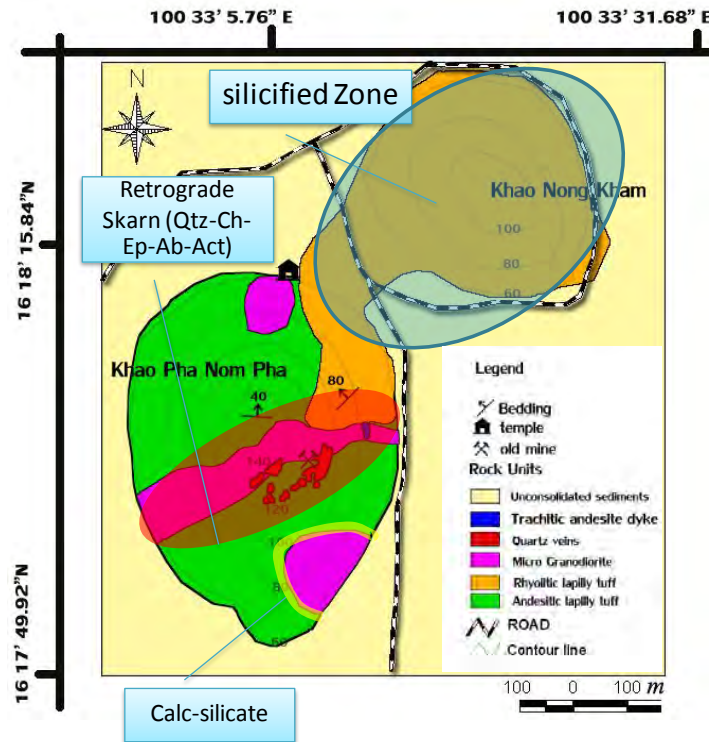
5.1.1 ช่วงก่อนการเกิดแร่ มีการแทรกดันตัวของไมโครไดออไรต์เข้าไปในหินแอนดิซิดิกลาพิลลิต์ทำให้เกิดเป็น contact metamorphism ทำให้เกิดการแปรสภาพเป็นหินแคลซิลิเกต (วอลลาสโทไนท์-กาเนต-ไพรอกซีน-อพิโดด-แอคทิโนไลต์) (รูปที่ 5.1.1.1) ในบริเวณรอยต่อระหว่างหินทั้งสอง มีความกว้างอย่างน้อย 50 เซนติเมตร (สำหรับแร่วอลลาสโทไนท์ ได้ทำการตรวจสอบด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ XRD ทั้งนี้แสดงในรูปที่ 8.6.1 ในภาคผนวก)

5.1.2 ช่วงเดียวกับการเกิดแร่ทองคำ เป็นช่วง Prograde skarn เกิดกระบวนการ metasomatic process หรือ hydrothermal stage เป็นลักษณะการไหลของน้ำยาแร่ร้อนในพื้นที่แคบๆตามรอยแตก ซึ่งพบทั่วไปในหินแอนดิซิดิกลาพิลลิต์ (รูปที่ 5.1.2.3) โดยมีการแลกเปลี่ยนองค์ประกอบของน้ำยาแร่ร้อนกับหินเข้า ซึ่งทำให้เกิดแร่ กาเนต และไพรอกซีน เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเรียกว่า Skarnoid หลังจากนั้นในช่วง retrograde skarn มีการกระบวนการน้ำฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งมักเกิดในระดับตื้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพที่มีการแทนที่แร่ที่เกิดในช่วง Prograde Skarn ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ที่ไม่มีน้ำในโครงสร้างเป็นแร่ที่มีน้ำในโครงสร้างเช่น Epidote, Amphiboles, Chlorite, Actinolite และ Clays ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้ พบกระจายตัวบริเวณขอบของอยู่ตามสาย แร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต (คลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อพิโดด) ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและตัดกันเป็นร่างแหในหินแอนดิซิดิกลาพิลลิต์ โดยมีบริเวณการเปลี่ยนแปลงสภาพเข้าไปในหินเข้า กว้างประมาณ 1-70 เซนติเมตร ซึ่งแปรผันตามขนาดของสายแร่ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.5-50 เซนติเมตร โดยสามารถอธิบายบริเวณการเปลี่ยนแปลงสภาพได้โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 1) การเปลี่ยนแปลงสภาพในหินเข้า ซึ่งโซนการเปลี่ยนที่เกิดลำดับการเกิดมีดังนี้ เริ่มจากควอตซ์ได้เข้าไปทำปฏิกิริยากับหินเข้า แล้วจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพตามลำดับ จากสายแร่เข้าไปทำให้เกิด โซนแอคทิโนไลต์ , โซนอพิโดด และด้านนอกสุดคือโซนคลอไรต์-แอลไบต์ 2) การสะสมแร่ในสายแร่จากขอบสายแร่เข้าไปหาสายแร่คือควอตซ์ แสดง comb structure .ในการเกิดจากขอบสายแร่เข้าไปในสายแร่ และถูกปิดด้วยแคลซิโดนีนจากการเข้ามาของน้ำยาแร่ร้อน ในช่วงหลังซึ่งในระหว่างการเกิด หากเกิดฟองก๊าซในน้ำยาแร่ร้อน ทำให้เกิด

การตกลงผลึกของควอตซ์และแร่มีค่ารวมทั้งไฟโรต์ อยู่บริเวณกลางสายแร่ (รูปที่ 5.1.2.1, รูปที่ 5.1.2.2, รูปที่ 5.1.2.3, รูปที่ 5.1.2.4 , รูปที่ 5.1.2.5 และแบบจำลองรูปที่ 5.1.2.6) และจากการเปรียบเทียบแผนที่ธรณีเคมี (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) พบว่า บริเวณที่มีการเปลี่ยนสภาพแบบนี้ มีความสัมพันธ์กับบริเวณ ที่พบ ทองคำสูง(รูป 6.3.2)

5.1.3 ในช่วงหลังการเกิดแร่ทองคำ เกิดการกระบวนการ silicification ในหินไรโออิติกลาพิลลิตัทพ์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพแบบ silicified ซึ่งมีการกระจายตัวทั่วทั้งบริเวณที่เป็นไรโออิติกลาพิลลิตัทพ์ คือ บริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทั่วทั้งบริเวณเขาหนองแขม (รูปที่ 5.1.3, รูปที่ 4.1.2.5 , รูปที่ 5.1.3.1)ซึ่งในบริเวณนี้ไม่พบการเปลี่ยนสภาพแบบ แคลซิลิเกต และ retrograde skarn และสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต (คลอไรต์-แอคทิโนไลท์-อีพิโดด)เลย อย่างไรก็ตามในผนังหินทราซิติค แอนดิซิติคัทพ์ นั้นไม่พบ การเปลี่ยนสภาพและการแทรกตัดเข้าไปของสายแร่เช่นกัน

แผนที่การเปลี่ยนแปลงสภาพ



(ดัดแปลงจาก แผนที่ภูมิประเทศ อำเภอวังทรายพูน ระวัง 5141 IV ลำดับชุด 7017)

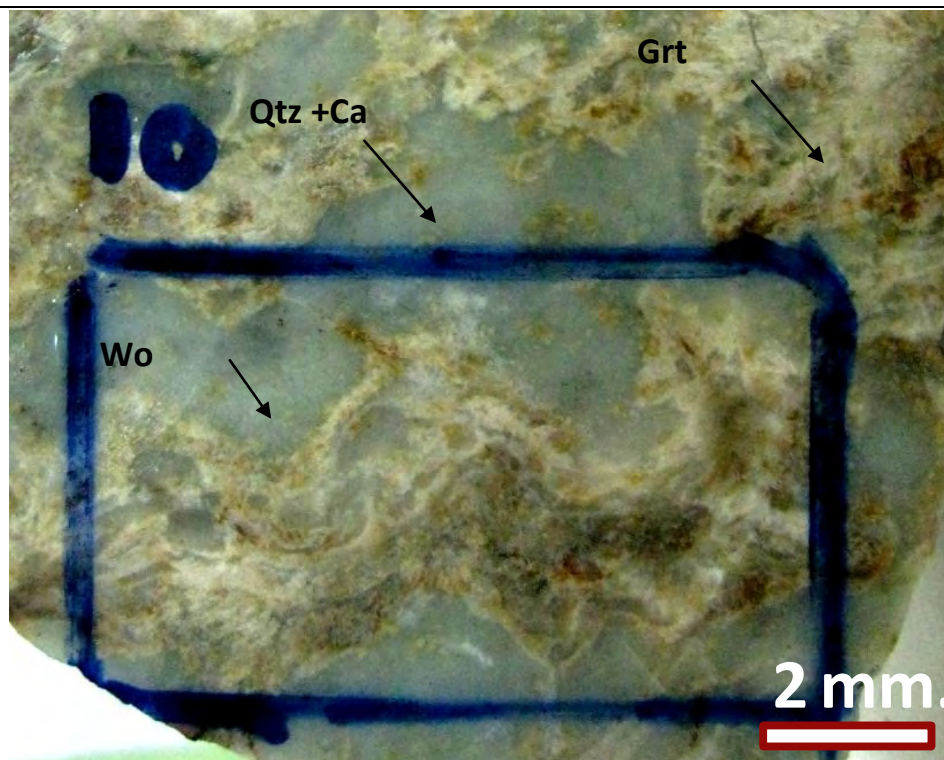
รูปที่ 5.1 แผนที่ภูมิประเทศแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร (ดัดแปลงจาก แผนที่ภูมิประเทศอำเภอวังทรายพูน ระวัง 5141 IV ลำดับชุด 7017)

.รูปที่ 5.1.1.1 หินลอยขนาดใหญ่ของ สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพิโดด-กาเนต บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6(รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีสีสดเป็นสีขาว มีสีฝุ่นสีขาวส้ม ซึ่งประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่แคลไซต์แร่วอลลาสไทน์ แร่อีพิโดด และ แร่กาเนต ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ แคลซิลิกเกต โดยมีหินดั้งเดิมที่เป็น andesitic lapilli tuff

.รูปที่ 5.1.1.2 แผ่นหินหน้าเรียบของ สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์-อีพิโดด-กาเนต บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6(รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) หมายเลขตัวอย่าง C6-6 มีสีสดเป็นสีขาว มีสีฝุ่นสีขาวส้ม ซึ่งประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่แคลไซต์แร่วอลลาสไทน์ แร่อีพิโดด และ แร่กาเนต ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ แคลซิลิกเกต และได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ในรูปที่ 5.1.1.3-6 และทำการวิเคราะห์เคมีในรูปที่ 8.1.1



รูปที่ 5.1.1.1



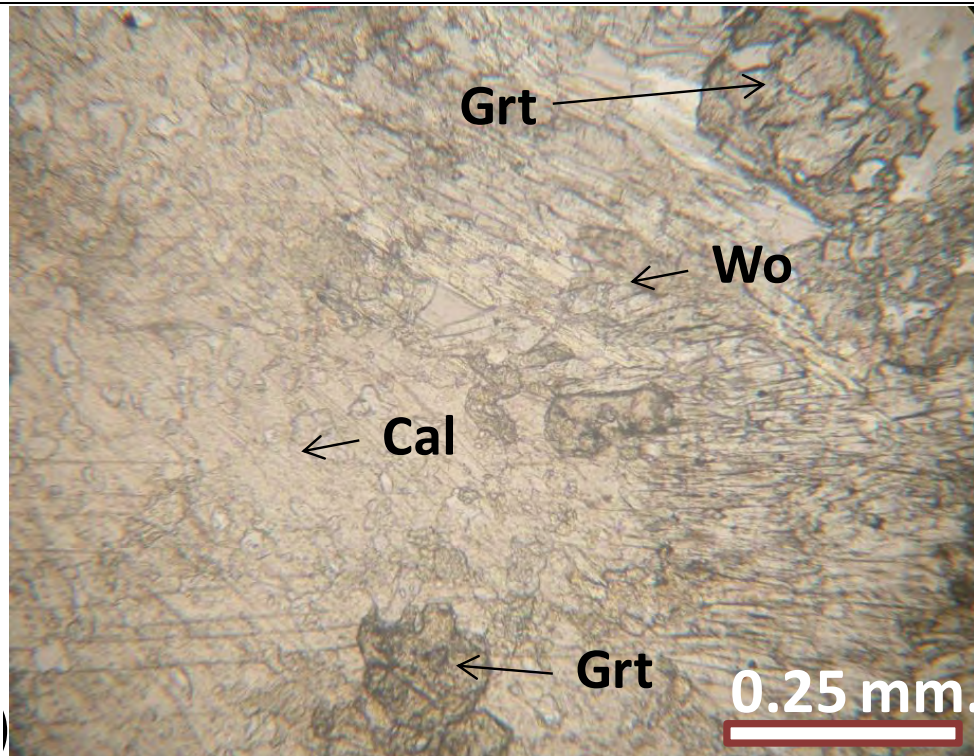
รูปที่ 5.1.1.2

รูปที่ 5.1.1.3 (รูปที่ 5.1.1.3 (ก) ปราบจากนิโคล, รูปที่ 5.1.1.3 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ของ สายแร่ ควอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทน์ -อีพิโดด-กาเนต จากแผ่นหินบาง หมายเลข T0-10 จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 (รูปที่ 5.1.1.2) จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงการอยู่ร่วมกันของแร่ต่างๆ ได้แก่ แร่ควอตซ์ แร่แคลไซต์ แร่วอลลาสไทน์ และ แร่กาเนต ทั้งนี้ยังแสดงเนื้อหินแบบ Embayment ดังนี้

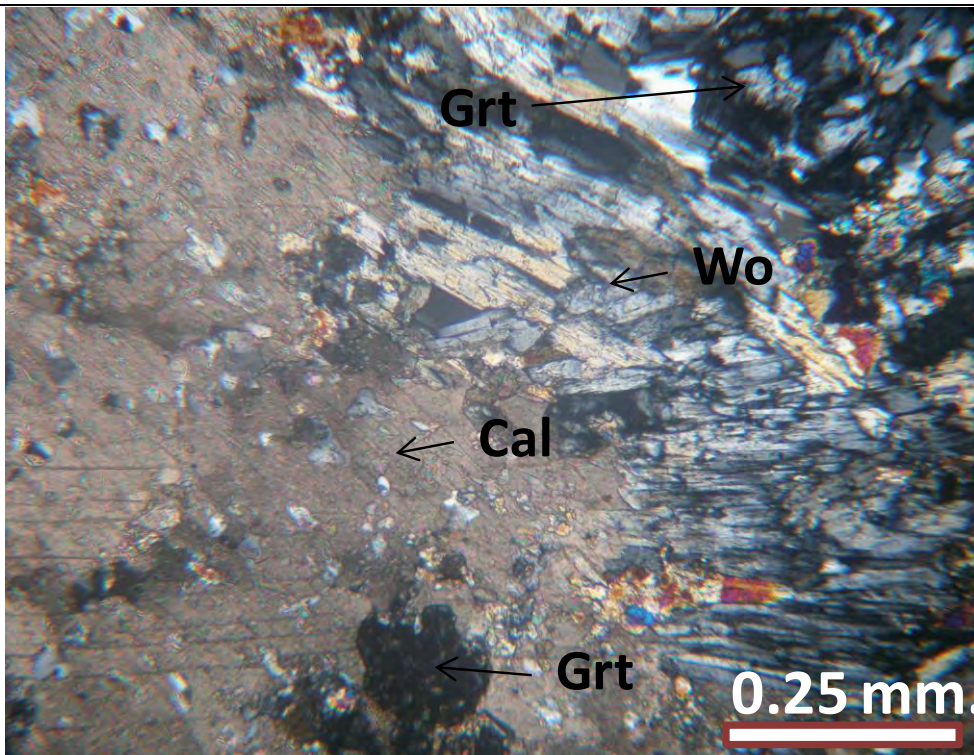
-แร่กาเนตกัดเข้าไปในแร่แคลไซต์(ด้านล่างตรงกลาง รูป 5.1.1.3 (ข))

-แร่ควอตซ์กัดเข้าไปในแร่กาเนต (ด้านบน ซ้าย รูป 5.1.1.3 (ข))

-แร่กาเนตกัดเข้าไปในแร่วอลลาสไทน์ (ด้านบน ซ้าย รูป 5.1.1.3 (ข))

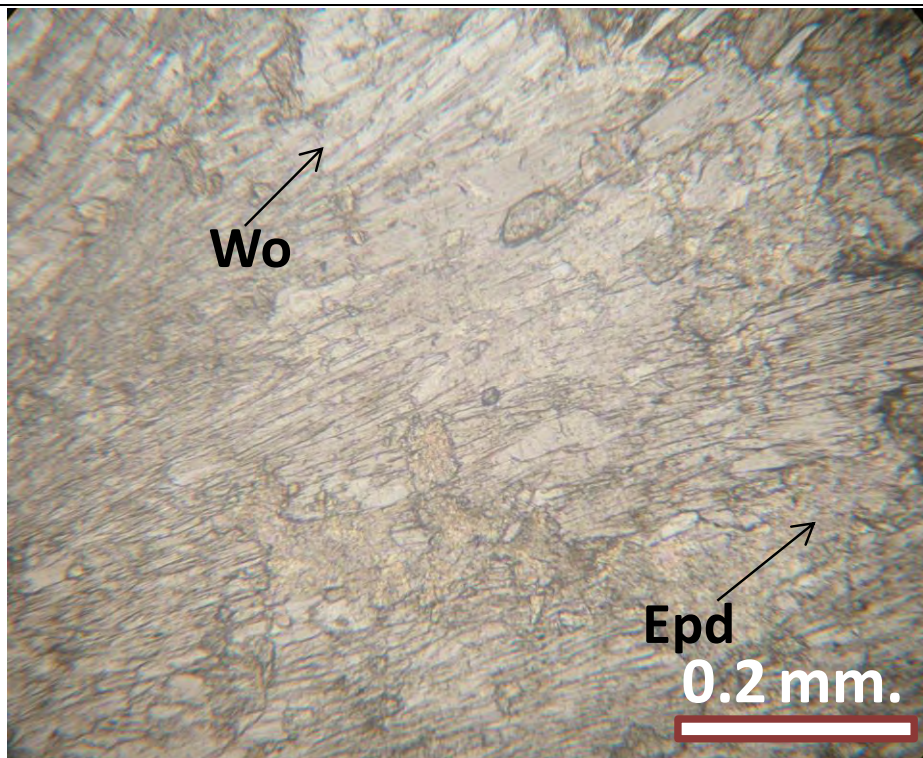


รูปที่ 5.1.1.3 (ก)

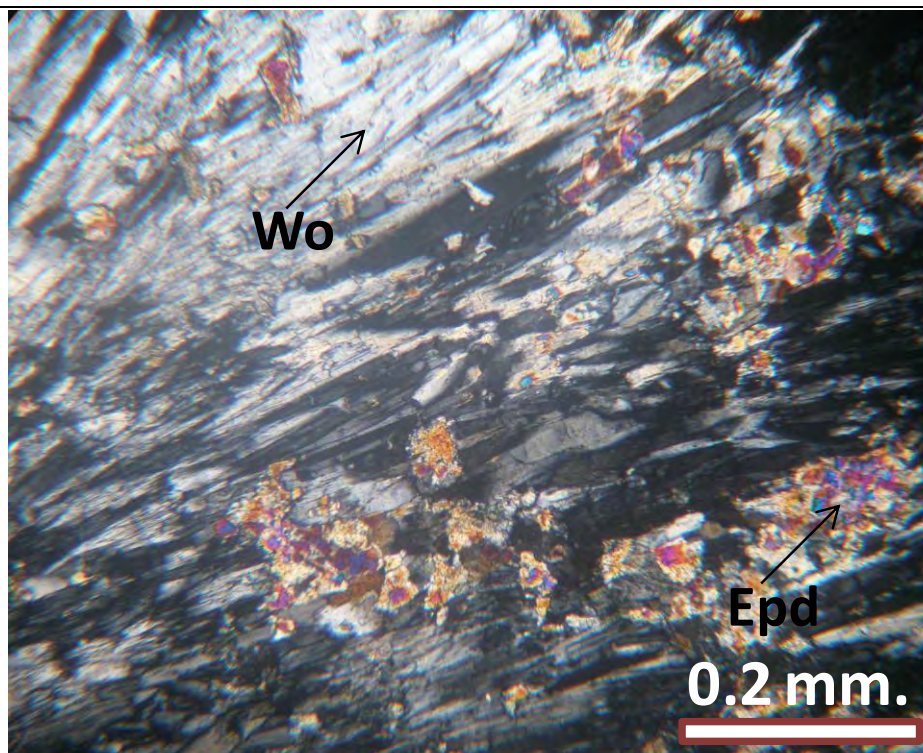


รูปที่ 5.1.1.3 (ข)

. รูปที่ 5.1.1.4 (รูปที่ 5.1.1.4 (ก) ปราบจากนิโคล, รูปที่ 5.1.1.4 (ข) ไส้นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์
ของ สายแร่ควอตซ์ -แคลไซต์-วอลลาสไทน์ -อีพิโดด-กาเนต จากแผ่นหินบางหมายเลข T0-10
จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงการอยู่
ร่วมกันของแร่ต่างๆ แร่วอลลาสไทน์ และ แร่อีพิโดด



รูปที่ 5.1.1.4 (ก)



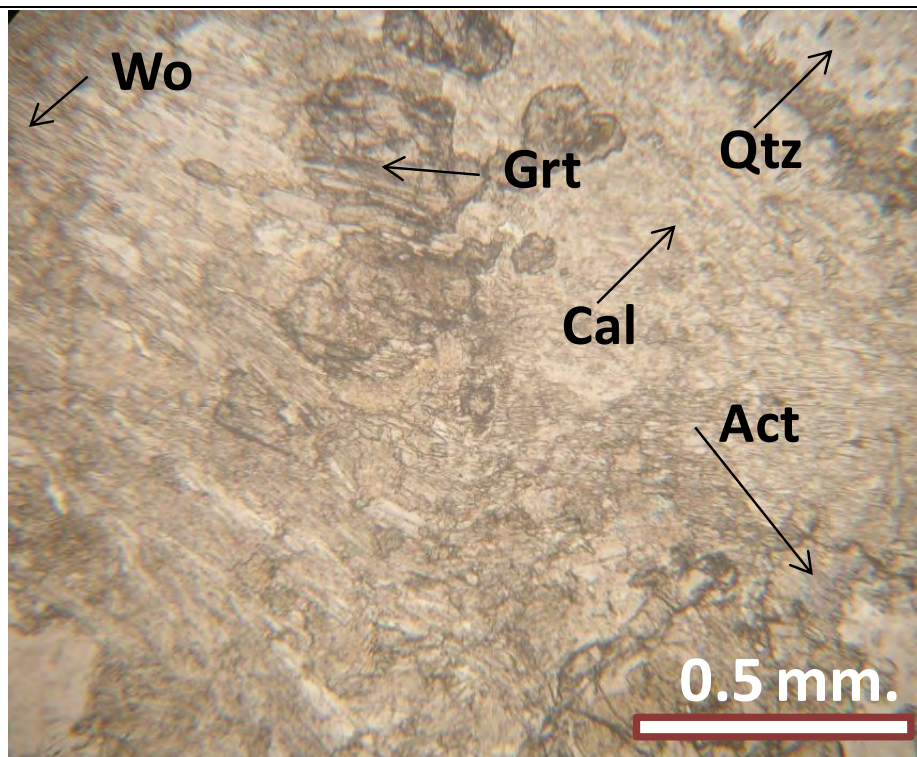
รูปที่ 5.1.1.4 (ข)

รูปที่ 5.1.1.5 (รูปที่ 5.1.1.5 (ก) ปราบจากนิโคล, รูปที่ 5.1.1.5 (ข) ไสนิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์
 ของ สายแร่ควอตซ์ -แคลไซต์-วอลลาสไทน์ -อีพิโดด-กาเนต จากแผ่นหินบางหมายเลข TO-10
 จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงการอยู่
 ร่วมกันของแร่ต่างๆ ได้แก่ แร่ควอตซ์ แร่แคลไซต์ แร่วอลลาสไทน์ แร่แอคทิโนไลต์ และ แร่กาเนต
 ทั้งนี้ยังแสดงเนื้อหินแบบ Embayment ดังนี้

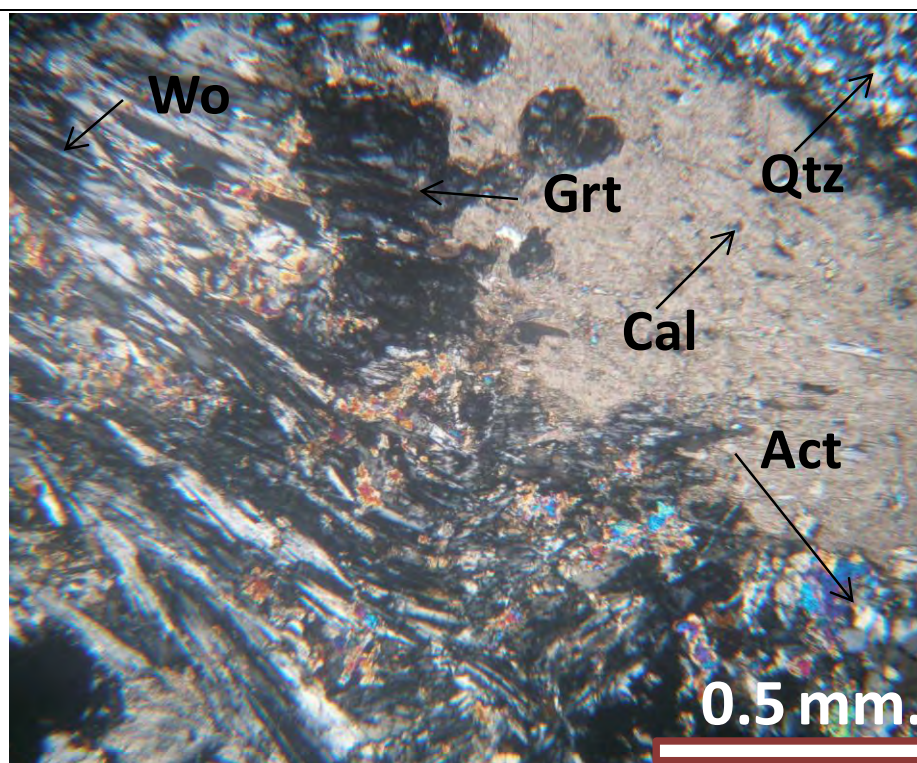
-แร่กาเนตกัดเข้าไปในแร่แคลไซต์(ด้านบน-ตรงกลาง รูป 5.1.1.5 (ข))

-แร่ควอตซ์กัดเข้าไปในแร่แคลไซต์ (ด้านบน-ขวา รูป 5.1.1.5 (ข))

-แร่กาเนตกัดเข้าไปในแร่วอลลาสไทน์ (ด้านบน- ตรงกลาง รูป 5.1.1.5 (ข))

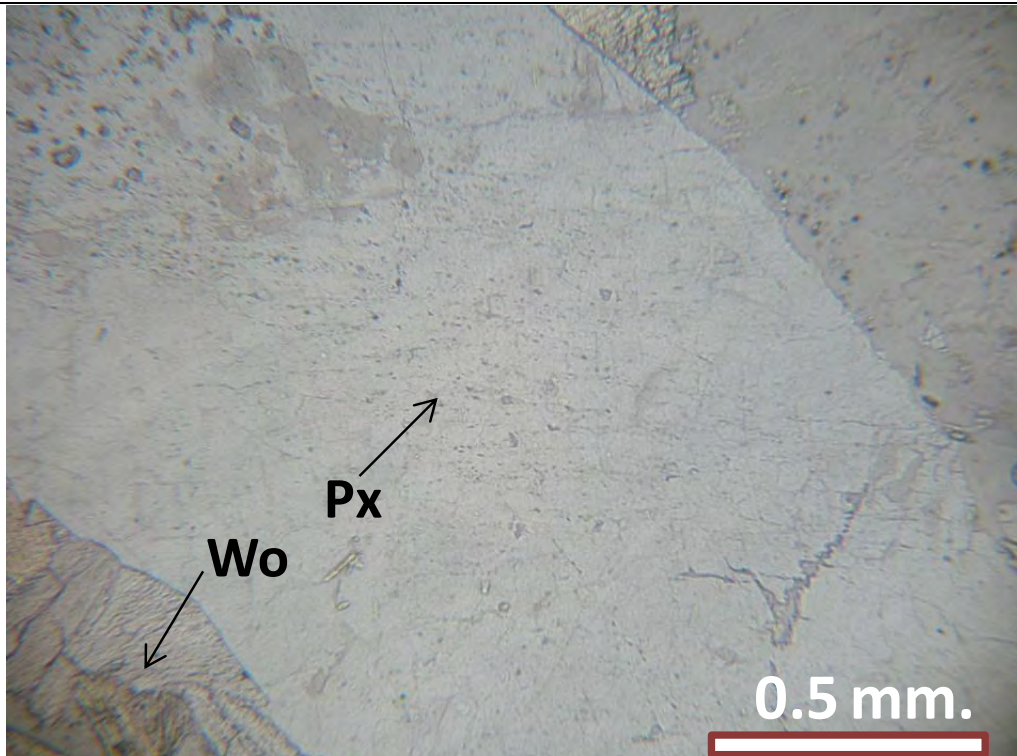


รูปที่ 5.1.1.5 (ก)

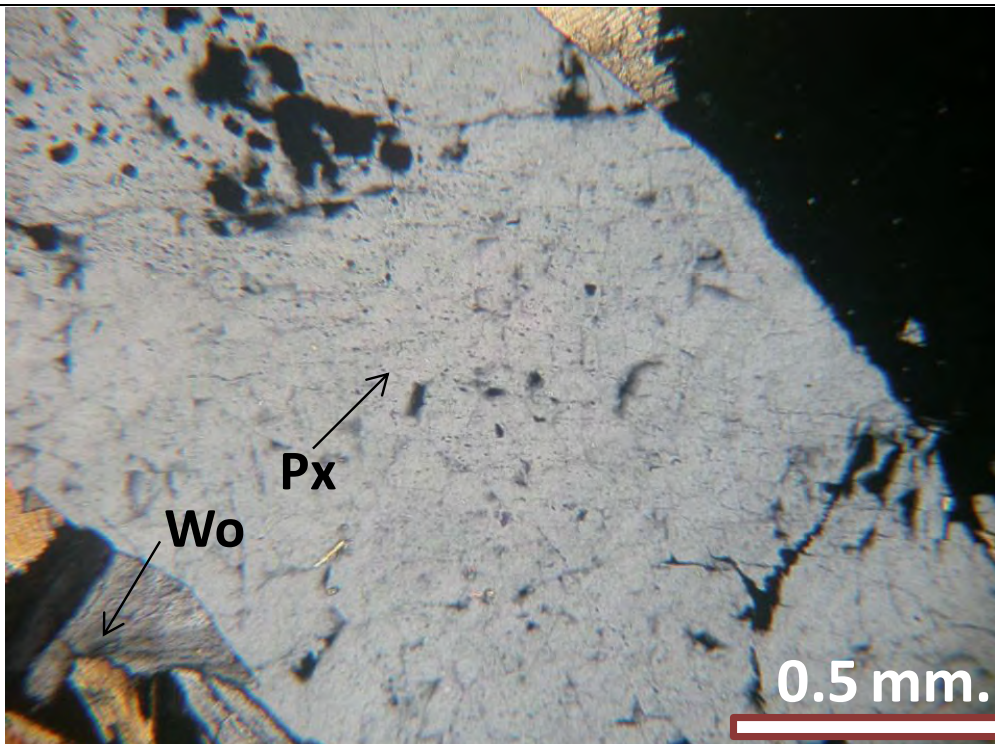


รูปที่ 5.1.1.5 (ข)

. รูปที่ 5.1.1.6 (รูปที่ 5.1.1.6 (ก) ปราชจากนิโคล, รูปที่ 5.1.1.6 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์
ของ สายแร่ควอตซ์ -แคลไซต์-วอลลาสไทต์ -อีพิโดด-กาเนต จากแผ่นหินบางหมายเลข T0-10
จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงเนื้อหิน
แบบintergrowแสดงการอยู่ร่วมกันของแร่ต่างๆ แร่คไพรอกซีน แร่วอลลาสไทต์



รูปที่ 5.1.1.6 (ก)



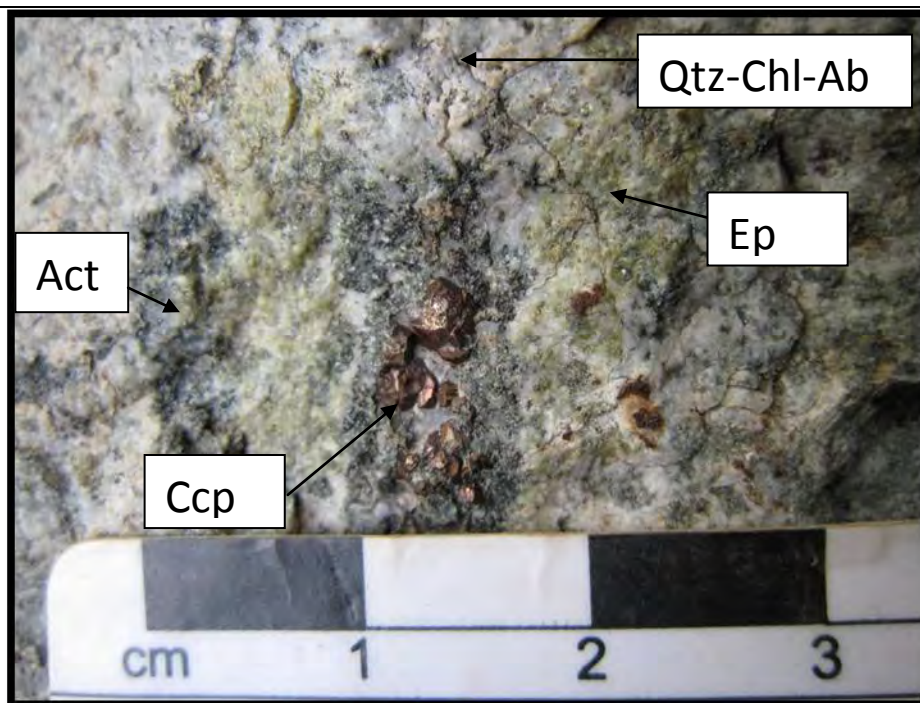
รูปที่ 5.1.1.6 (ข)

. รูปที่ 5.1.2.1 ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3(รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีสีสดเป็นสีเขียวดำ มีสีฝุ่นเป็นสีดำเทา แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์ -คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อิพิโดด-แอลไบต์-ไพไรต์ ซึ่งแสดงแร่ไพไรต์ชัดเจน

.
รูปที่ 5.1.2.2 ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3(รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีสีสดเป็นสีเขียวดำ มีสีฝุ่นเป็นสีดำเทา แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์ -คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อิพิโดด-แอลไบต์-ไพไรต์ ซึ่งแสดงแร่คาลโคไพไรต์ชัดเจน



รูปที่ 5.1.2.1



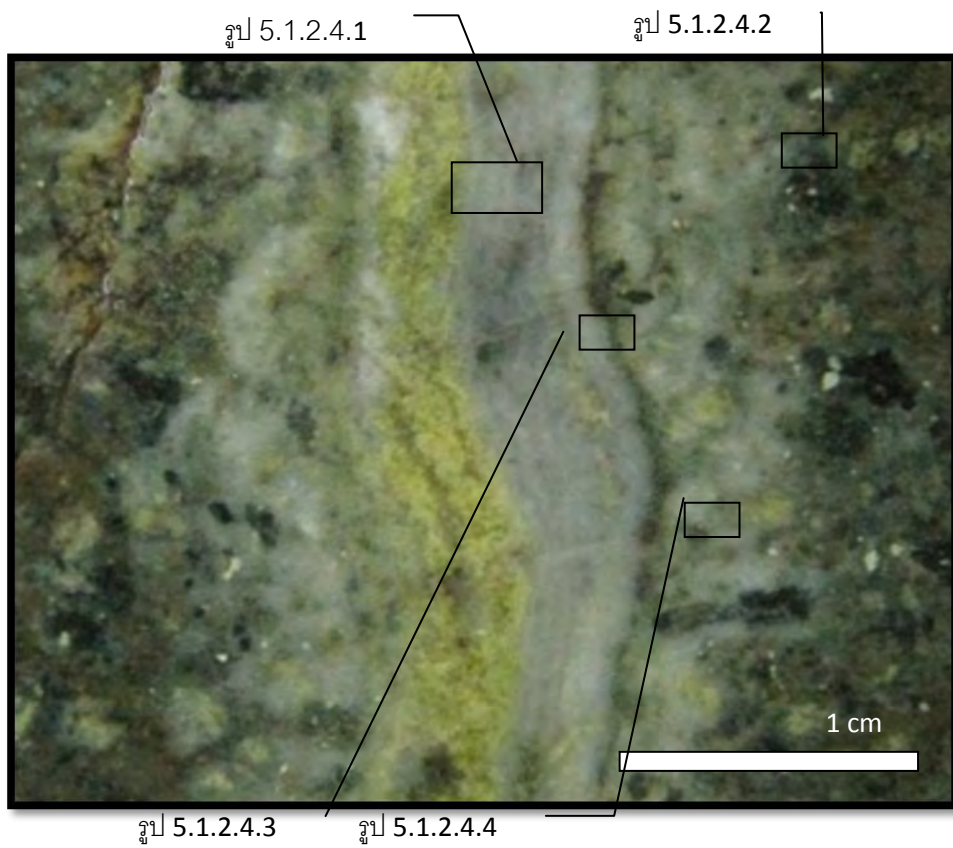
รูปที่ 5.1.2.2

รูปที่ 5.1.2.3 หินลอยของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีสีสดเป็นสีเขียวดำ มีสีฝุ่นสีดำเทา ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ ควอตซ์-คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อพิโดด-แอลไบต์-ไฟไรต์ ซึ่งเกิดจากการที่น้ำแร่ร้อนแทรกตัดเข้าไปในหินชนิดนี้

รูปที่ 5.1.2.4 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน andesitic lapilli tuff ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข B2-1 มีสีสดเป็นสีขาวเขียว และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาล มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิไซต์ หินโรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์ ซึ่งแสดงสายแร่ควอตซ์ตัดเข้ามาในหิน andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดโซนการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์-คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อพิโดด-แอลไบต์-ไฟไรต์ และได้ทำการศึกษาศิลาวรรณนาในแต่ละบริเวณโดยแสดงใน รูปที่ 5.1.2.4.1, รูปที่ 5.1.2.4.2, รูปที่ 5.1.2.4.3, รูปที่ 5.1.2.4.4 ตามลำดับ

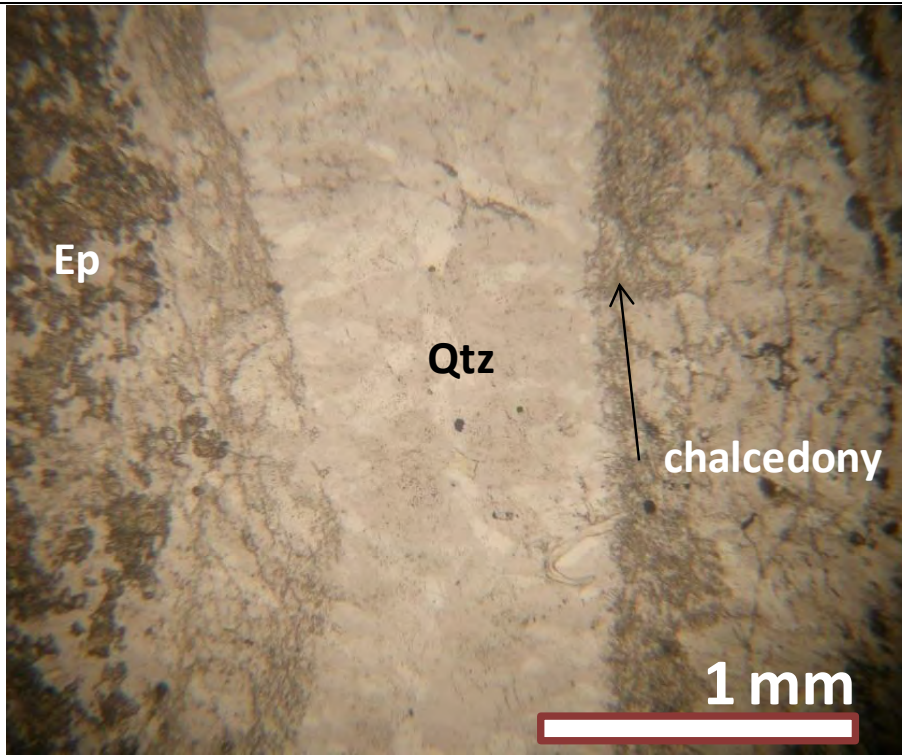


រូបទី 5.1.2.3

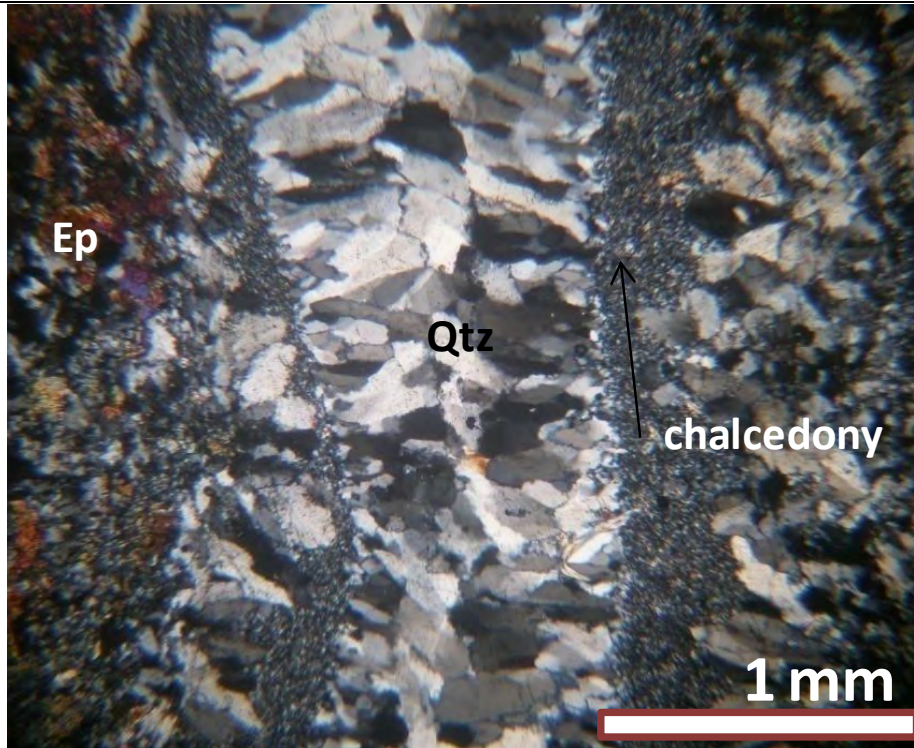


រូបទី 5.1.2.4

. รูปที่ 5.1.2.4.1 (รูปที่ 5.1.2.4.1 (ก) ปรัชจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.4.1 (ข) ไส้หินโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T4-1 ตัวอย่างหมายเลข B2-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์บริเวณกลางสายแร่(รูปที่ 5.1.2.4)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทั้งยังแสดงเนื้อหินแบบ Colloform ซึ่งเกิดจากการเข้าหลายครั้งของสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนตและแร่คาลซีไนท์ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพแบบ retrograde skarn จากการพบแร่ ควอตซ์ แร่อิพิโดด แร่คลอไรต์ โดยจะพบ การไล่โซนการ เปลี่ยนสภาพจากขอบของสายแร่เข้าไปในกลางสายแร่ ดังนี้ อิพิโดด แร่ควอตซ์ แร่คาลซีโดไนท์ โดยสามารถแสดงในแบบจำลองการเปลี่ยนสภาพ (รูปที่ 5.1.2.6)

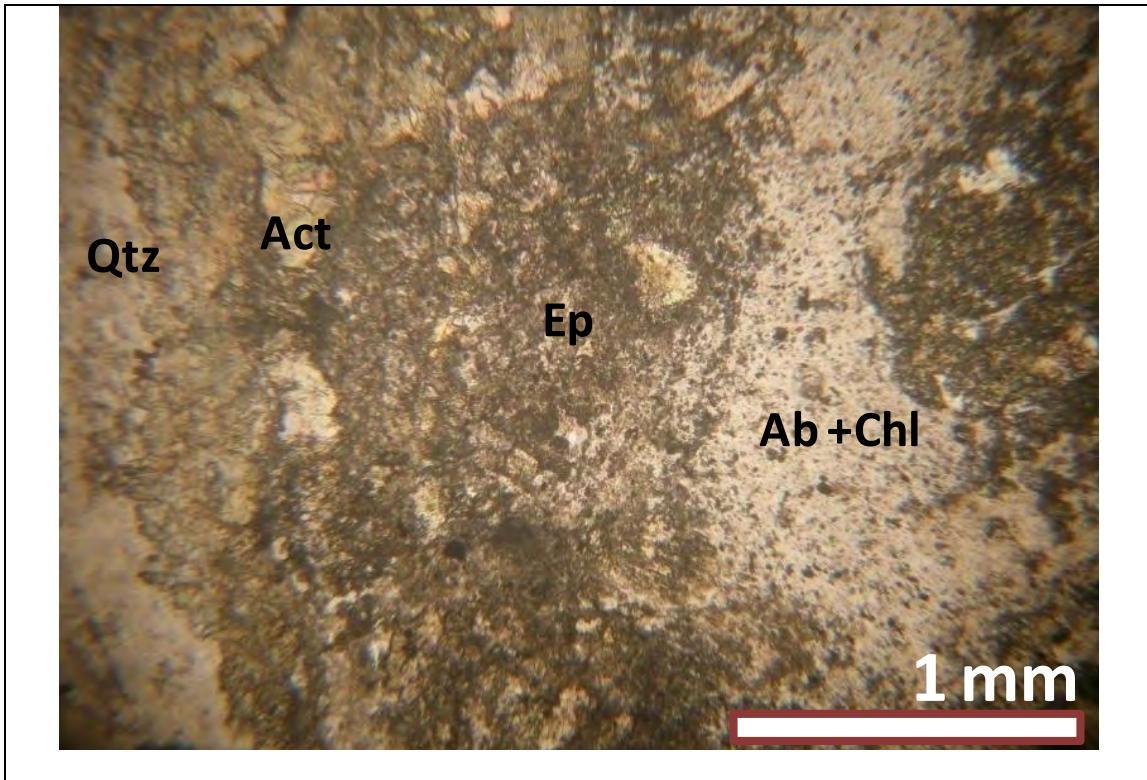


รูปที่ 5.1.2.4.1 (ก)

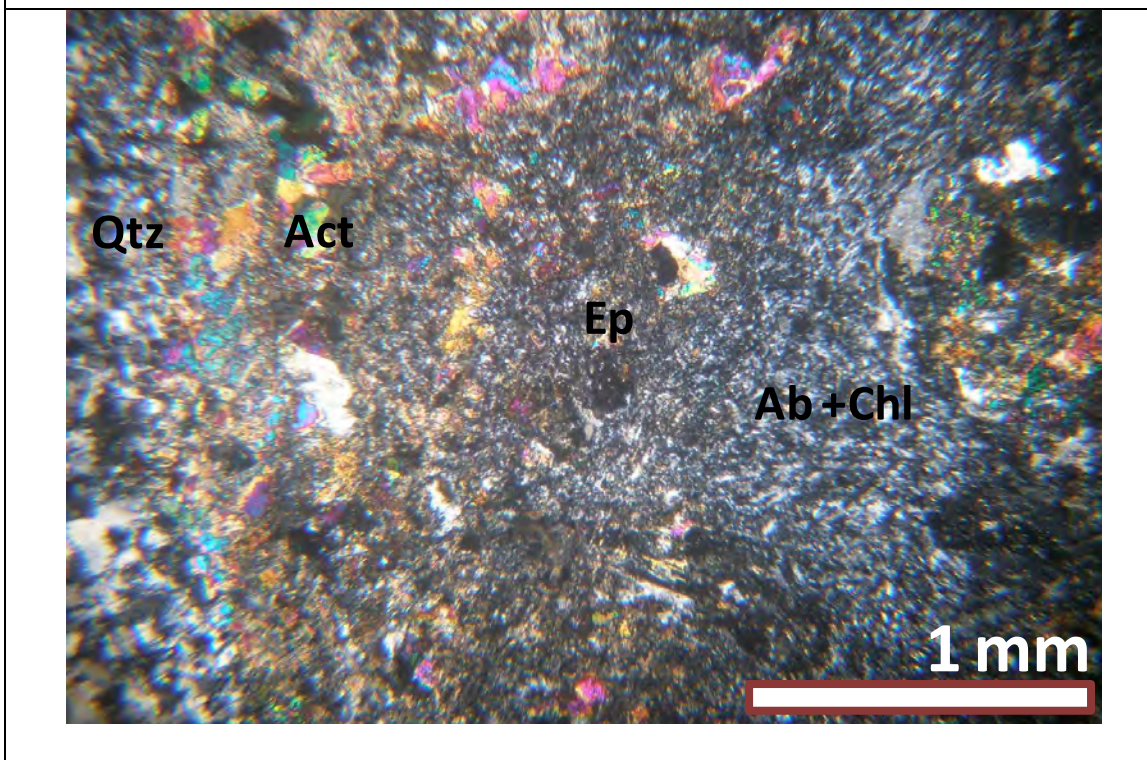


รูปที่ 5.1.2.4.1 (ข)

. รูปที่ 5.1.2.4.2 (รูปที่ 5.1.2.4.2 (ก) ปรากฏจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.4.2 (ข) ใส่นิโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T4-1 ตัวอย่างหมายเลข B2-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B2 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์บริเวณขอบของสายแร่ (รูปที่ 5.1.2.4)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งเข้ามาของสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบretrograde skarn จากการพบแร่ ควอตซ์ แร่อีพิโดด แร่คลอไรต์ แร่แอลไบต์ โดยจะพบ การไล่โซนการ เปลี่ยนสภาพจากขอบของสายแร่เข้าไปในกลางสายแร่ ดังนี้ แอลไบต์+คลอไรต์, แร่อีพิโดด, แร่แอกทิโนไลต์ และแร่ควอตซ์ แร่คาลซีโดนี โดยสามารถแสดงในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพ (รูปที่ 5.1.2.6)

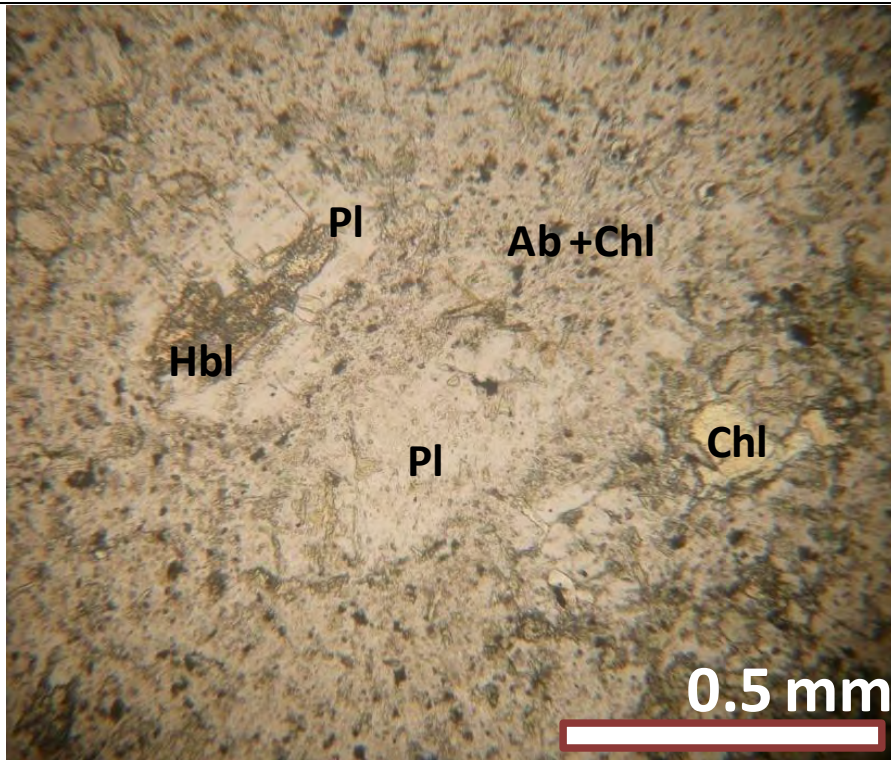


รูปที่ 5.1.2.4.2 (ก)

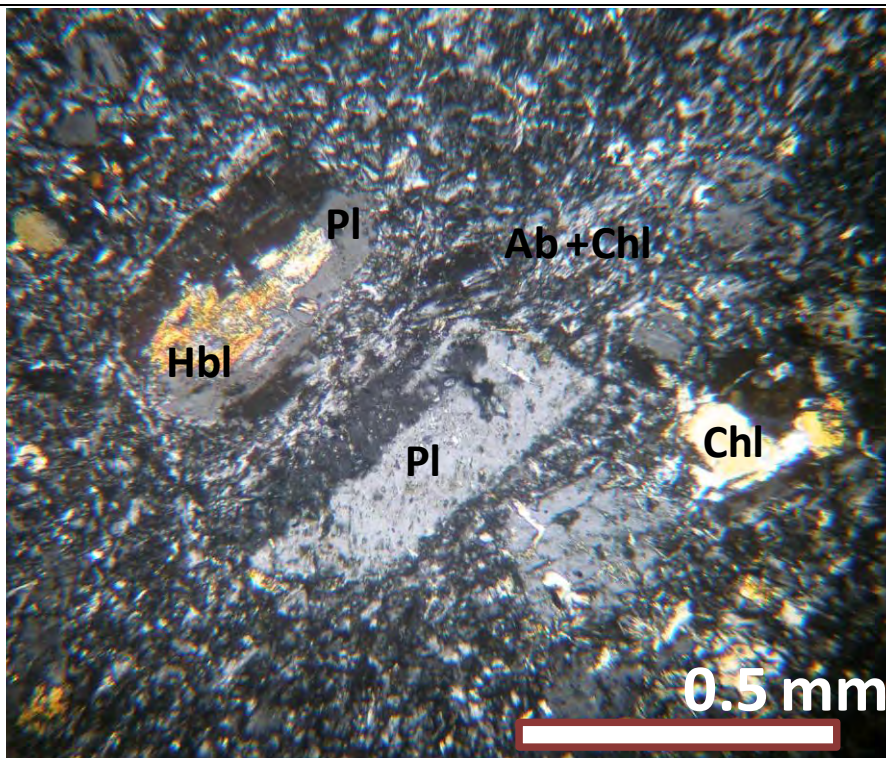


รูปที่ 5.1.2.4.2 (ข)

รูปที่ 5.1.2.4.3 (รูปที่ 5.1.2.4.3 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.4.3 (ข) ไส้หินโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต จากแผ่นหินบาง หมายเลข T4-1 ตัวอย่างหมายเลข B2-1จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B2 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) โดยแสดงบริเวณหินเหี่ยวที่ติดสายแร่(รูปที่ 5.1.2.4) ทั้งนี้จากการเข้ามาของสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบretrograde skarn จากการพบแร่ ควอตซ์ แร่อีพิโดด แร่คลอไรต์ แร่แอลไบต์ และจากภาพนี้เป็นบริเวณ โซนแอลไบต์ +คลอไรต์ ซึ่งสามารถแสดงในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพ (รูปที่ 5.1.2.6)

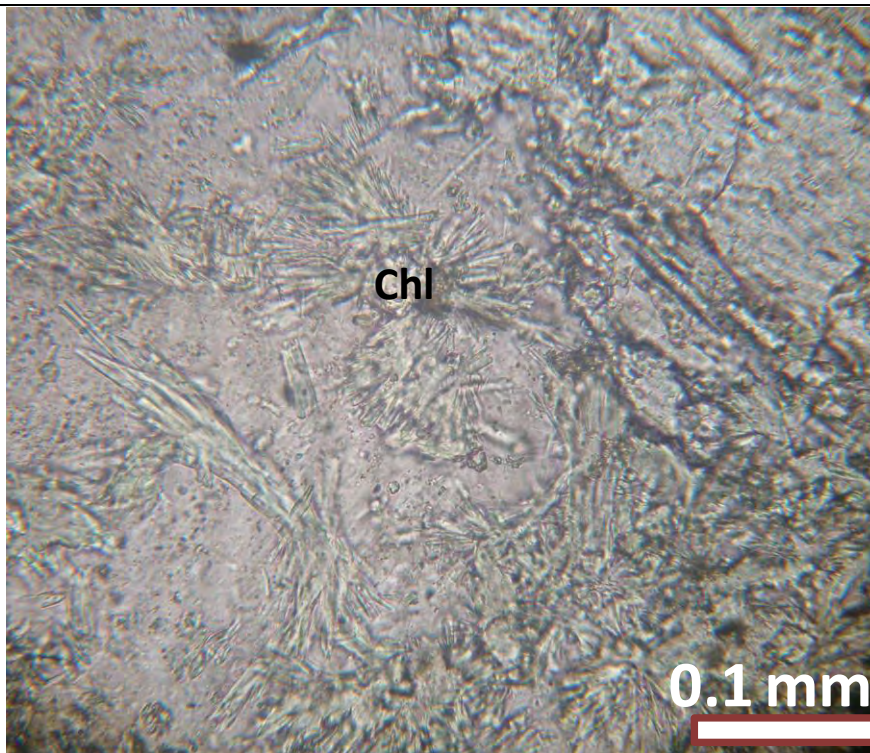


รูปที่ 5.1.2.4.3 (ก)

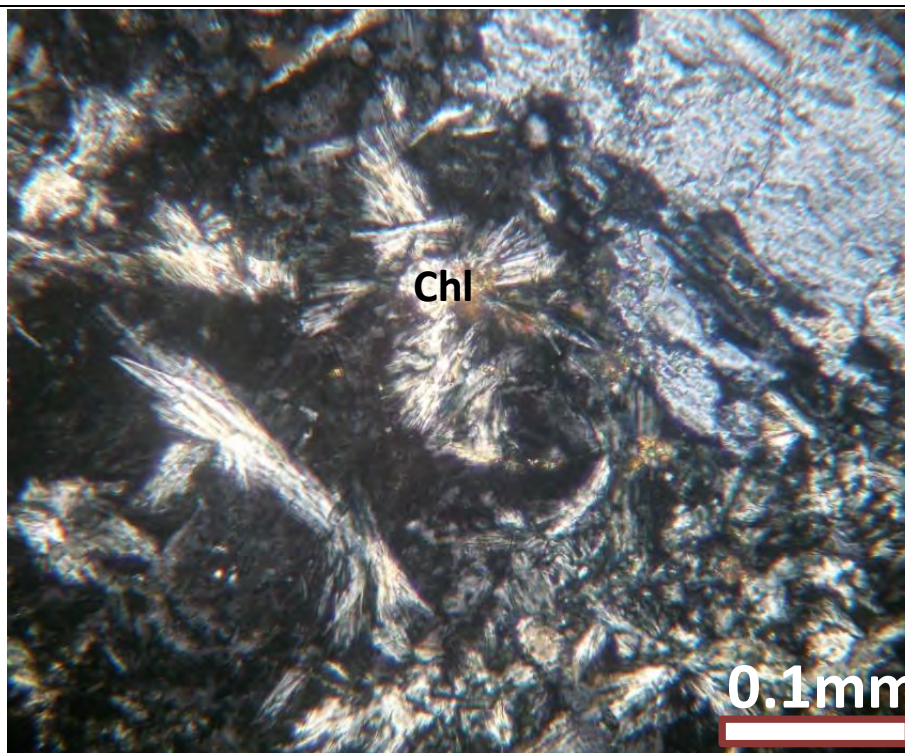


รูปที่ 5.1.2.4.3 (ข)

รูปที่ 5.1.2.4.4 (รูปที่ 5.1.2.4.4 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.4.4 (ข) ใส่นิโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต จากแผ่นหินบาง หมายเลข T4-1 ตัวอย่างหมายเลข B2-1จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B2 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) โดยแสดงบริเวณหินเหี่ยวที่ใกล้กับสายแร่(รูปที่ 5.1.2.4) ทั้งนี้จากการเข้ามาของสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ retrograde skarn จากการพบแร่ ควอตซ์ แร่อีพิโดด แร่คลอไรต์ แร่แอลไบต์ และจากภาพนี้เป็นบริเวณ โซนแอลไบต์ +คลอไรต์ ซึ่งสามารถแสดงในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพ (รูปที่ 5.1.2.6) โดยลักษณะเฉพาะของแร่คลอไรต์คือ Bow-tie shape



รูปที่ 5.1.2.4. (น)

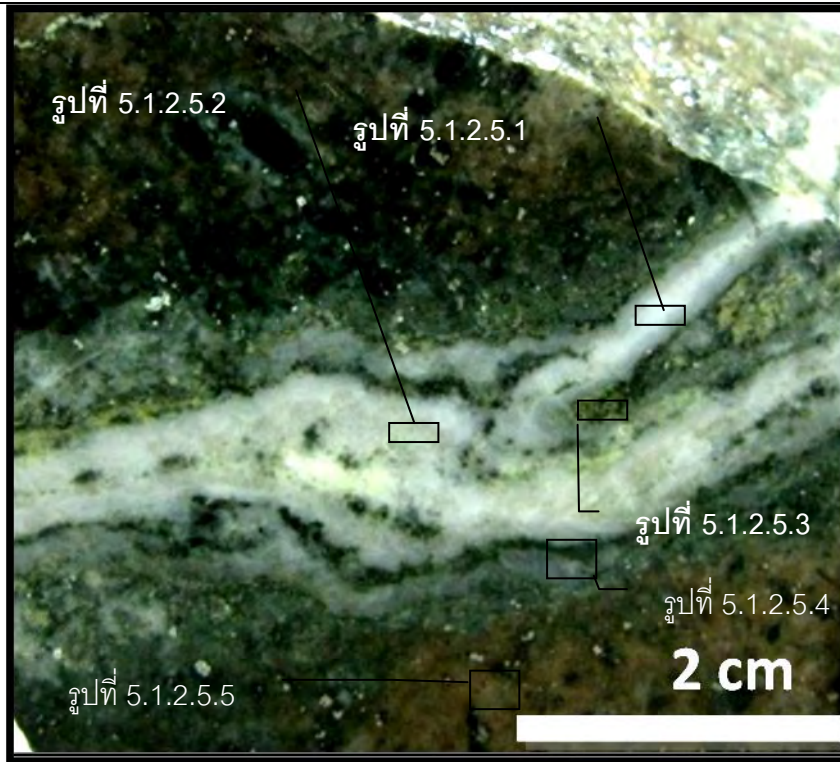


รูปที่ 5.1.2.4. (ข)

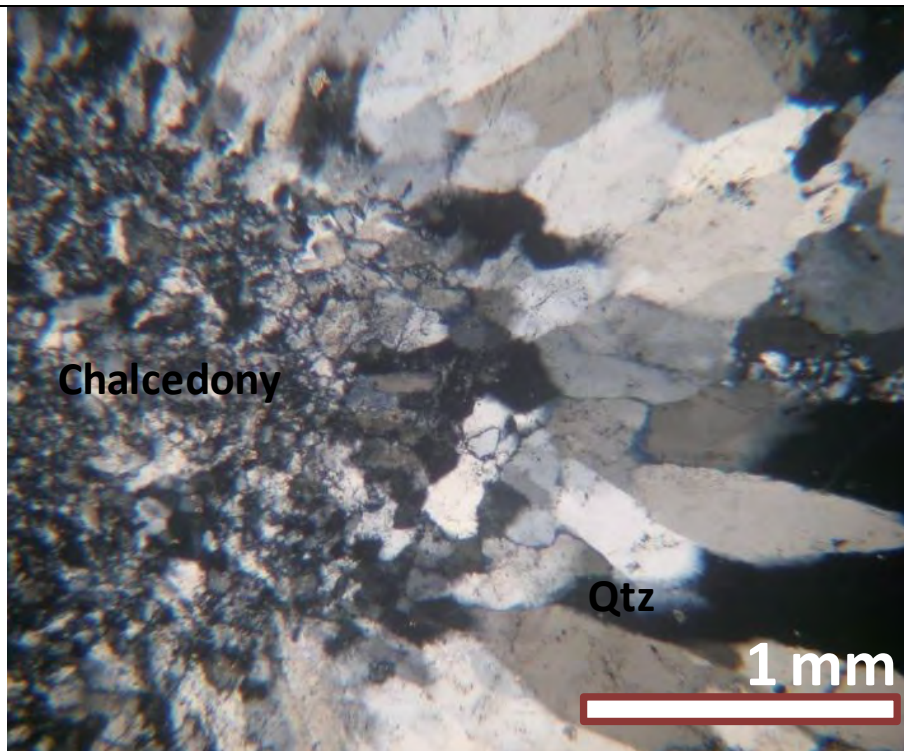
รูปที่ 5.1.2.5 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน andesitic lapilli tuff

ที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) ตัวอย่างหมายเลข C6-A มีสีสดเป็นสีดำน้ำตาล และมีสีฝุ่นเป็นสีน้ำตาล มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หิน แอนดิไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คอลลอไรต์ ซึ่ง แสดงสายแร่ แร่ควอตซ์ตัดเข้ามาในหิน andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดโซนการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบควอตซ์-คอลลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อพิโดด-แอลไบต์-ไฟไรต์ และได้ทำการศึกษาศิลาวรรณนาในแต่ละบริเวณโดยแสดงใน รูปที่ 5.1.2.5.1, รูปที่ 5.1.2.5.2, รูปที่ 5.1.2.5.3, รูปที่ 5.1.2.5.4, รูปที่ 5.1.2.5.4 ตามลำดับ

รูปที่ 5.1.2.5.1 จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-1 ตัวอย่างหมายเลข C6-Aจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ บริเวณกลางสายแร่(รูปที่ 5.1.2.5)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทั้งยังแสดงเนื้อหินแบบ Colloform ซึ่งเกิดจากการเข้าหลายครั้งของสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนตและแร่คาลซินี ซึ่งทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงสภาพแบบretrograde skarn จากการพบแร่ ควอตซ์ แร่อิพิโดด แร่คอลลอไรต์ โดยสามารถแสดงในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพ (รูปที่ 5.1.2.6)

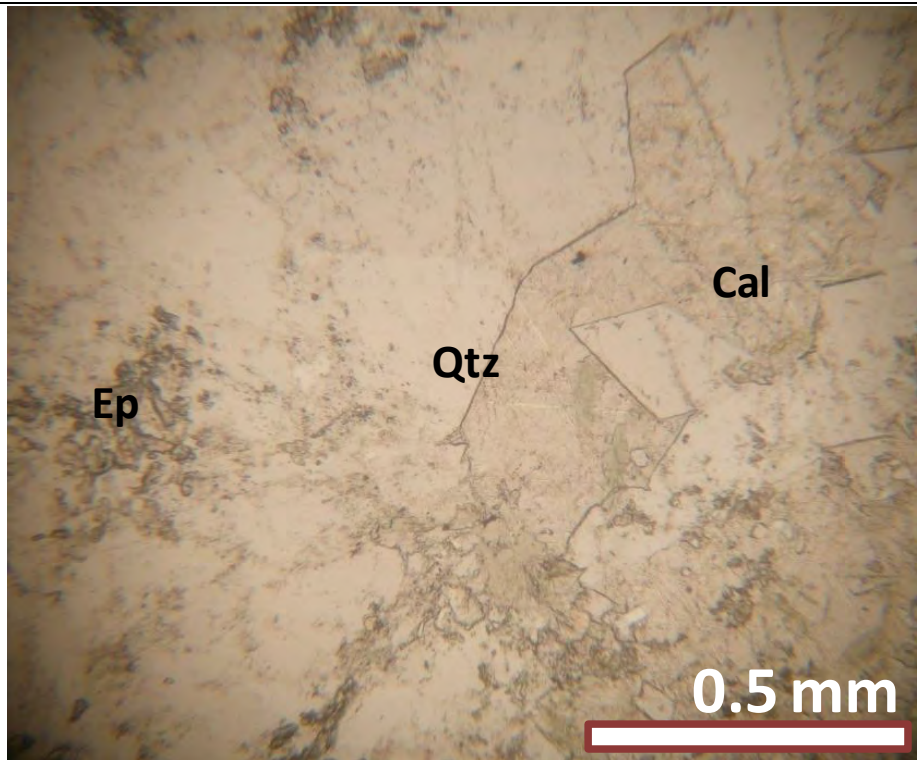


รูปที่ 5.1.2.5

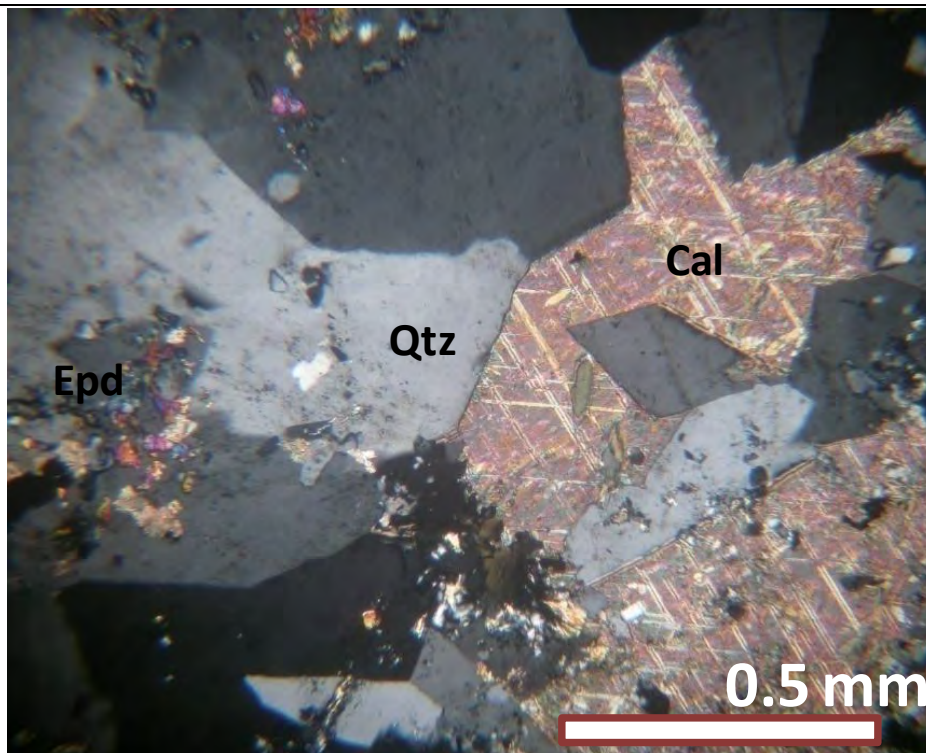


รูปที่ 5.1.2.5.1

รูปที่ 5.1.2.5.2 (รูปที่ 5.1.2.5.2 (ก) ปรากฏจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.5.2 (ข) ใส่นิโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-1 ตัวอย่างหมายเลข C6-A จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์บริเวณกลางสายแร่ควอตซ์-คาร์บอเนต(รูปที่ 5.1.2.5)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบretrograde skarn และจากภาพนี้แสดงการอยู่รวมกันของ แร่ควอตซ์ แร่อีพิโดด แร่แคลไซต์ ซึ่งสามารถแสดงได้ในแบบจำลอง รูปที่ 5.1.2.6

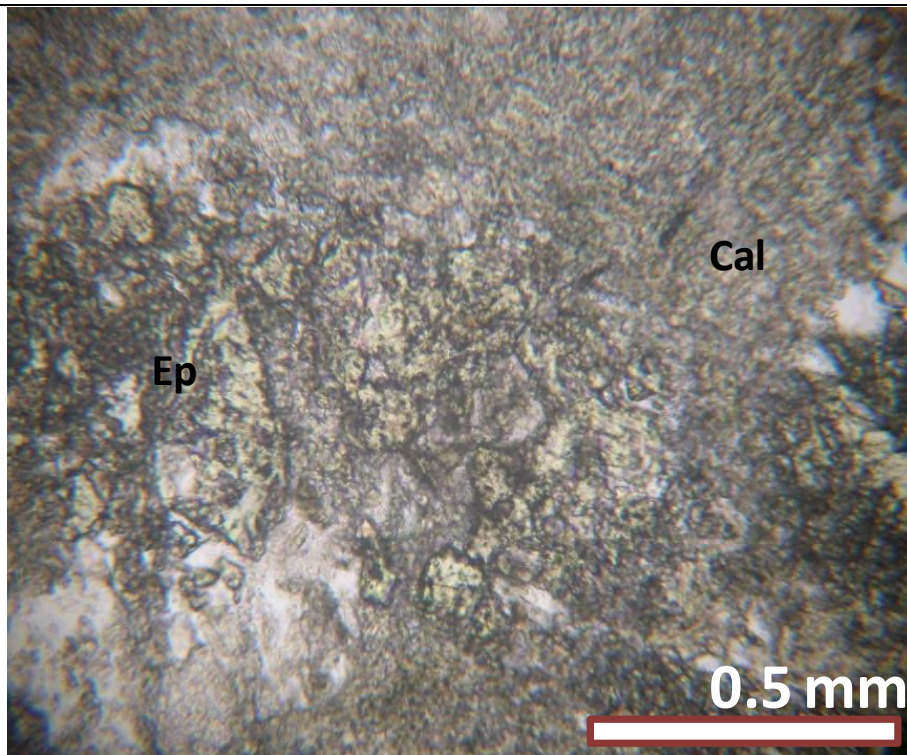


รูปที่ 5.1.2.5.2 (ก)

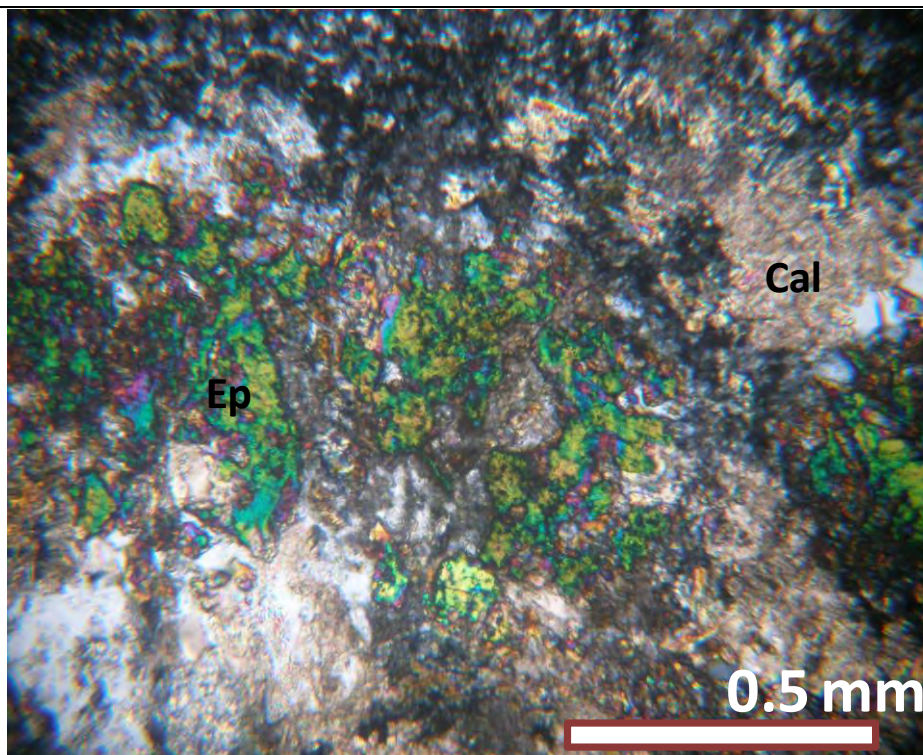


รูปที่ 5.1.2.5.2 (ข)

รูปที่ 5.1.2.5.3 (รูปที่ 5.1.2.5.3 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.5.3 (ข) ไส้หินโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-1 ตัวอย่างหมายเลข C6-A จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงหินหยาบขอบสายแร่ควอตซ์ - คาร์บอเนต(รูปที่ 5.1.2.5)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพแบบretrograde skarn และจากภาพนี้แสดงการอยู่รวมกันของ แร่ควอตซ์ แร่อีพิโดด แร่แคลไซต์ ซึ่งสามารถแสดงได้ในแบบจำลองใน รูปที่ 5.1.2.6

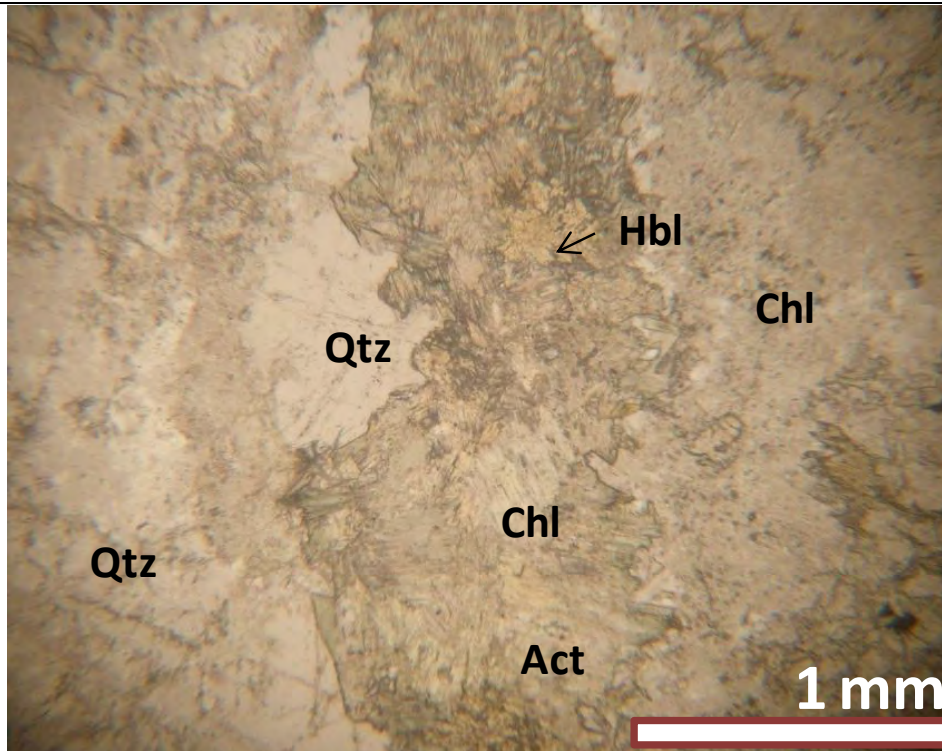


รูปที่ 5.1.2.5.3 (ก)

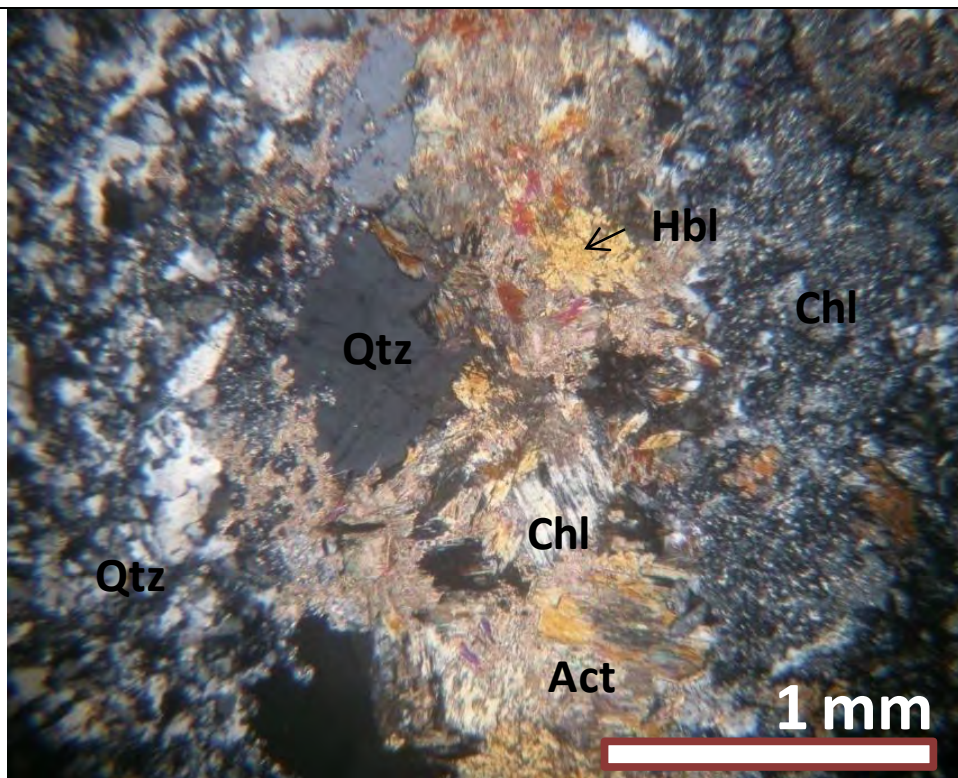


รูปที่ 5.1.2.5.3 (ข)

รูปที่ 5.1.2.5.4 (รูปที่ 5.1.2.5.4 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.5.4 (ข) ไส้โคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-1 ตัวอย่างหมายเลข C6-A จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงหินหยาบของสายแร่ควอตซ์ - คาร์บอนเนต(รูปที่ 5.1.2.5)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบretrograde skarn และพบการไล่โซนการเปลี่ยนแปลงสภาพจากขอบของสายแร่เข้าไปในกลางสายแร่ (จากขวาไปซ้ายของรูปรูปที่ 5.1.2.5.4 (ข))ดังนี้ แอลไบต์ +คลอไรต์, แร่แอคทีโนไลต์ และแร่ควอตซ์ ซึ่งสามารถแสดงได้ในแบบจำลองใน รูปที่ 5.1.2.6 และยังแสดงการแทนที่ของแร่แอคทีโนไลต์ในแร่ฮอนเบลนด์

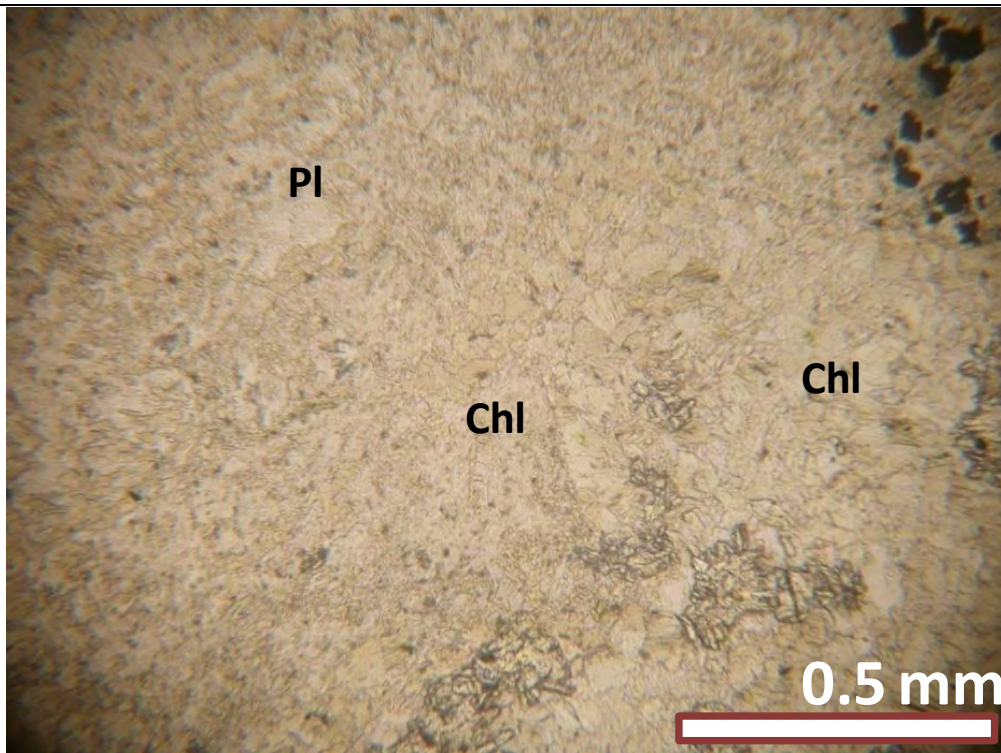


รูปที่ 5.1.2.5.4 (ก)

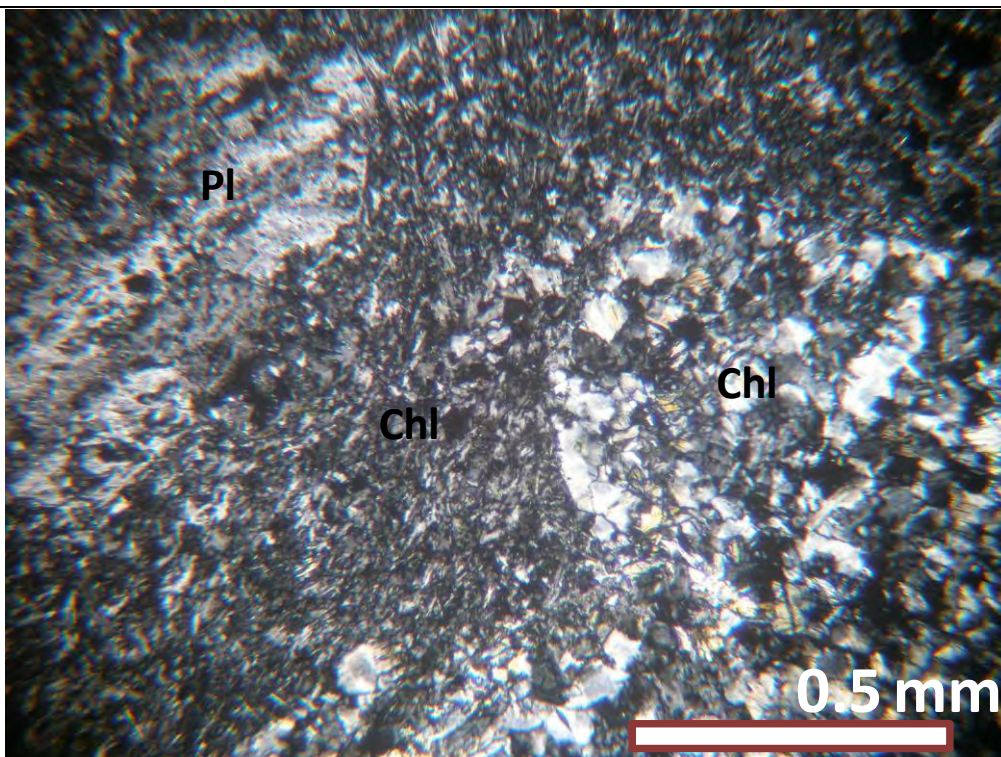


รูปที่ 5.1.2.5.4 (ข)

รูปที่ 5.1.2.5.5 (รูปที่ 5.1.2.5.5 (ก) ปราศจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.5.5 (ข) ใส่นิโคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-1 ตัวอย่างหมายเลข C6-A จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงหินหยาบขอบสายแร่ควอตซ์ - คาร์บอเนต(รูปที่ 5.1.2.5)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพแบบretrograde skarn ซึ่งจากภาพนี้แสดงจัดเป็นบริเวณ โซนคลอไรต์-แอลไบต์ โดยสามารถแสดงได้ในแบบจำลองใน รูปที่ 5.1.2.6 และยังแสดงการแทนที่ของแร่คลอไรต์ในแร่ฮอนเบลนด์และแร่แพลกซิโอเคลสอีกด้วย

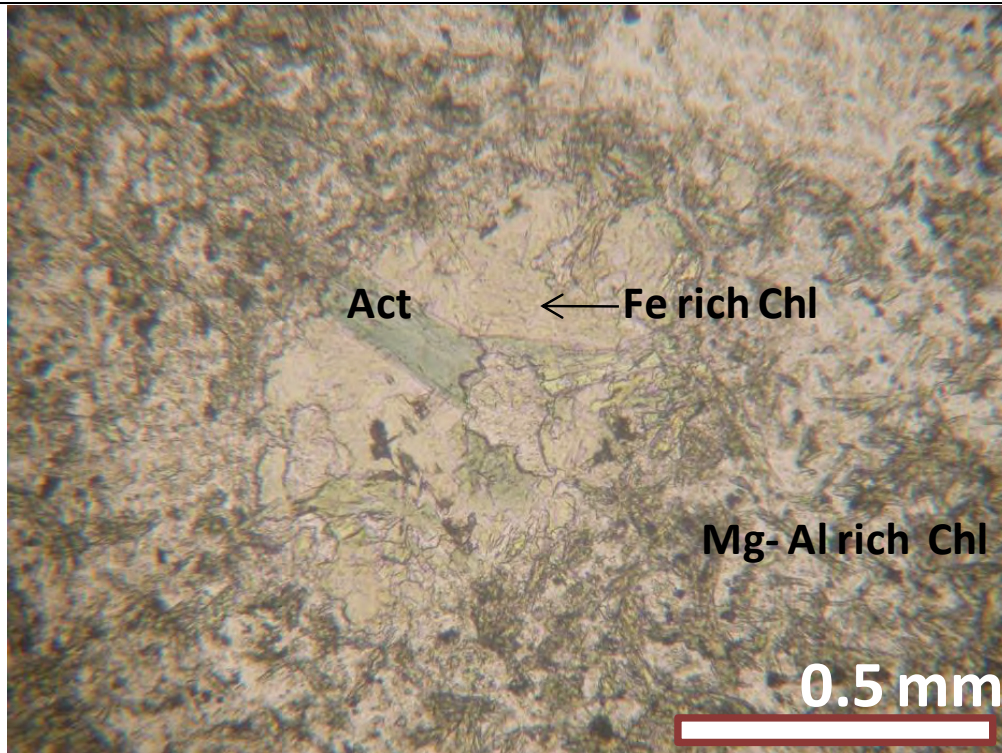


รูปที่ 5.1.2.5.5 (ก)

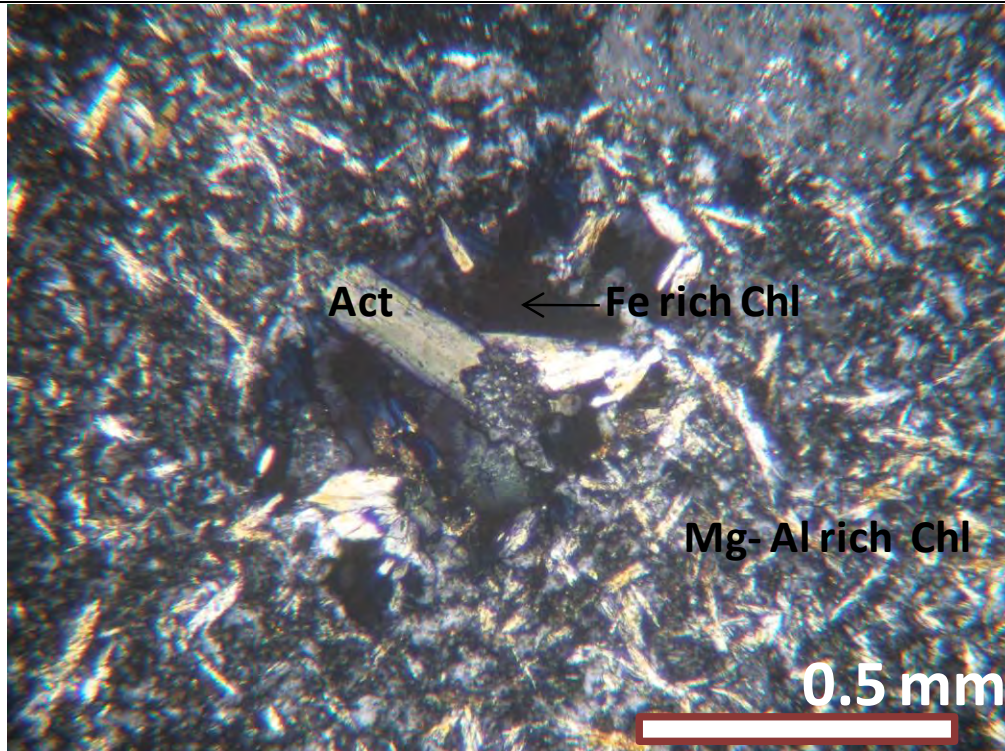


รูปที่ 5.1.2.5.5 (ข)

. รูปที่ 5.1.2.5.6 (รูปที่ 5.1.2.5.6 (ก) ปราบจากนิโคล , รูปที่ 5.1.2.5.6 (ข) ไส้โคล)จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-1 ตัวอย่างหมายเลข C6-A จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงหินหยาบขอบสายแร่ควอตซ์ - คาร์บอเนต(รูปที่ 5.1.2.5)ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบretrograde skarn ซึ่งจากภาพนี้แสดงจัดเป็นบริเวณ โซนคลอไรต์-แอลไบต์ โดยสามารถแสดงได้ในแบบจำลองใน รูปที่ 5.1.2.6 และยังแสดงการแทนที่ของแร่คลอไรต์ในแร่ฮอนเบลนด์อีกด้วย โดยแร่คลอไรต์มีสองลักษณะคือ Fe rich chlorite ซึ่งมีสีฟ้า และ Mg rich Chlorite มีสีขาว

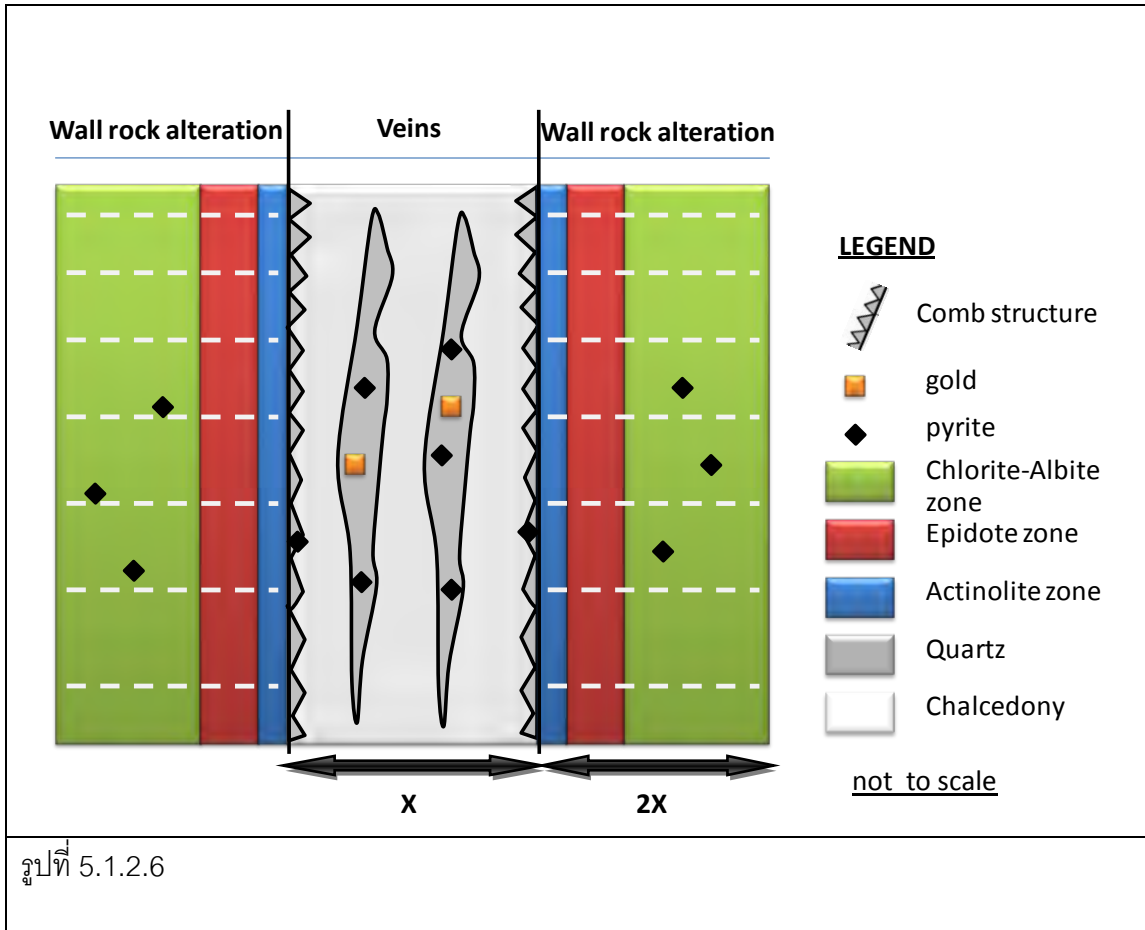


รูปที่ 5.1.2.5.6 (ก)



รูปที่ 5.1.2.5.6 (ข)

รูปที่ 5.1.2.6 แบบจำลองการเปลี่ยนสภาพแบบ ควอดซ์-คลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อพิโดด-แอลไบต์-ไฟไรต์ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 1) การเปลี่ยนสภาพในหินเหี่ยว ซึ่งโซนการเปลี่ยน สภาพที่มีลำดับการเกิดดังนี้ เริ่มจากแร่ควอดซ์ได้เข้าไปทำปฏิกิริยากับหินเหี่ยว แล้วจึงเกิดการเปลี่ยนสภาพตามลำดับ จากสายแร่เข้าไปในหินเหี่ยวทำให้เกิด โซนแอคทิโนไลต์ , โซนอพิโดด และด้านนอกสุดคือโซนคลอไรต์-แอลไบต์ 2)การสะสมแร่ทองคำในสายแร่จากขอบสายแร่เข้าไปหากกลางสายแร่คือควอดซ์ แสดง comb structure ในการเกิดจากขอบสายแร่เข้าไปในสายแร่ และถูกปิดด้วยคาลซิโดนีจากการเข้ามาของน้ำยาแร่ร้อน ในช่วงหลังซึ่งในระหว่างการเกิด หากเกิดฟองก๊าซในน้ำยาแร่ร้อน ทำให้เกิดการตลกผลึกของควอดซ์และแร่ทองคำรวมทั้งไฟไรต์ อยู่บริเวณกลางสายแร่ และในส่วนของบริเวณการเปลี่ยนสภาพมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดสายแร่ควอดซ์เข้าไปในหินเหี่ยวดังภาพ

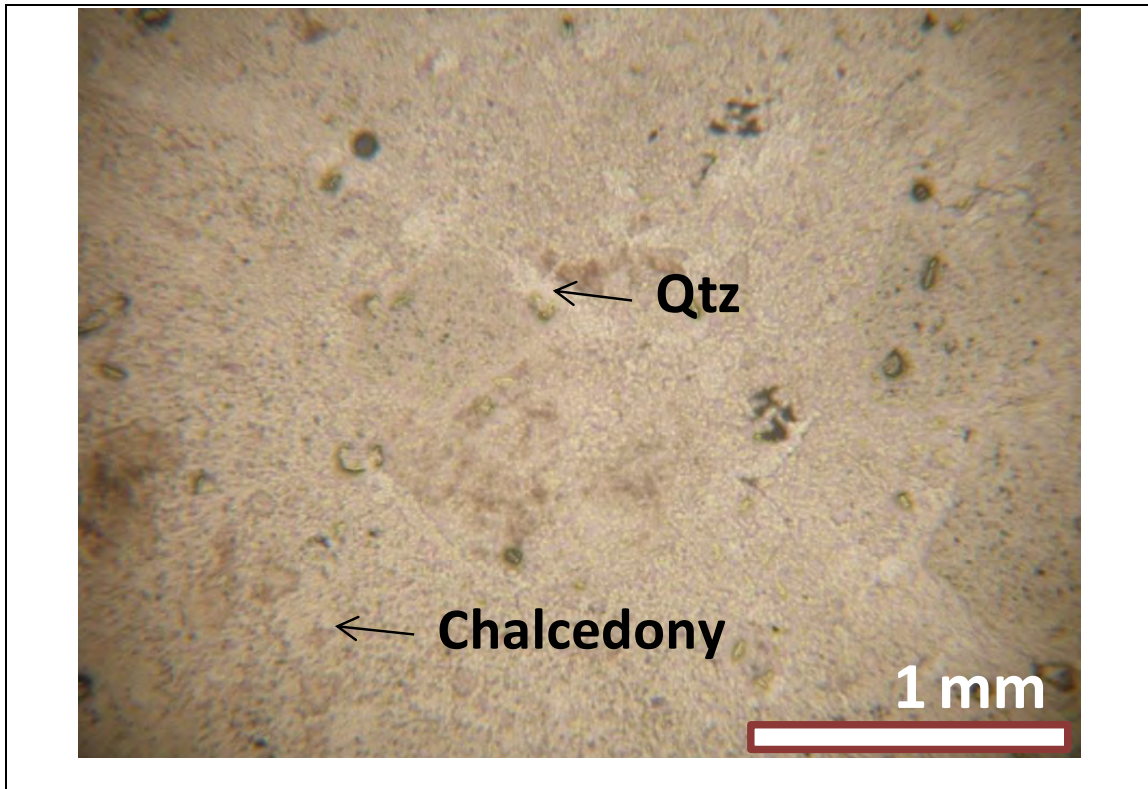


รูปที่ 5.1.3 หินโผล่บริเวณทางเดินลงเขาพนทพาทของหิน Rhyolitic lapilli tuff กว้าง 2 เมตร ยาว 50 เซนติเมตร บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A8(รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีสีสดเป็นสีขาว สีดูสีส้มซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบซิลิซิไฟด์

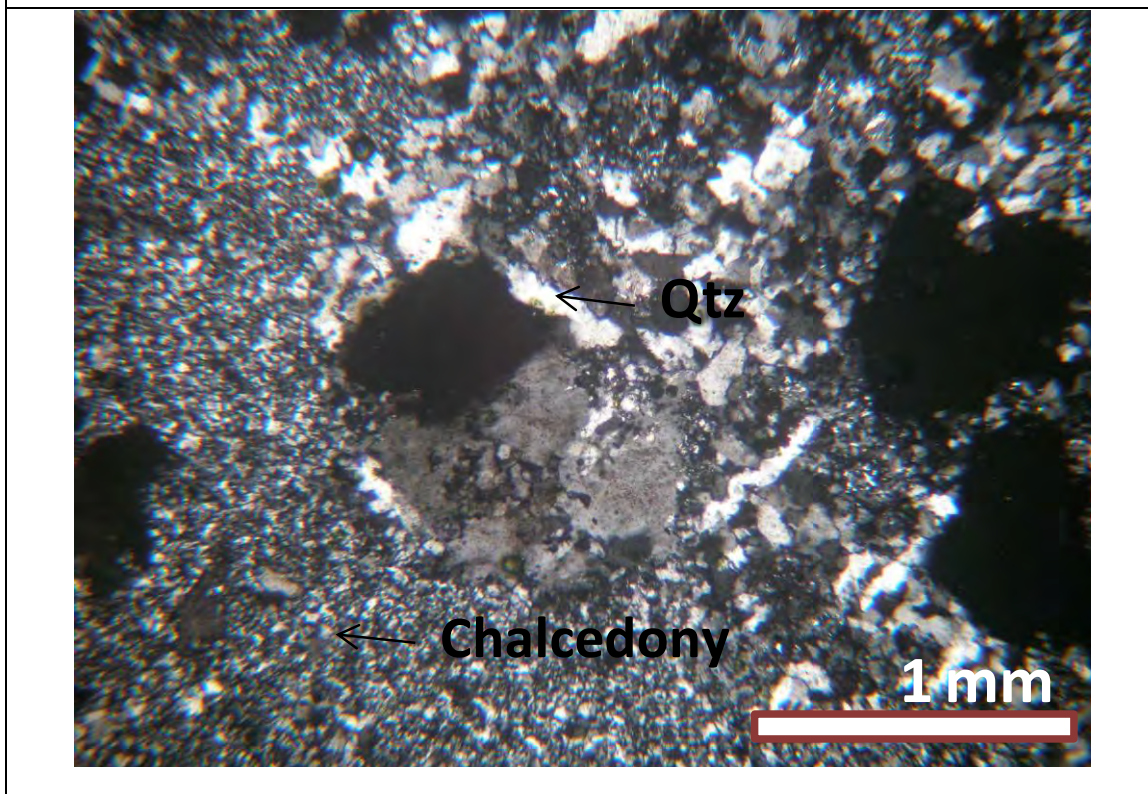


รูปที่ 5.1.3

รูปที่ 5.1.3.1 (รูปที่ 5.1.3.1 (ก) ปรากฏจากนิโคล, รูปที่ 5.1.3.1 (ข) ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ของหินrhyolitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T6-2 จากตัวอย่างหมายเลข A8-1จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A8 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ phophyritic มีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่แพลงจิโอเคลส มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว และเนื้อผลึกขนาดเล็กบางส่วน ประกอบด้วย แร่แคลซิโดนี และแร่ควอตซ์ ทั้งยังแสดงลักษณะเนื้อหินแบบ Skeletal ในแร่แพลงจิโอเคลส ซึ่งถูกแทนที่บางส่วนด้วยแร่ควอตซ์ และพบเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ ซิลิซิไฟด์ และมีการแทรกตัดเข้ามาของสายแร่ควอตซ์



รูปที่ 5.1.3.1 (ก)



รูปที่ 5.1.3.1 (ข)

2.Paragenesis of veins formation

จากการศึกษาในพื้นที่เขาพนมพา ทั้งในภาคสนามและ การศึกษาซิลิการรอนนาจากตัวอย่าง C3-H พบลักษณะของแร่หลายชนิดซึ่งเกิดในช่วงเวลาเดียวกันกับการเกิดแร่ (syn mineralization) โดยสามารถ แบ่งออกเป็นชนิดและลำดับความสัมพันธ์ จากแก่ไปอ่อนได้ดังนี้

1)สายแร่ ควอตซ์-คลอไรต์- ไพรอกซีน-แร่โอเปก (Qtz +Chl+Px +opg veins) ขนาดกว้าง 0.5 เซนติเมตร ในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์พ แสดงใน รูป 5.2.1.1

2)สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน (Qtz+Px veins) ขนาดกว้าง 0.1 เซนติเมตร ในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์พ แสดงใน รูป 5.2.1.2

3)สายแร่คลอไรต์ (Chl veins) ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์พ แสดงใน รูป 5.2.1.3

4)สายแร่ควอตซ์- ไพรอกซีน-แร่โอเปก (Qtz+Opg+Px veins) ขนาดกว้าง 0.1 เซนติเมตร ในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์พ แสดงในรูป 5.2.1.4

5)สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทิโนต์-แร่โอเปก (Qtz+Cal+Act + Opg veins) ขนาดกว้าง 0.3 เซนติเมตร ในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์พ แสดงใน รูป 5.2.1.5

6)สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทิโนต์คลอไรต์-ไพรอกซีน-อีพิโดด(Qtz+Px+Chr+Cal+Act+Ep veins) ขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ในหินแอนดิซิติกลาฟิลลีท์พ แสดงใน รูป 5.2.1.6

ทั้งนี้การลำดับความสัมพันธ์ อาศัยหลักความสัมพันธ์ของการตัดกัน (รูป 5.2.1)

1)สายแร่ ควอตซ์-คลอไรต์- ไพรอกซีน-แร่โอเปก (Qtz +Chl+Px +opg veins) ถูกตัดด้วย สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน (Qtz+Px veins แสดงใน รูปที่ 5.2.2

2)สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน (Qtz+Px veins) ถูกตัดด้วย สายแร่คลอไรต์ (Chl veins) แสดงใน รูปที่ 5.2.2

3)สายแร่คลอไรต์ (Chl veins) ถูกตัดด้วย สายแร่ควอตซ์- ไพรอกซีน-แร่โอเปก (Qtz+Opg+Px veins แสดงใน รูปที่ 5.2.3

4)สายแร่ควอตซ์- ไพรอกซีน-แร่โอเปก (Qtz+Opg+Px veins) ถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทิโนต์-แร่โอเปก (Qtz+Cal+Act + Opg veins) แสดงในรูปที่ 5.2.4

5)เกิดการเข้ามาของสายแร่หลายครั้งทำให้เกิดสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทีโนต์คลอไรต์-ไพรอกซีน-อีพิโดด(Qtz+Px+Chr+Cal+Act+Ep viens)ในที่สุด แสดงใน รูปที่ 5.2.1.6

. รูป 5.2.1 (ก) แผ่นหินขัดมันของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข C3-H จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็นหินแอนดีไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์และ แร่แอลไบต์ แสดงการตัดกันของสายแร่ในหิน andesitic lapilli tuff โดยสามารถแสดงในแบบจำลองในรูป 5.2.1 (ข)

รูป 5.2.1 (ข) แบบจำลองการตัดกันของสายแร่จากรูป 5.2.1 (ก) โดยมีการลำดับความสัมพันธ์อาศัยหลักความสัมพันธ์ของการตัดกันดังนี้

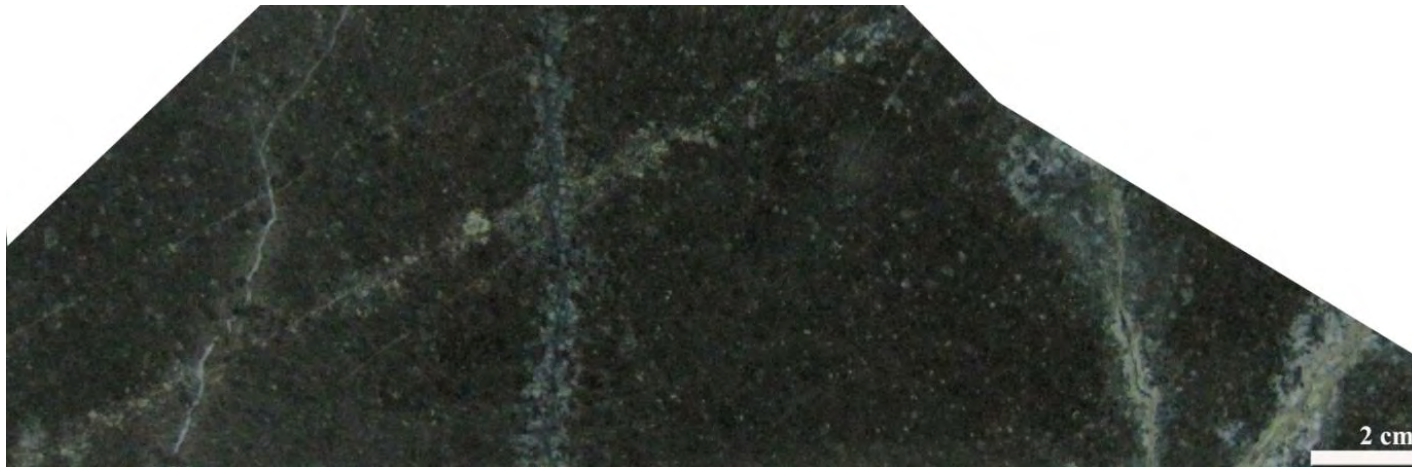
- Qtz +Chl+Px +Ep+opg vien (รูป 5.2.1.1)ถูกตัดด้วย Qtz+Px vein(รูป 5.2.1.2) ด้จากรูปที่ 5.2.2

-Qtz+Px vein นั้นถูกตัดด้วย Chl vein (รูป 5.2.1.3)ด้จากรูปที่ 5.2.2

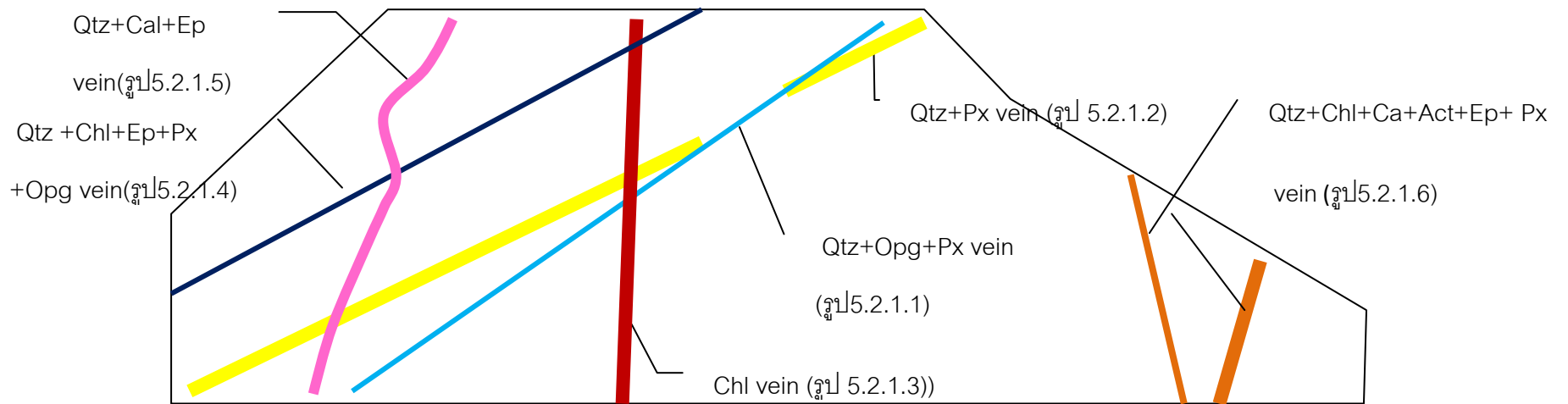
-Chl vein ถูกตัดด้วย Qtz+Opg+Px vein (รูปที่ 5.2.1.4) จากรูปที่ 5.2.3

-Qtz+Opg+Px vein ถูกตัดด้วย Qtz+Cal+Ep vein (รูป5.2.1.5) จากรูปที่ 5.2.4

และ เกิดการเข้ามาของสายแร่หลายครั้งทำให้เกิดสายแร่ Qtz+Chl+Ca+Act+Ep+ Px vein (รูป5.2.1.6)



រូប៥.២.១(ក)



រូប៥.២.១(ខ)

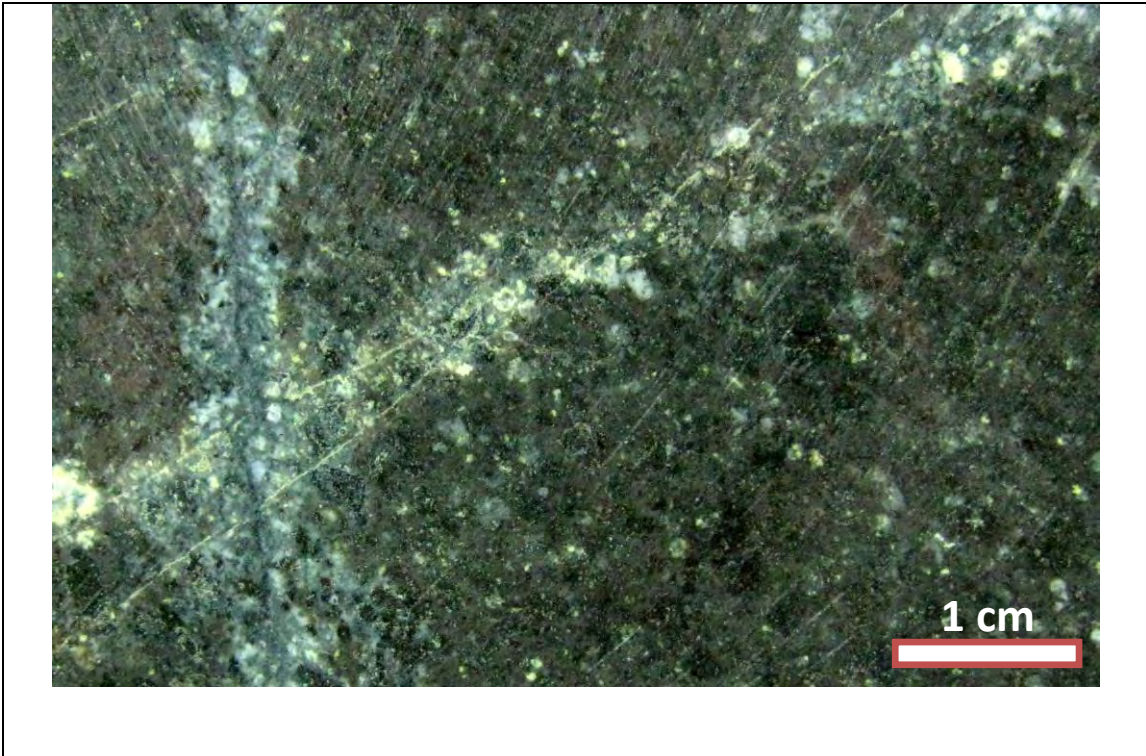
รูป 5.2.2(ก) แผ่นหินขัดมันของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข C3-H จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์และแร่แอลไบต์ แสดงการตัดกันของสายแร่ในหิน andesitic lapilli tuff โดยสามารถแสดงในแบบจำลองในรูป 5.2.2 (ข)

รูป 5.2.2 (ข) แบบจำลองการตัดกันของสายแร่จากรูป 5.2.2 (ก) โดยมีการลำดับความสัมพันธ์อาศัยหลักความสัมพันธ์ของการตัดกันดังนี้

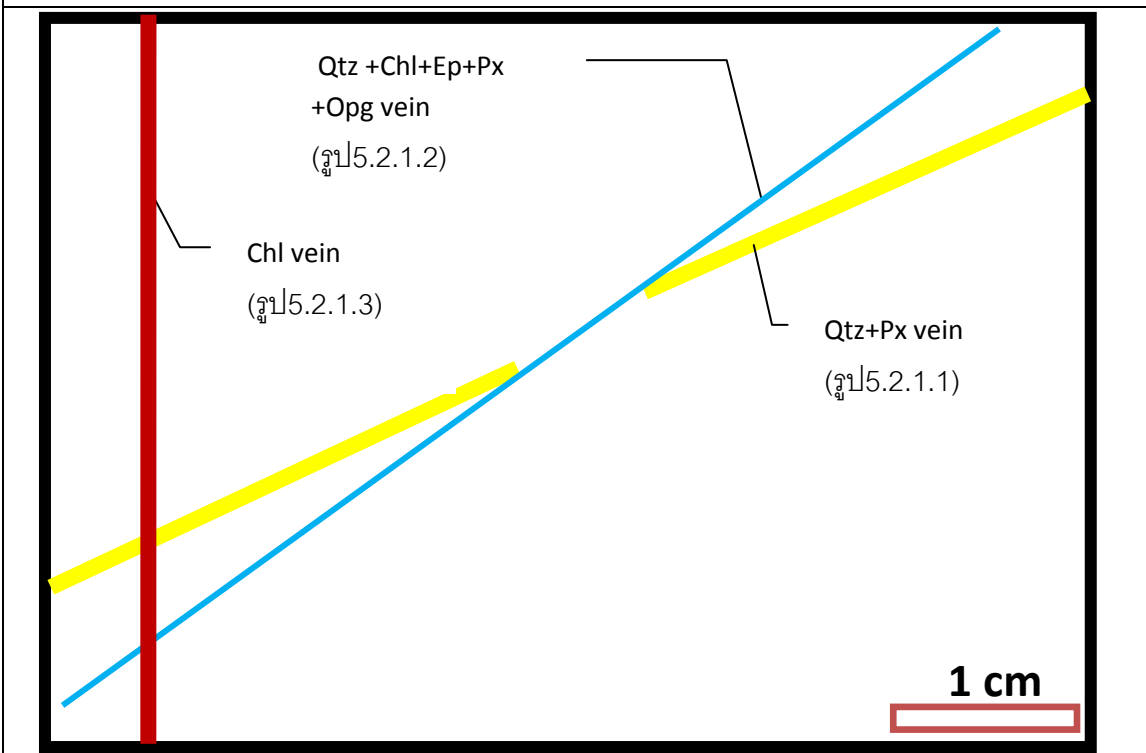
Qtz+Px vein ตัด Qtz +Chl+Px +Opg vein ซึ่งทำให้เกิดการเลื่อนของ Qtz +Chl+Ep+Px +Opg vein

-Chl vein ตัดผ่าน Qtz +Chl+Px +Opg vein

-Chl vein ตัดผ่าน Qtz+Px vein ซึ่งได้มีการศึกษาซิลิการรณนาในรูปที่ 5.2.1.3



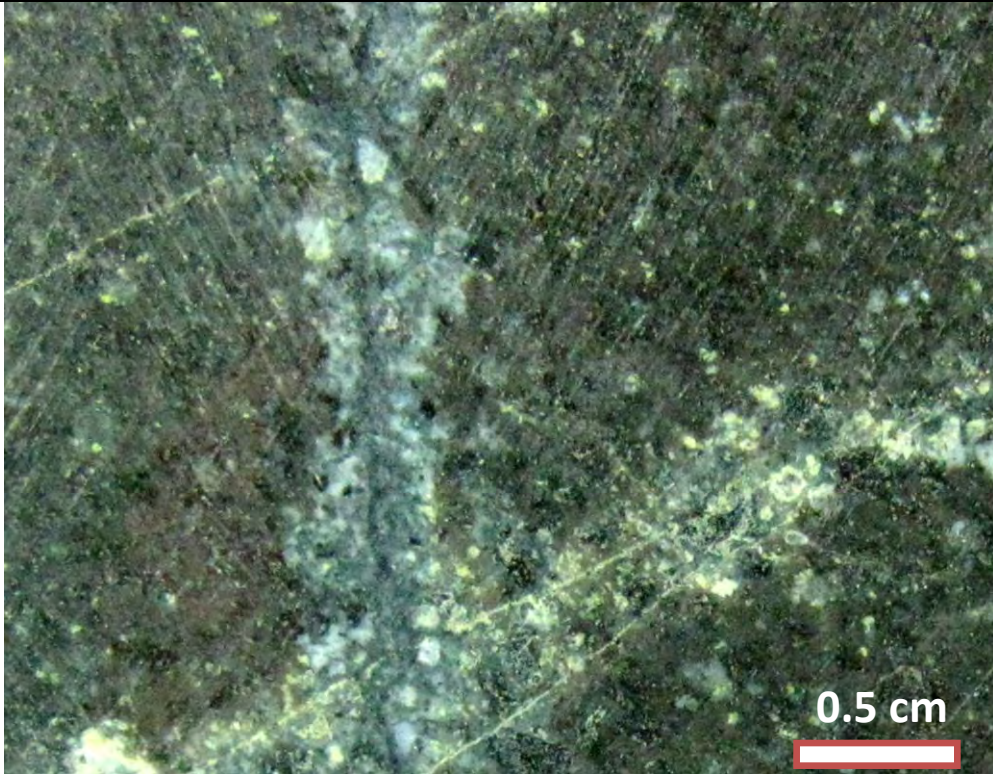
រូបថត 5.2.2 (ក)



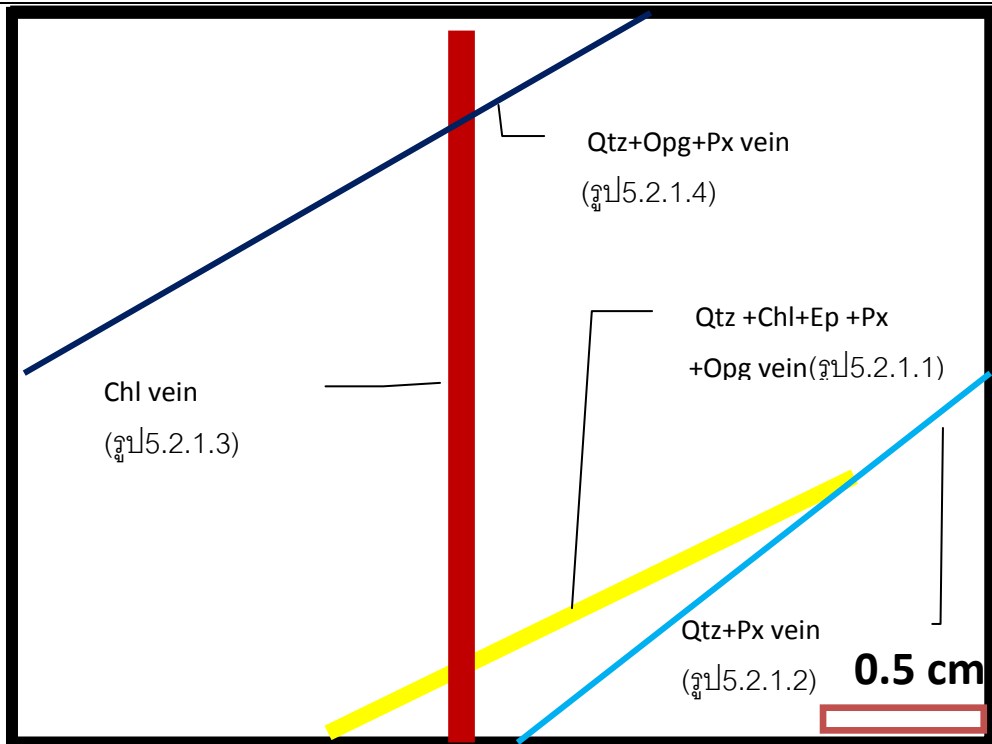
រូបថត 5.2.2 (ខ)

รูป 5.2.3(ก) แผ่นหินขัดมันของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข C3-H จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์และแร่แอลไบต์ แสดงการตัดกันของสายแร่ในหิน andesitic lapilli tuff โดยสามารถแสดงในแบบจำลองในรูป 5.2.3 (ข)

รูป 5.2.3 (ข) แบบจำลองการตัดกันของสายแร่จากรูป 5.2.3 (ก) โดยมีการลำดับความสัมพันธ์อาศัยหลักความสัมพันธ์ของการตัดกันดังนี้
Qtz+Opg+Px vein ซึ่งตัดผ่าน Chl vein



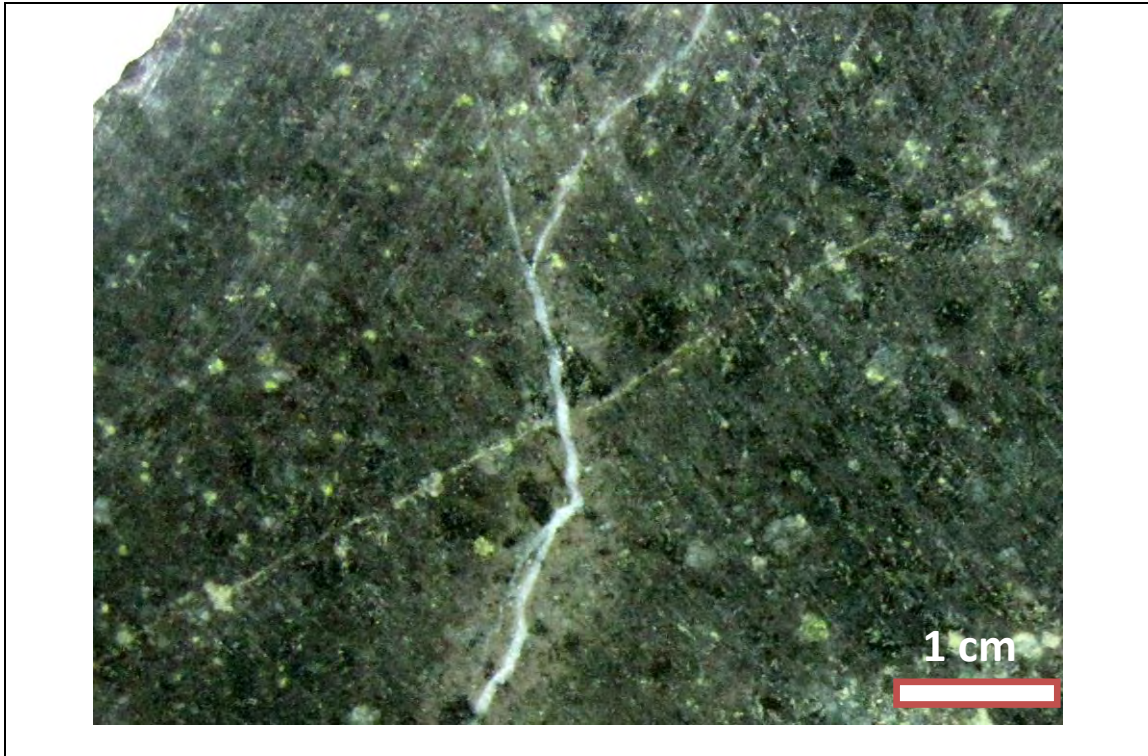
រូបភាព 5.2.3 (ក)



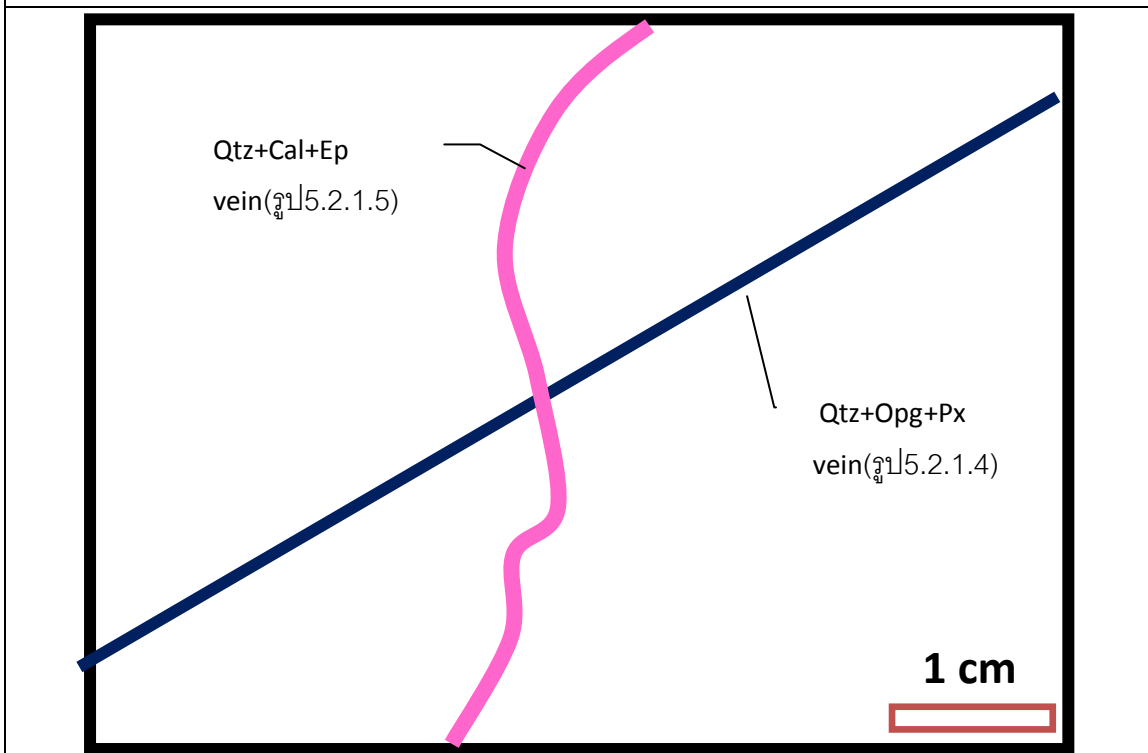
រូបភាព 5.2.3 (ខ)

รูป 5.2.4(ก) แผ่นหินขัดมันของหิน andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข C3-H จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็น หินแอนดิไซต์ หินไรโอไรต์ แร่แอมฟิโบล แร่ควอตซ์ แร่เฟลสปาร์ เนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วน่าจะเป็นแร่คลอไรต์และแร่แอลไบต์ แสดงการตัดกันของสายแร่ในหิน andesitic lapilli tuff โดยสามารถแสดงในแบบจำลองในรูป 5.2.4 (ข)

รูป 5.2.4 (ข) แบบจำลองการตัดกันของสายแร่จากรูป 5.2.4 (ก) โดยมีการลำดับความสัมพันธ์อาศัยหลักความสัมพันธ์ของการตัดกันดังนี้
Qtz+Cal+Ep vein ซึ่งตัดผ่าน Qtz+Opg+Px vein

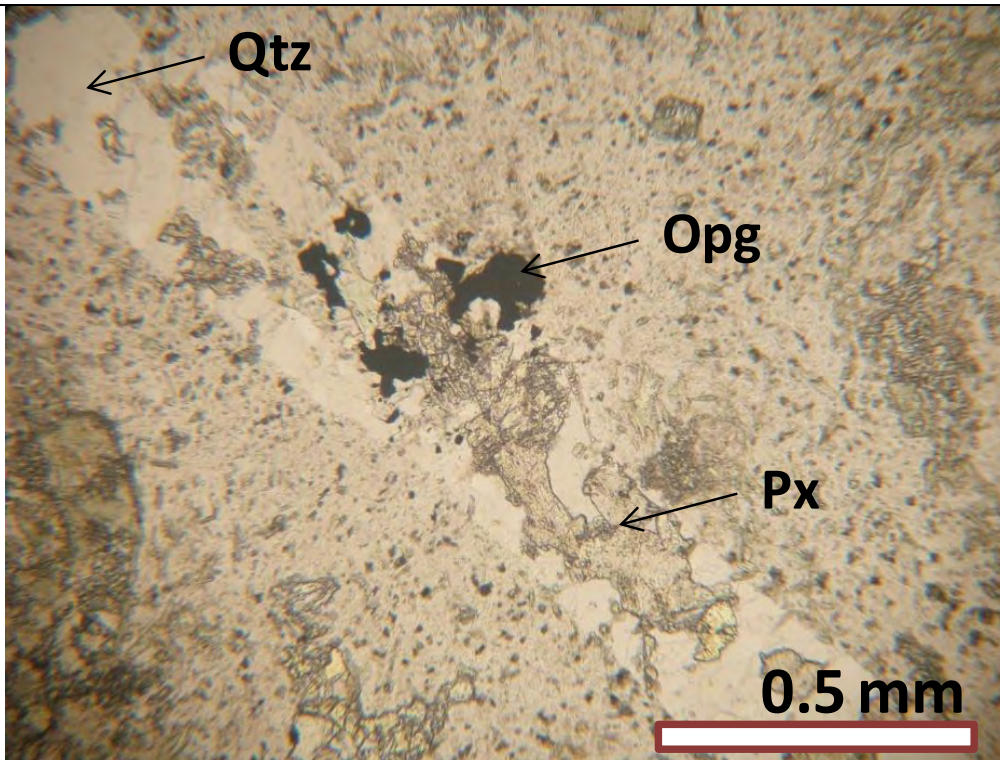


รูปที่ 5.2.1.3 (ก)

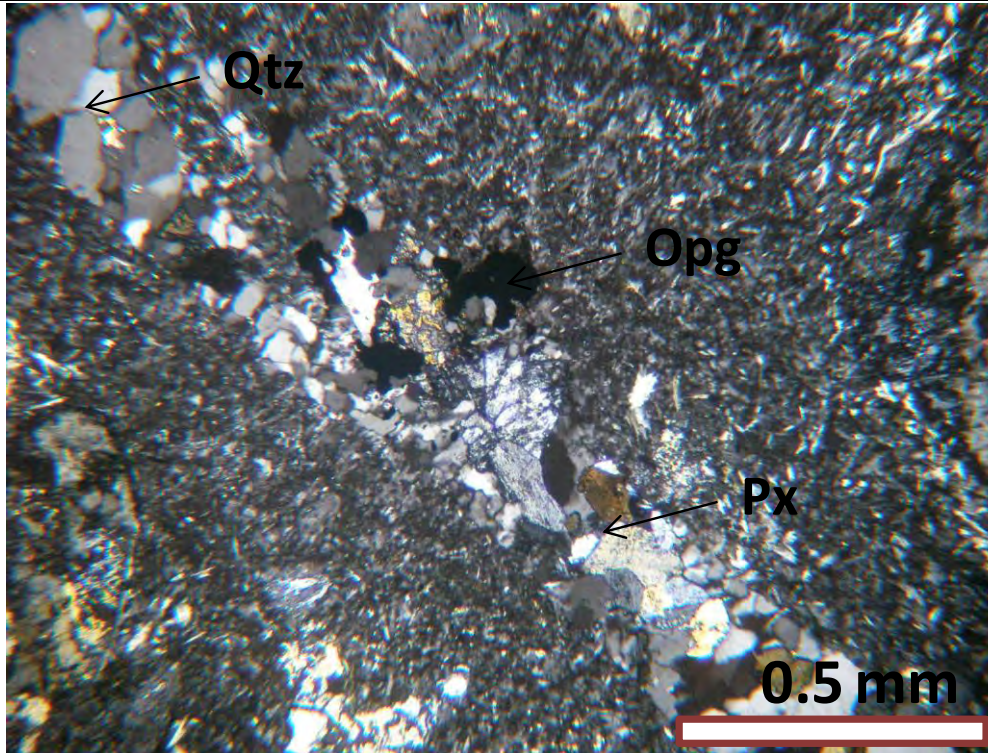


รูปที่ 5.2.4 (ข)

. รูปที่ 5.2.1.1.1 (รูปที่ 5.2.1.1.1(ก) ปรากฏจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.1.1 (ข). ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T2-0 ตัวอย่างหมายเลข C3-H จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff (รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นสายแร่ควอตซ์ (Qtz) + คลอไรต์ (Chr) + ไพรอกซีน (Px) + อีพิโดด (Ep) + แร่โอเปก (Opg)

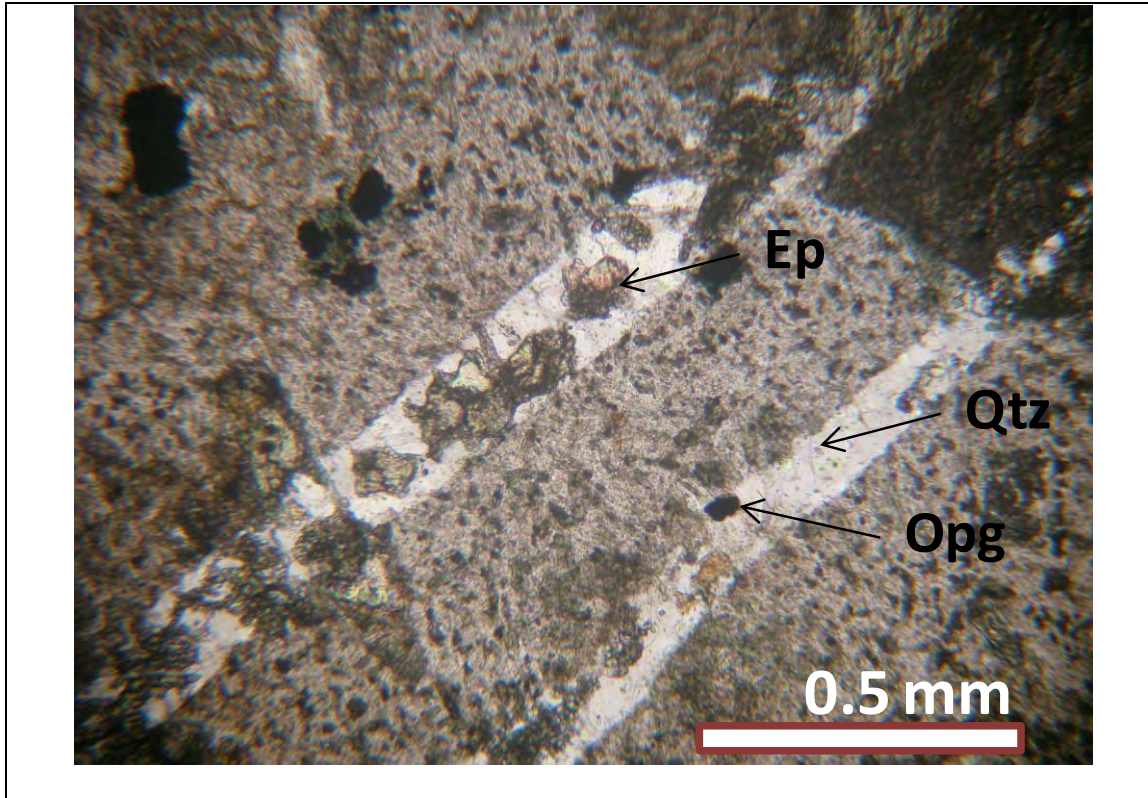


รูปที่ 5.2.1.1.1(ก)

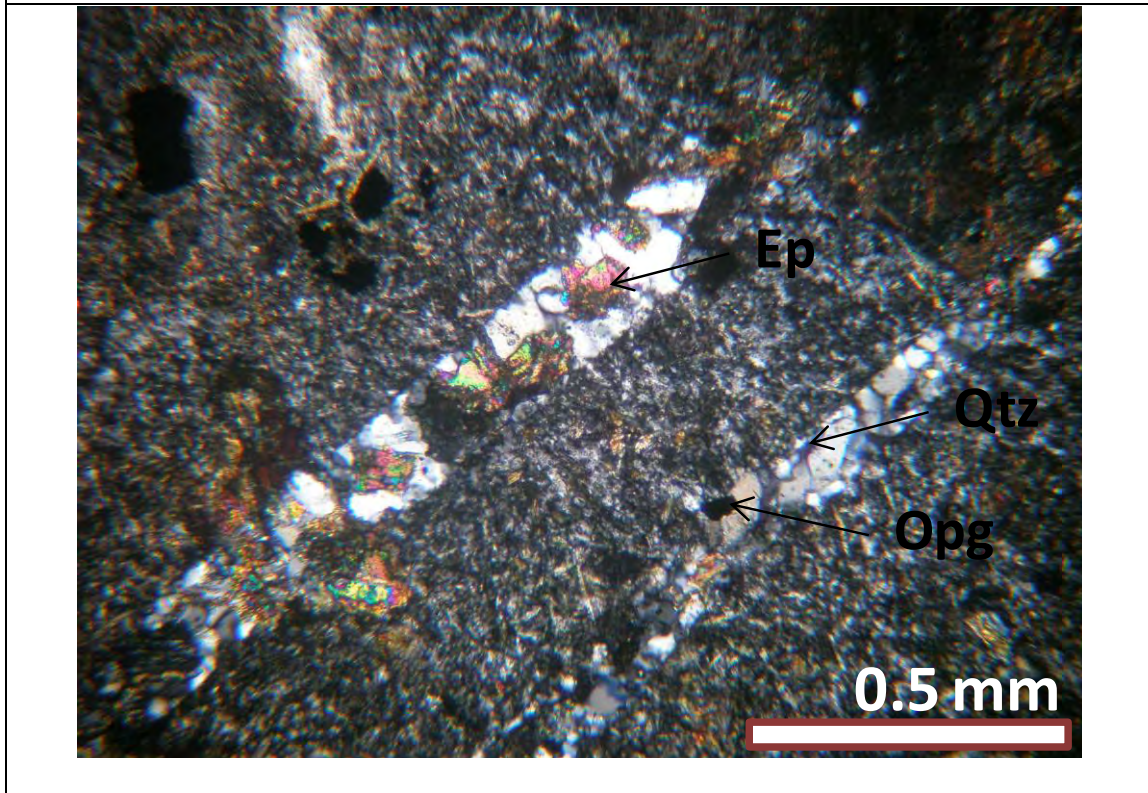


รูปที่ 5.2.1.1.1 (ข).

.รูปที่ 5.2.1.1.2 (รูปที่ 5.2.1.1.2 (ก) ปรากฏจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.1.2 (ข). ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T2-0 ตัวอย่างหมายเลข C3-H จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff (รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นสายแร่ควอตซ์(Qtz)+คลอไรต์(Chr)+ไพรอกซีน(Px)+อีพิโดด(Ep)+แร่โอเปก(Opg) ซึ่งเป็นสายแร่เดียวกันในรูปที่ 5.2.1.1.1

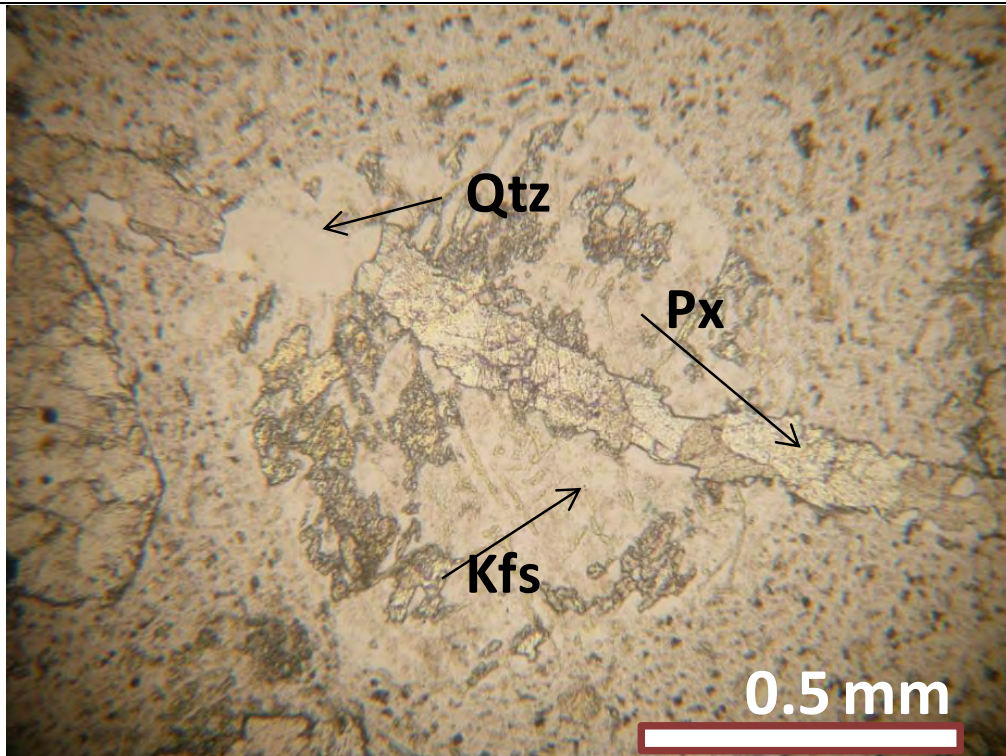


รูปที่ 5.2.1.1.2 (ก)

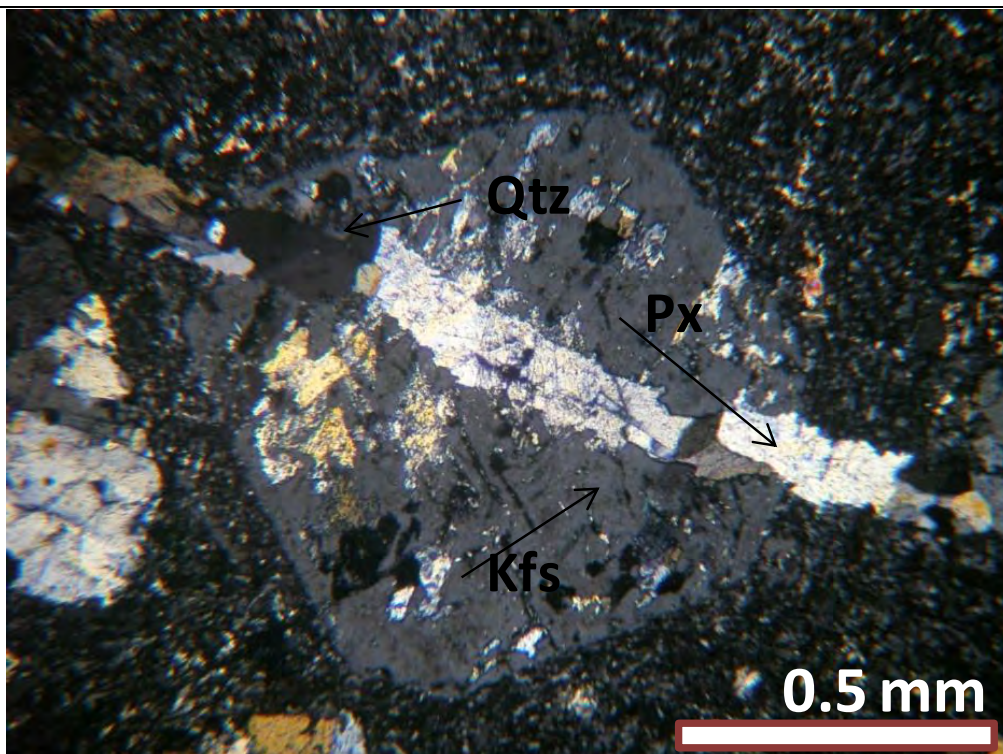


รูปที่ 5.2.1.1.2 (ข)

. รูปที่ 5.2.1.2 (รูปที่ 5.2.1.2 (ก)ปราศจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.2 (ข).ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์
ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T2-0 ตัวอย่างหมายเลข C3-Hจากบริเวณ
จุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli
tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นแร่ควอตซ์ (Qtz)+ไพรอกซีน(Px) ตัดผ่านแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์

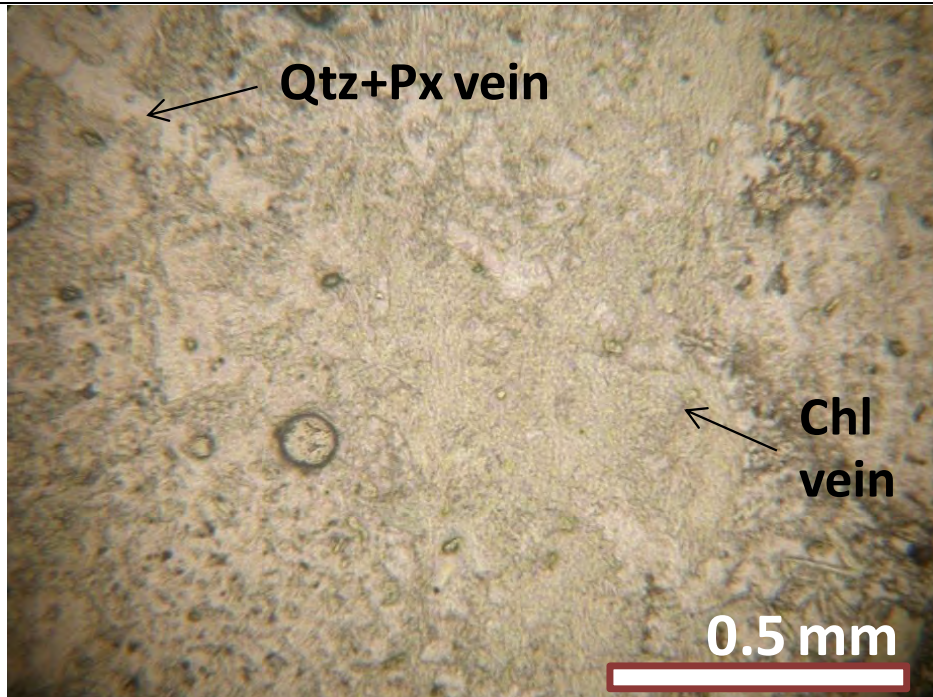


รูปที่ 5.2.1.2 (ก)

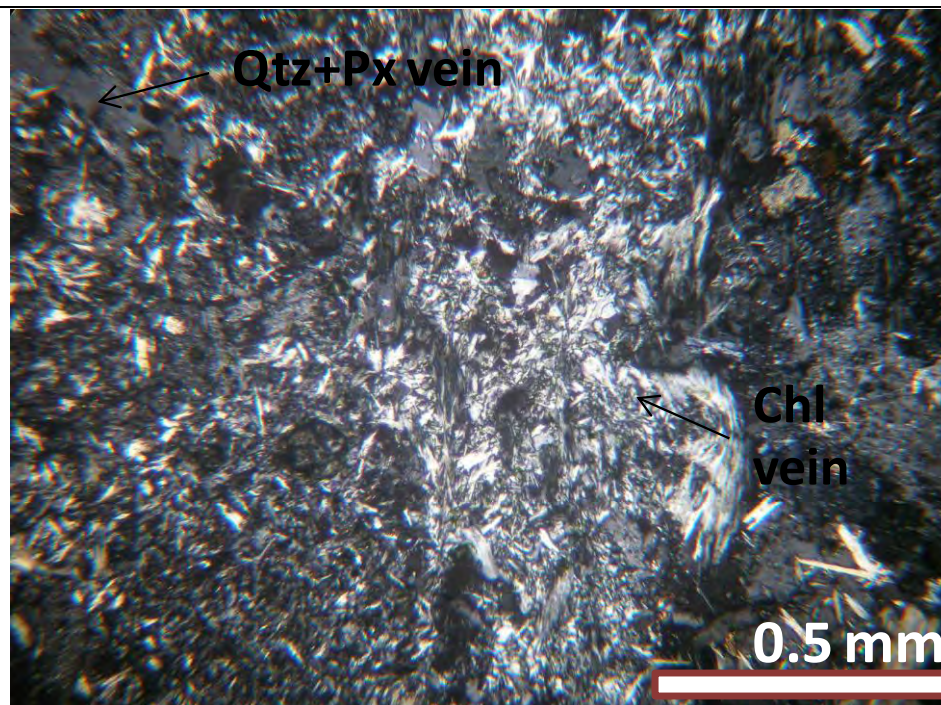


รูปที่ 5.2.1.2 (ข)

รูปที่ 5.2.1.3 (รูปที่ 5.2.1.3 (ก)ปราศจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.3 (ข).ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของ หิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข T2-0 ตัวอย่างหมายเลข C3-Hจากบริเวณจุด เก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นสายแร่คลอไรต์(Chl)ที่ตัดผ่านสายแร่ควอตซ์(Qtz)+ไพรอกซีน(Px)

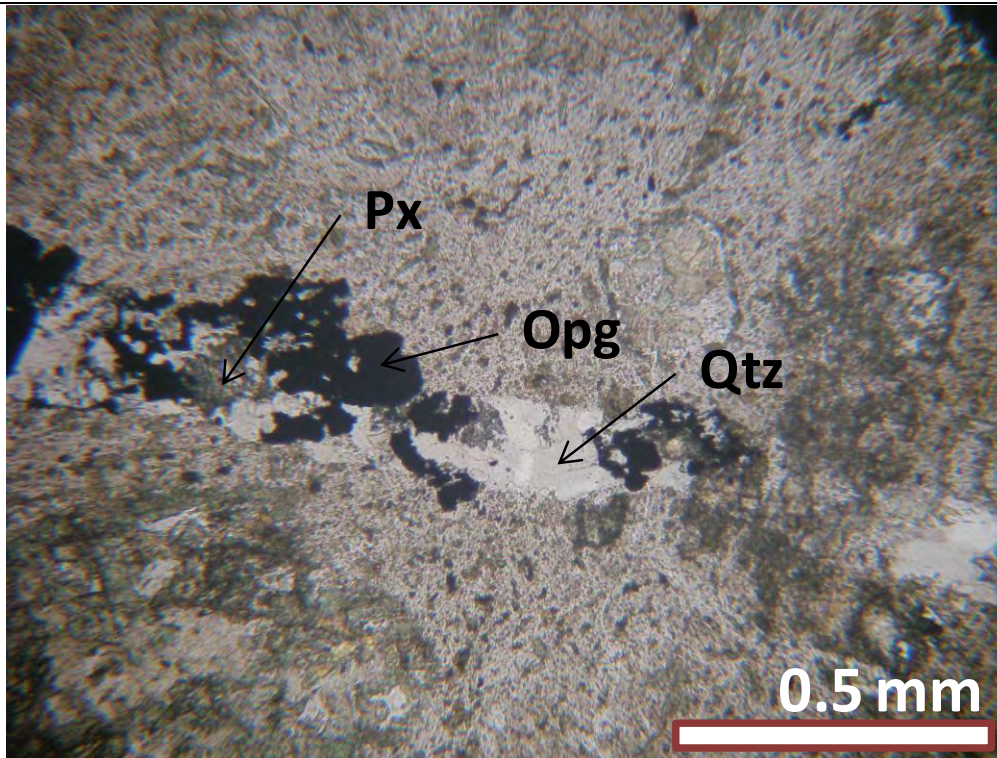


รูปที่ 5.2.1.3 (ก)

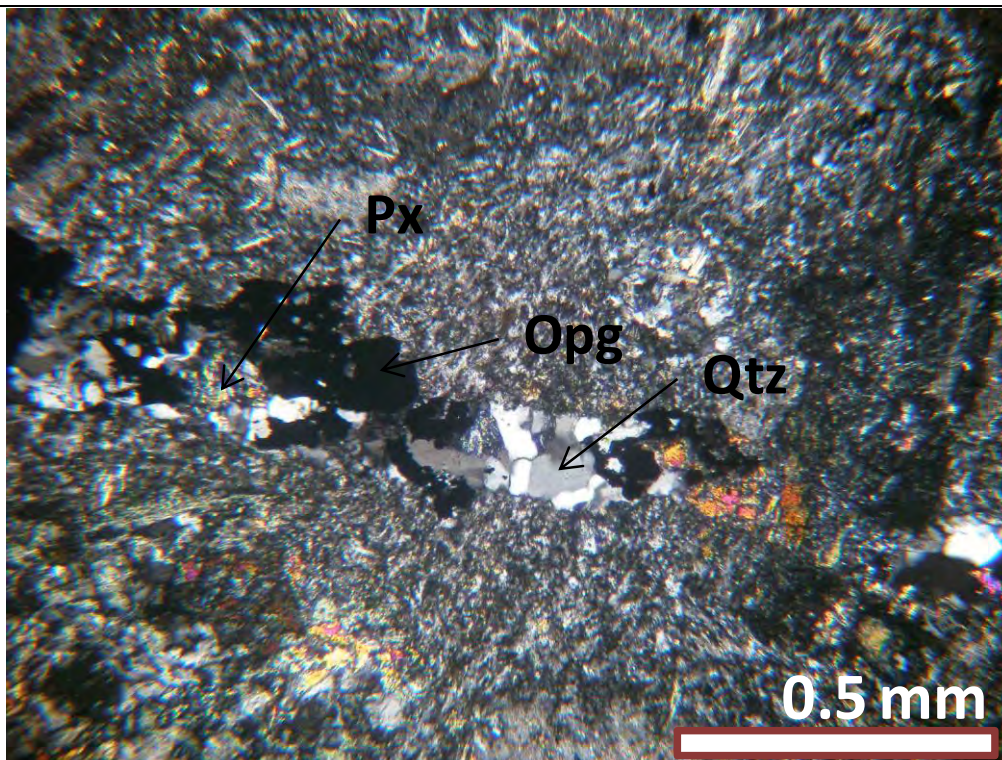


รูปที่ 5.2.1.3 (ข)

รูปที่ 5.2.1.4 (รูปที่ 5.2.1.4 (ก)ปราศจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.4 (ข).ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์
ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข C3-H (2) ตัวอย่างหมายเลข C3-Hจาก
บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic
lapilli tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นแร่ควอตซ์(Qtz)+ไพรอกซีน(Px)+แร่โอเปก(Opg)

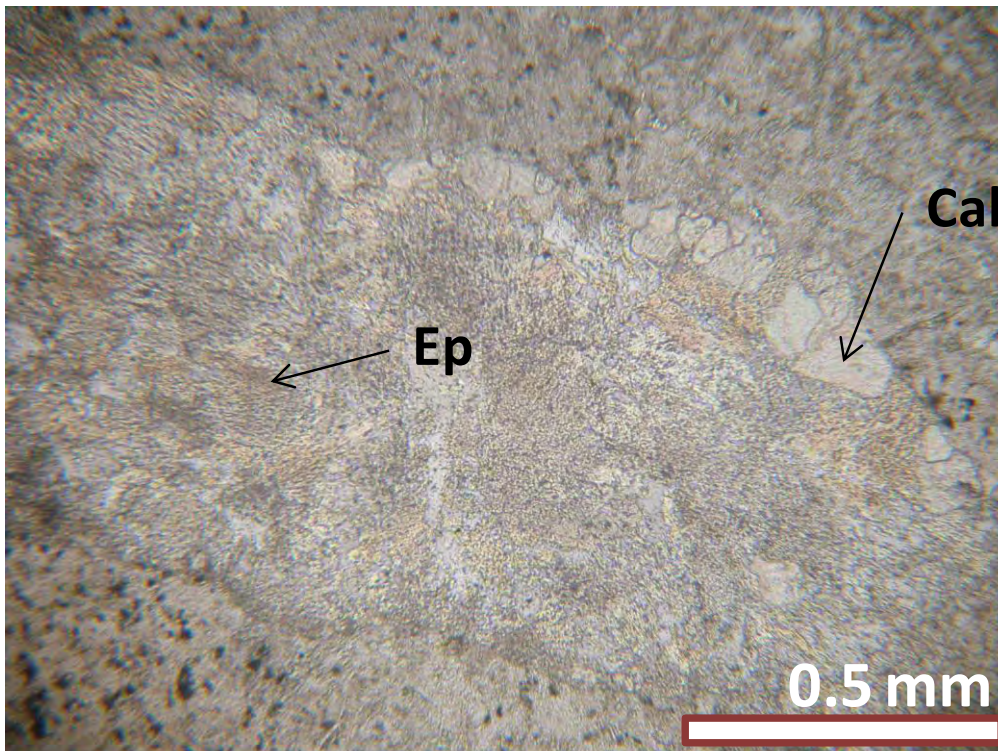


รูปที่ 5.2.1.4 (ก)

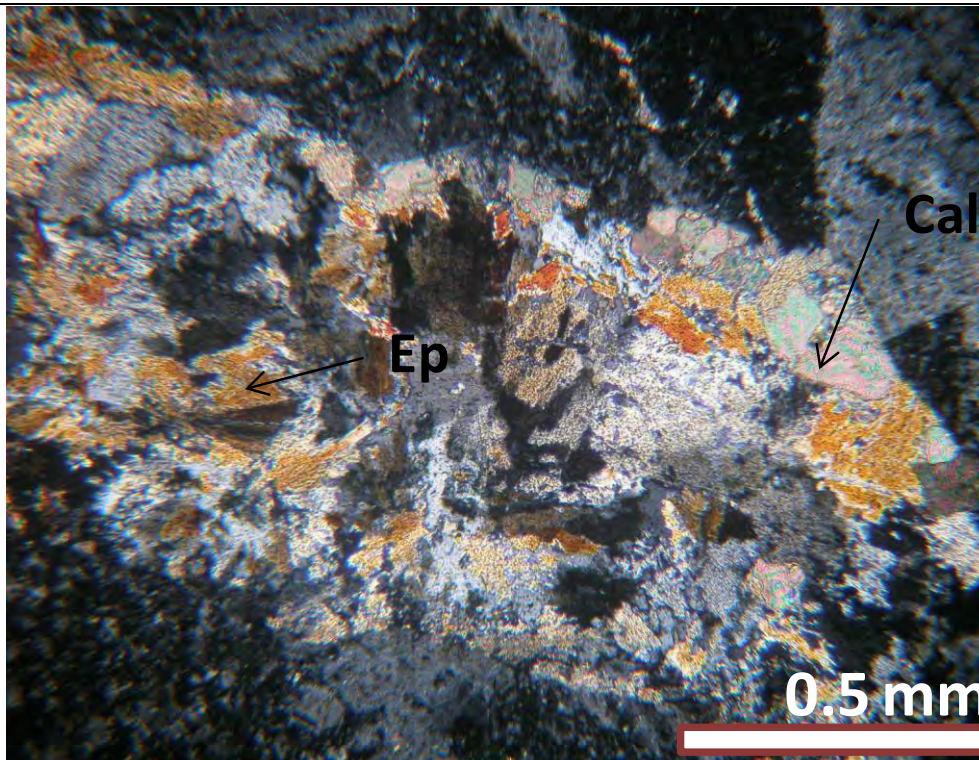


รูปที่ 5.2.1.4 (ข)

. รูปที่ 5.2.1.5.1 (รูปที่ 5.2.1.5.1 (ก)ปราศจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.5.1(ข).ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข C3-H (2) ตัวอย่างหมายเลข C3-Hจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็น สายแร่อิพิโดด(Ep)+ควอตซ์(Qtz)+แคลไซต์(Cal)

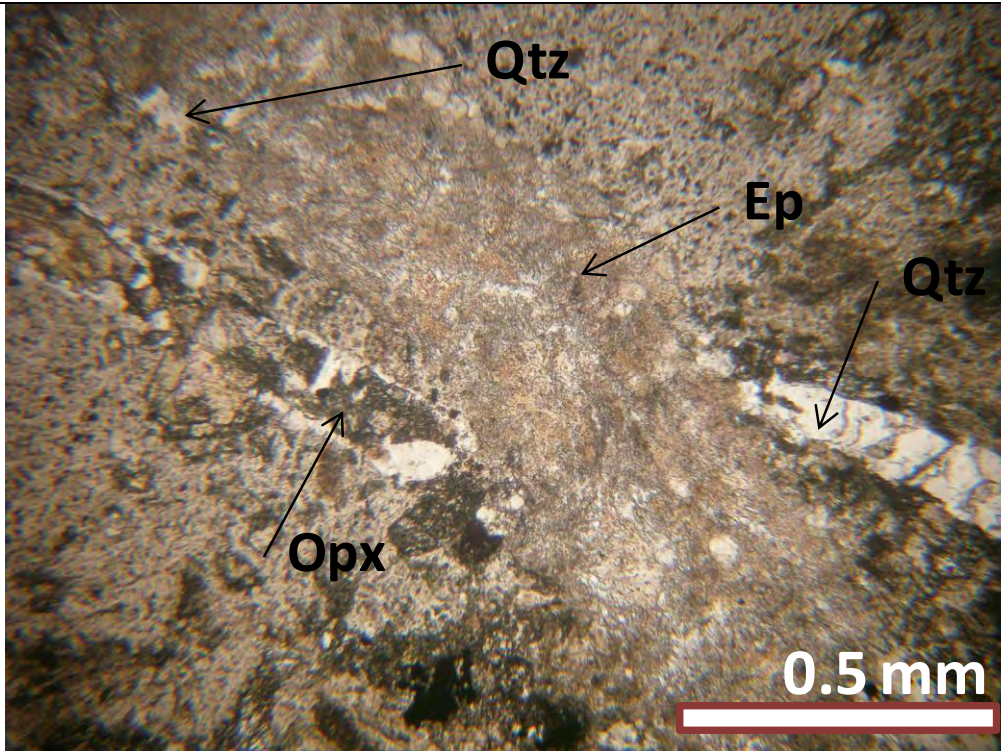


รูปที่ 5.2.1.5.1 (ก)

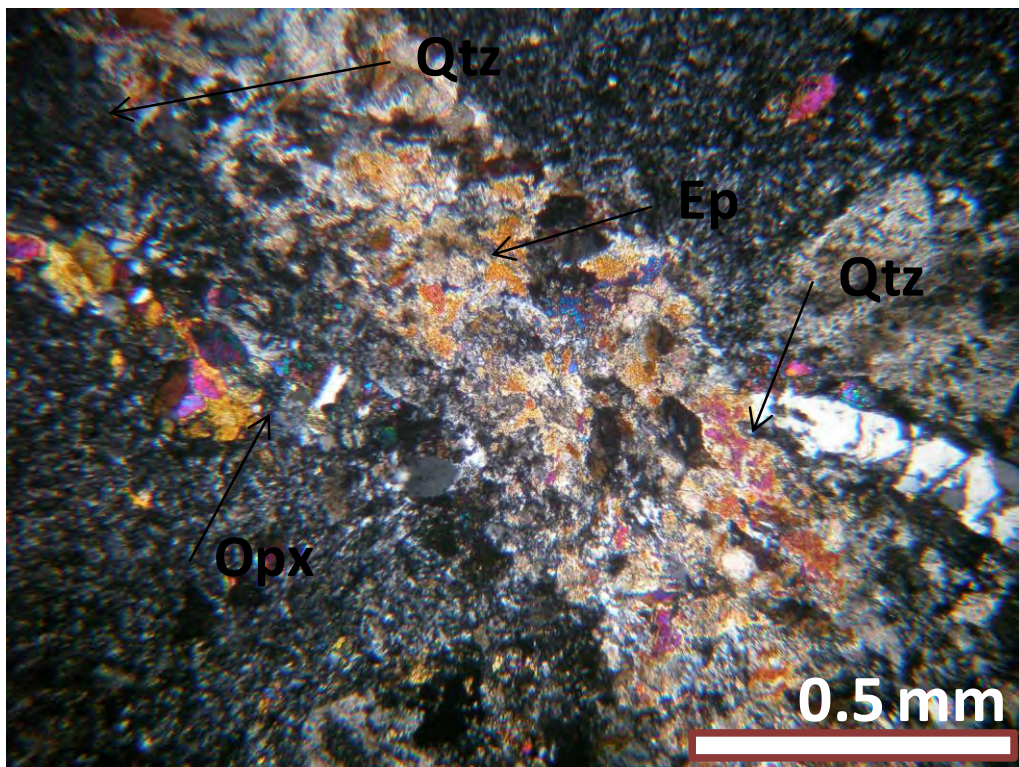


รูปที่ 5.2.1.5.1 (ข)

. รูปที่ 5.2.1.5.2 (รูปที่ 5.2.1.5.2 (ก)ปราศจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.5.2(ข).ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของหิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข C3-H (2) ตัวอย่างหมายเลข C3-Hจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็น สายแร่อีพิโดด(Ep)+ควอตซ์(Qtz)+แคลไซต์(Cal)ตัดผ่านสายแร่ควอตซ์(Qtz)+ไพรอกซีน(Px)

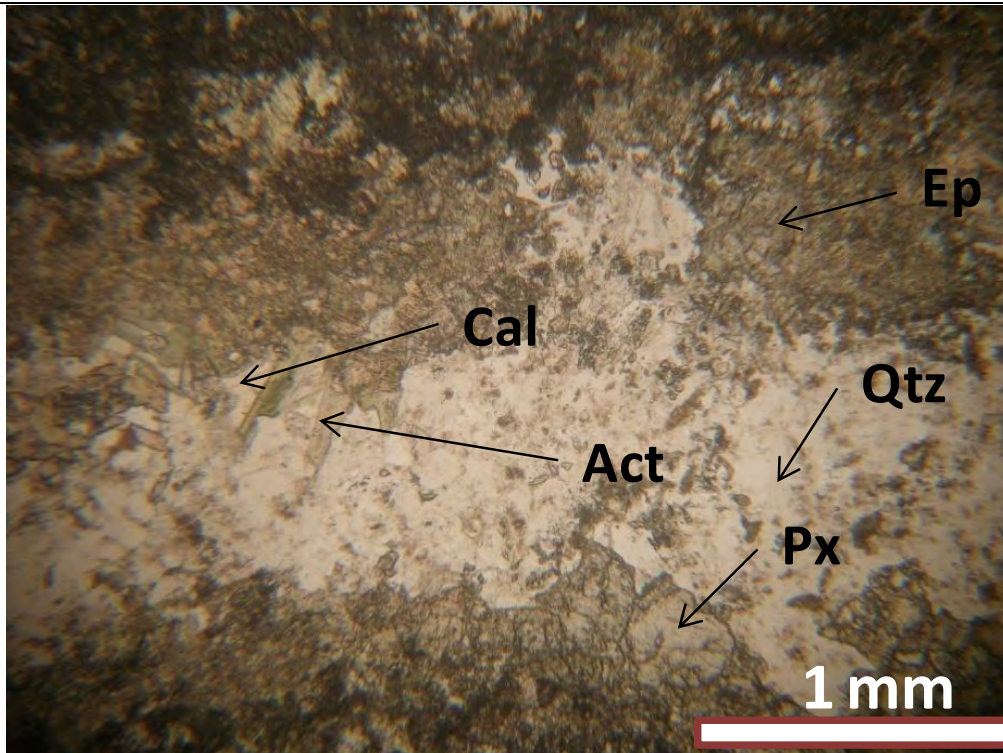


รูปที่ 5.2.1.5.2 (ก)

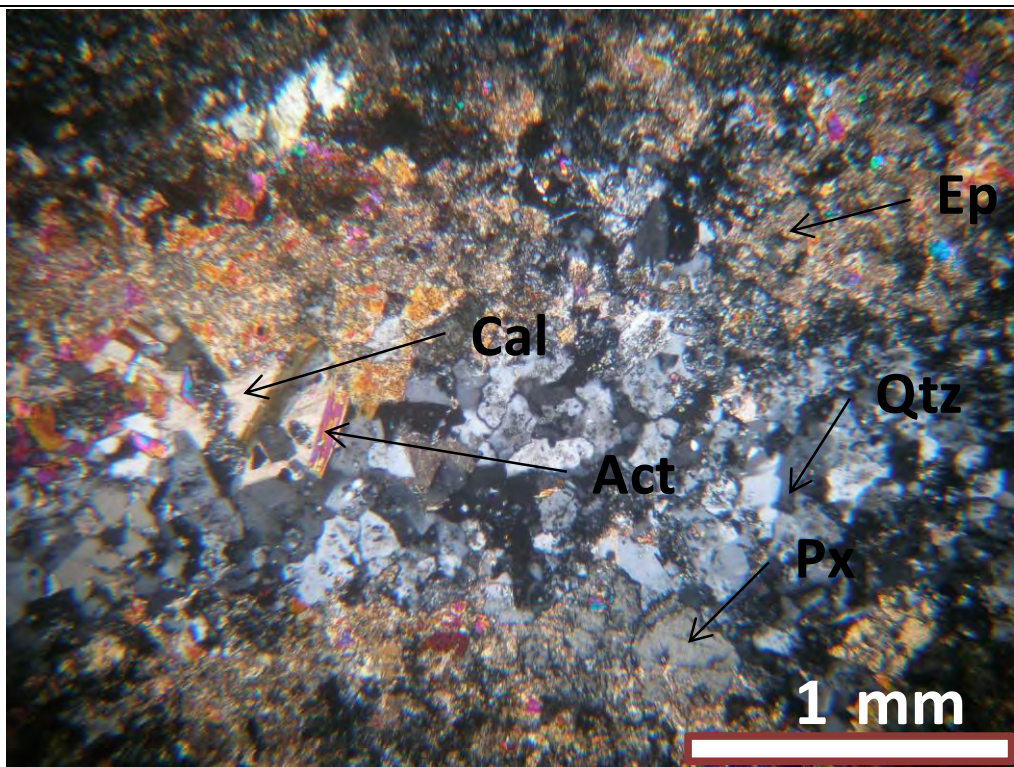


รูปที่ 5.2.1.5.2 (ก)

.รูปที่ 5.2.1.6 (รูปที่ 5.2.1.6 (ก)ปราศจากนิโคล รูปที่ 5.2.1.6(ข).ใส่นิโคล) จากกล้องจุลทรรศน์ ของ หิน Andesitic lapilli tuff จากแผ่นหินบางหมายเลข C3-H (2) ตัวอย่างหมายเลข C3-Hจากบริเวณ จุดเก็บตัวอย่างที่ C3 (รูปที่3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff(รูปที่ 5.2.1) พบว่าเป็นสายแร่ควอตซ์(Qtz)+แอคทีโนไลต์(Act)+ แคลไซต์ (Cal)+ไพรอกซีน (Px)+อีพิโดด(Ep)



รูปที่ 5.2.1.6 (ก)



รูปที่ 5.2.1.6(ข).

5. 3.Mineral paragenesis

จากรศึกษาข้อมูลภาคสนามและซิลิวรอนนา ทำให้สามารถลำดับการเกิดแร่ออกมาในรูปแบบ ตาราง Mineral Paragenesis(ตารางที่1) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นสามช่วงดังนี้

3.1ช่วงก่อนเกิดแร่มีค่า เป็นช่วงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบแคลซิลิเกต ในหินแอนดิซิติกลาพิล ลีทัฟ เนื่องจากการแทรกดันตัวเข้ามาของหินไมโครไดออไรต์ ทำให้เกิดการแปรสภาพแบบสัมผัสแบบ อุณหภูมิสูงความดันต่ำทำให้เกิดแร่วอลลาสโทไนท์

จากปฏิกิริยา $\text{Calcite} + \text{Wollastonite} + \text{Plagioclase} + \text{Clino-pyroxene} = \text{Garnet} + \text{Plagioclase} + \text{Clino-pyroxene} + \text{CO}_2$ (Buick et al., 1994) ซึ่งดึงเอาแคลเซียมจากเฟล็กจีโอเคลสมาส ราง CaCO_3 แล้วไปทำปฏิกิริยากับ SiO_2 ทำให้ได้ วอลลาสโทไนท์

และจากปฏิกิริยา $\text{Clino-pyroxene} + \text{Wollastonite} + \text{Plagioclase} = \text{Garnet} + \text{Quartz}$ (Harley & Buick, 1992 and Fitzsimons & Harley, 1994) ทำให้ได้แร่กานเนต

หลังจากนั้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง และมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องแต่มีในปริมาณเล็กน้อยทำให้เกิดปฏิกิริยา $\text{actinolite} + \text{epidote} + \text{chlorite} + \text{quartz} \rightarrow \text{hornblende} + \text{H}_2\text{O}$ ทำให้แร่ฮอนเบลนด์เกิดการสลายกลายเป็น แร่แอกทิโนไลท์ อีพิโดต คลอไรต์และควอตซ์ ตามลำดับ

3.2ช่วงขณะเกิดแร่มีค่า เป็นช่วงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบ ควอตซ์-คลอไรต์-แอกทิโนไลท์-อีพิโดต-แอลไบต์-ไพไรต์ หินแอนดิซิติกลาพิลลีทัฟ ซึ่งเกิดจากการที่น้ำยาแร่ร้อนเข้ามาในหินแอนดิซิติกลาพิล ลีทัฟ ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำความดันต่ำ ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยา

$\text{actinolite} + \text{epidote} + \text{chlorite} + \text{quartz} \rightarrow \text{hornblende} + \text{H}_2\text{O}$ ทำให้แร่ฮอนเบลนด์เกิดการสลายกลายเป็น แร่แอกทิโนไลท์ อีพิโดต คลอไรต์และควอตซ์ ตามลำดับเหมือนใน ระบบแรก แต่ในช่วงนี้ยังมีการเข้ามาของ สายแร่ 1)สายแร่ ควอตซ์-คลอไรต์-ไพรอกซีน-แร่โอเปก

2)สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน

3)สายแร่คลอไรต์

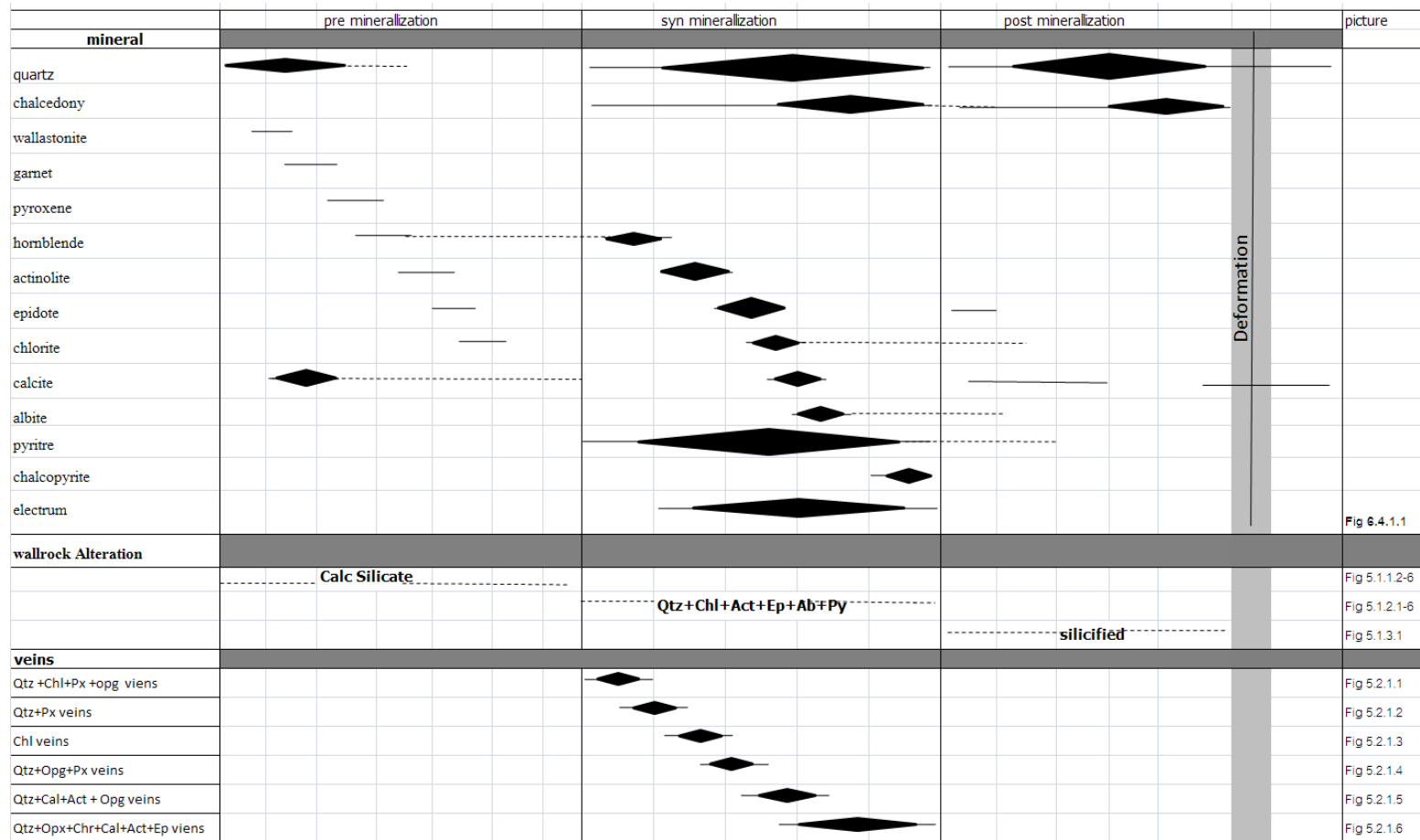
4)สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน-แร่โอเปก

5)สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอกทิโนไลท์-แร่โอเปก แสดงใน รูป 5.2.1.5

6)สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอกทิโนไลท์-คลอไรต์-ไพรอกซีน-อีพิโดตแสดงใน รูป 5.2.1.6

ตามลำดับ(ดูรายละเอียดหัวข้อ2.Para genesis of veins formation) ซึ่งทำให้เกิดการตกผลึกของแร่มีค่า
ในช่วงนี้

3.3ช่วงหลังเกิดแร่มีค่า เป็นช่วงที่เกิดการเปลี่ยนสภาพแบบ ซิลิซิไฟด์ ในหินไรโอริติกลาพิลลิต์ฟ
เกิดจากการเข้ามาของน้ำยาแร่ร้อนในช่วงท้ายสุดมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ ซึ่งทำให้เกิดการ
ตกผลึกของแร่ควอตซ์ในช่วงแรกและถูกปิดทับด้วยคาลซิไนต์ (ดูรายละเอียดหัวข้อ.5.1.3 ในเรื่องการเปลี่ยน
สภาพ หน้า102)



ตารางที่ 5.3.1 paragenetic sequence ของแร่ การเปลี่ยนแปลงสภาพและ สายแร่ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นสามช่วงด้วยกันคือ ก่อนการเกิดแร่มีค่า(pre-minerallization) ขณะเกิดแร่มีค่า(syn-minerallization) หลังการเกิดแร่มีค่า(post-mineralization)

บทที่ 6: อภิปรายผลการศึกษา

6.1 การศึกษาศิวาวรรณนา

6.2 การหาอายุ

6.2.1 อายุของหินเหี่ยว

6.2.2 อายุของการสะสมตัวของแร่

6.3 ธรณีวิทยา

6.3.1 ลักษณะทางธรณีวิทยา

6.3.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพ

6.3.3 ธรณีประวัติ

6.4 ลักษณะของแหล่งแร่

6.4.1 ประเภทของแหล่งแร่

6.4.2 ลักษณะเฉพาะของแหล่งแร่

6 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งหัวข้อการอภิปรายออกเป็น 4 ประเด็นดังนี้

6.1 การศึกษาศิลาวรรณนา

จากการศึกษาในครั้งนี้ด้วยศิลาวรรณนาเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี (2546) ทำให้ได้รายละเอียดของข้อมูลมากขึ้น ดังนี้

จากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี (2546) พบว่า หินเถ้าภูเขาไฟ (tuff) มีสีเทาอ่อน หากดูจะเป็นสีน้ำตาลอ่อน ในเนื้อหินจะมีเศษหินฝังตัวอยู่ด้วย มีขนาด 1-3 มิลลิเมตร มีชื่อเฉพาะเรียก lithic tuff หินนี้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพโดยขบวนการเติมน้ำซิลิกา (silicification) ทำให้หินแข็งมากเป็นสีเทาและมีแร่ไฟไรต์ เป็นผลึกขนาดเล็กประมาณ 0.2 มิลลิเมตร) ฝังประในเนื้อหินประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ แต่จากการศึกษาด้วยศิลาวรรณนาในครั้งนี้พบว่าหินเถ้าภูเขาไฟ (tuff) สามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทคือ 1) Andesitic lapilli tuff มีสีสดเป็นสีดำเขียวถึงดำ มีสีฝู เป็นสีเทาดำ มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วย หินแอนดิไซต์ แร่ฮอนเบลนด์แร่ควอตซ์ แร่แพลกจิโอเคลส แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ มีเนื้อพื้นป็นเนื้อแก้วบางส่วน และเนื้อผลึกบางส่วนประกอบด้วย แร่ฮอนเบลนด์ แร่แพลกจิโอเคลส แร่โพแทสเซียม แร่คาลซิโดนี แร่ควอตซ์ แร่คลอไรต์ แร่แอคทิโนลท์ แร่อีพิโดตและมีเนื้อหินสำคัญได้แก่ เนื้อหินแบบ corona, เนื้อหินแสดงการไหล(flow texture)มีการแทนที่ของแร่คือแร่คลอไรต์,แร่แอคทิโนลท์ ในแร่ฮอนเบลนด์มีการเปลี่ยนแปลงแบบ แคลซิลิกเกต และ retrograde skarn (รูปที่ 4.2.1.2) 2) Rhyolitic lapilli tuff มีสีสดเป็นขาวเทา มีสีฝู เป็นสีส้มแดงและสีน้ำตาล มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วย หินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์ แร่แพลกจิโอเคลส แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ มีเนื้อพื้นป็นเนื้อแก้วบางส่วน และเนื้อผลึกบางส่วนประกอบด้วยแร่คาลซิโดนี และแร่ควอตซ์ มีเนื้อหินสำคัญได้แก่ เนื้อหินแบบ corona เนื้อหินแบบskeletal มีการเปลี่ยนแปลงแบบ ซิลิซิไฟด์ (รูปที่ 4.2.2.1)

จากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี,(2546) พบว่าหินไดออไรต์ มีสีเขียว เนื้อหยาบปานกลาง เมื่อดูจะมีสีน้ำตาลอมเหลือง บางแห่งเนื้อหินแบบ porphyritic เป็นจุดสีขาวของแร่เฟลด์สปาร์ ซึ่งมีขนาด 0.5-3 มิลลิเมตร พบการเปลี่ยนแปลงแบบ retrograde skarn แต่จากการศึกษาด้วยศิลาวรรณนาในครั้งนี้พบว่าMicro diorite มีสีสดเป็นสีดำ มีสีฝู เป็นสีเทาดำ มีเนื้อหินแบบ cryptocrystalline texture เป็นเนื้อผลึกขนาดประมาณ >0.2-0.5 มิลลิเมตร ประกอบด้วย แร่ฮอนเบลนด์ แร่แพลกจิโอเคลส แร่โพแทสเซียม

เฟลสปาร์ แร่ควอตซ์ และมีเนื้อหินสำคัญได้แก่ เนื้อหินแบบ intergranular และมีการเปลี่ยนสภาพ แบบ แคลซิลิกเกต และ retrograde skarn (รูปที่ 4.2.3.4)

จากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี, 2546 พบว่าสายแร่ควอตซ์ แบ่งได้เป็นสองแบบดังนี้

1)ควอตซ์-ฮีมาไทต์-ไฟโรต์-พิโรไทต์ มีสีขาวใส ขาวขุ่น มีรอยแตกมากและค่อนข้างแข็ง จะพบแร่ไฟโรต์ และพิโรไทต์ปะปนอยู่ในเนื้อหิน ส่วนตามรอยแตกมักพบแร่ฮีมาไทต์แทรกอยู่ด้วย 2)ควอตซ์สีขาว/เทา-ซีริไซต์ มีสีเทาอ่อน ขาวขุ่นมักมีรูพรุนบางก้อ นค่อนข้างใสและมีแร่ซีริไซต์ หรือบางก้อพบเป็นชั้นๆ (colloform band) มีเนื้อค่อนข้างเปราะแตกง่าย แต่จากการศึกษาซิลิการรอนนาในครั้งนี้พบว่าสายแร่ที่พบ เป็น สายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต(คลอไรต์+ แอคทิโนไลต์ + อีพิโดด)-ไฟโรต์ มีเนื้อหินแบบ colloform ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่แคลไซต์ แร่คาลซิโดนี แร่คลอไรต์ แร่แอคทิโนไลต์ แร่อีพิโดด แร่ไฟโรต์ แร่คาลโคไฟโรต์ โดยพบการแทรกของแร่แอคทิโนไลต์ แร่คลอไรต์และอีพิโดด ระหว่างชั้นแร่ควอตซ์และแร่คาลซิโดนี ส่วนแร่ไฟโรต์ และแร่คาลโคไฟโรต์ฝังอยู่ทั่วไปในสายแร่ควอตซ์ (รูปที่ 5.1.2.1,รูปที่ 5.1.2.2,รูปที่ 5.1.2.3, รูปที่ 5.1.2.4)

จากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี(2546) พบว่า หินแอนดิไซต์ มีสีเขียวเข้ม มีเนื้อละเอียด เมื่อผู้จะมีสีน้ำตาลอมเหลือง มีความเหนียวมาก แต่จากการศึกษาด้วยซิลิการรอนนาในครั้งนี้พบว่าTrachitic andesite มีสีสดเป็นสีขาวเขียว มีสีฝูเป็นสีขาว มีเนื้อหินแบบ porphyritic มีเนื้อผลึกดอกเป็นแร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่ควอตซ์ มีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว และมีเนื้อหินสำคัญได้แก่ เนื้อหินแบบ trachitic ไม่มีการเปลี่ยนสภาพ (รูปที่ 4.2.4.1)

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าหินส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน แต่มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้นจากการศึกษาด้วยซิลิการรอนนาในครั้งนี้

6.2 การหาอายุ

6.2.1 อายุของหินเหี่ยว

จากการข้อมูลการศึกษาในพื้นที่เขาพนมพาบว่าอายุของหินท้องที่ ที่ได้จากการเทียบสัมพันธ์การลำดับชั้นหินมีอายุ 200-300 ล้านปี ในยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสสิก (permo-triassic)(จงพันธ์ จงลักษมณี และนเรศ สัตยารักษ์, 2546) แต่จากการศึกษาหาอายุ ด้วยวิธี Laser Ablation ICP-MS U-Pb zircon techniques ในหินท้องที่ซึ่งเป็นหินภูเขาไฟ และหินอัคนีภูเขาไฟ บริเวณเหมืองทองคำชาติรี พบว่ามีอายุ 250+6 ล้านปีในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย (Cumming, 2006) ทั้งนี้พื้นที่เขาพนมพาบตั้งอยู่ในแนวภูเขาไฟเดียวกับเหมืองทองคำชาติรี และมีหินภูเขาไฟและหินแก้วภูเขาไฟ ที่มีลักษณะเหมือนกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าหินทองที่ซึ่งเป็นหินแอนดิซิติกลาพิลลิตัทพ์ และหินไรโอริติกลาพิลลิตัทพ์ ในพื้นที่เขาพนมพานั้นมีอายุใกล้เคียงกับหินทองที่บริเวณเหมืองทองคำชาติรี คือ อายุ 250 ± 6 ล้านปีในยุค เพอร์เมียนตอนปลายเช่นกัน

6.2.2 อายุของการสะสมตัวของแร่

จากการศึกษาในพื้นที่เขาพนมพานพบว่าสายแร่ควอตซ์มีลักษณะของ แถบชั้น (Banding) แสดงถึงการสะสมของทองในสายแร่ควอตซ์มีมากกว่าหนึ่งครั้งซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Grace Cumming และคณะ ในปี 2006 และ Richard H. Sillitoe ในปี 2003 พบว่าการสะสมทองครั้งแรกเกิดในยุคเพอร์โมไทรแอสสิก โดยอาศัยหลักฐานการศึกษาหาอายุการสะสมทองด้วย K-Ar ในแร่มีสโคไวท์ จากสายแร่ควอตซ์-คลอไรต์-ซัลไฟด์ บริเวณเขาพนมพานได้อายุ 252 ± 0.8 ล้านปี ยุคเพอร์โมไทรแอสสิก (A. Salam, 2004) และ การศึกษาหาอายุการสะสมทองบริเวณเขาพนมพานด้วยวิธี radiometric age จากแร่มีสโคไวท์ในสายแร่ควอตซ์ ได้อายุ 246 ± 7 ล้านปีในยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสสิก (Sillitoe, 2003)ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงเดียวกันกับแหล่งทองคำชาติรี โดยอาศัยหลักฐานจากการศึกษาหาอายุ จากวิธี laser ablation Ar-Ar methods โดยวิเคราะห์จากตัวอย่าง อะดูลาเรีย จาก สายแร่ควอตซ์+ซัลไฟด์(คาลโคไพไรต์-ไพไรต์-สฟาเลอไรต์) บริเวณเหมืองทองคำชาติรี ได้อายุ 250.9 ± 0.8 ล้านปีในยุค เพอร์เมียนตอนปลาย (Cumming et al.,2006) และ การศึกษาหาอายุการสะสมของทอง ค่า จากการศึกษากแร่ adularia บริเวณเหมืองทองคำชาติรีได้อายุการเกิดแร่ 280 ล้านปี ในยุคไทรแอสสิก (Sillitoe, 2003) ซึ่งน่าจะเกิดขึ้นเช่นเดียวกันกับในพื้นที่เขาพนมพาน

ซึ่งจากการศึกษาของแหล่งทองคำทั้งสองแหล่งทำให้สรุปได้ว่ามีอายุการสะสมทองคำครั้งแรกในช่วงเดียวกันคือช่วงยุคเพอร์โมไทรแอสสิก และการสะสมทองครั้งที่สองเกิดในยุคไทรแอสสิก

6.3 ธรณีวิทยา

6.3.1 ลักษณะทางธรณีวิทยา

จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางธรณีวิทยากับการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณีในปี 2546 พบว่าหินในพื้นที่ที่มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งประกอบ ด้วยหินทัฟ ถูกแทรกดันด้วยหินไมโครไดออไรต์ แล้ว ถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์ และมีผนังหินแอนดิไซต์ ตัดเข้ามา ในหินไมโครไดออไรต์ แต่จากการศึกษาซิลิการรอนนาทำให้สามารถแบ่งทัฟได้ออกเป็นสองชนิดหินแอนดิซิติกลาพิลลิตัทพ์และหินไรโอริติกลาพิลลิตัทพ์ และผนังหินแอนดิไซท์ พบว่าเป็นหินทรานซิติคแอนดิไซท์ ส่วนหินไมโครไดออไรต์มีลักษณะเหมือนกัน

จากการออกภาคสนามโดยมีพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่กว่าการศึกษากรมทรัพยากรธรณีในปี 2546 โดยครอบคลุมทั้งบริเวณเขาพนมพาและเขาหนองแวม และประกอบกับการศึกษาศิลาบรรณนาทำให้พบการกระจายตัวของหินพบว่ามีความเหมือนและแตกต่างกัน (รูป 6.3.1) ดังนี้

หินไมโครไดออไรต์พบการกระจายตัวบริเวณทางทิศเหนือของเขาพนมพาเป็นวงกลมขนาดประมาณ 10,000 ตารางเมตร ทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นวงกลมขนาดประมาณ 40,000 ตารางเมตร และบริเวณกลางเขาพนมพาเป็นแนวยาววางตัวในแนวตะวันออกตะวันตก แต่การศึกษากลุ่มทรัพยากรธรณีในปี 2546 พบว่าหินไมโครไดออไรต์พบการกระจายตัวบริเวณ ทางทิศใต้เป็นพื้นที่ครึ่งหนึ่งของเขาพนมพา และทาง ทิศเหนือของเขาพนมพาเป็นวงกลมขนาดประมาณ 10,000 ตารางเมตร

หินทัฟ พบการกระจายตัวทั่วทั้งเขาพนมพาและเขาหนองแวม โดยหินแอนดิไซติกทัฟกระจายตัวอยู่บริเวณเขาพนมพาและหินไรโอริติกทัฟกระจายตัวอยู่บริเวณเขาหนองแวมและทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเขาพนมพา แต่จากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณีในปี 2546 พบว่ามีการกระจายตัวบริเวณทางทิศเหนือของเขาพนมพาเท่านั้น

สายแร่ควอตซ์จากการศึกษาพบหินลอยของแร่ควอตซ์เป็นจำนวนมากวางตัวในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณหน้าเหมืองกลางเขาพนมพา ซึ่งตัวสายแร่ควอตซ์นี้ ถูกระเบิด ทำเหมืองไปหมดแล้ว ซึ่งมีความสอดคล้องกับกรมทรัพยากรธรณีในปี 2546 ซึ่งพบสายแร่ควอตซ์วางตัวในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณกลางเขาพนมพาเช่นกัน

หินทรายซิกติกแอนดิไซต์พบว่ามี การกระจายตัวบริเวณกลางเขาพนมพา มีการวางตัวในแนวเหนือ - ใต้มีขนาดกว้างประมาณ 2 เมตร ยาวประมาณ 50 เมตร ซึ่งมีแตกต่างกับการของกรมทรัพยากรธรณีในปี 2546 ซึ่งพบว่าผนังหินแอนดิไซต์ การกระจายตัวบริเวณกลางเขาพนมพาเช่นกัน แต่มีการวางตัวในแนว ตะวันออก-ตะวันตก

จากการโครงสร้างทางธรณีวิทยาซึ่งยังไม่มีผู้ใดศึกษาพบว่า รอยแตกเป็นระบบมีแนวหลักคือ เหนือเหนือตะวันออก แนวรองคือแนวตะวันตกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงใต้ (รูป 3.2.15) ซึ่งเมื่อเทียบความสัมพันธ์กับการสะสมของทองคำ ที่เข้ามาตามรอยแตกพร้อมกับสายแร่ควอตซ์ นั้นพบว่าส่วนใหญ่ วางตัวในแนว เหนือเหนือตะวันออก และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ (รูป 3.2.16) ส่วนรอยแตกเป็นระบบที่ไม่สัมพันธ์กับการสะสมของทองคำนั้น วางในแนวตะวันออกเฉียงใต้ เป็นหลัก (รูป 3.2.17)

6.3.2 ลักษณะการเปลี่ยนสภาพ

จากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี ปี 2546 พบว่ามีการเปลี่ยนสภาพในหินไดออไรต์ มีการเปลี่ยนสภาพแบบไพโรไฟริติก(propyritic) (Epidote+Chlorite+Pyrite) แต่จากการศึกษาคั้งนี้พบว่า การเปลี่ยนสภาพในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งออกเป็นสามช่วงคือ

1) ช่วงก่อนการเกิดแร่ มีการแทรกดันตัวของไมโครไดออไรต์เข้าไปในหินแอนดิซิติกลาฟิลีทท์ เกิดเป็น contact metamorphism ทำให้เกิดการแปรสภาพแบบแคลซิลิเกต (วอลลาสโทไนท์-กาเนต-ไพรอกซีน-อพิโดด-แอคทิโนไลต์) ในบริเวณรอยต่อระหว่างหินทั้งสอง มีความกว้างอย่างน้อย 50 เซนติเมตร

2) ช่วงเดียวกับการเกิดแร่ทองคำ เป็นช่วง Prograde skarn เกิดกระบวนการ metasomatic process หรือ hydrothermal stage เป็นลักษณะการไหลของน้ำยาแร่ร้อนในพื้นที่แคบๆตามรอยแตก ซึ่งพบทั่วไปในหินแอนดิซิติกลาฟิลีทท์ โดยมีการแลกเปลี่ยนองค์ประกอบของน้ำยาแร่ร้อนกับหินเฝ้า ซึ่งทำให้เกิดแร่ กาเนต และไพรอกซีน เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเรียกว่า Skarnoid หลังจากนั้นในช่วง retrograde skarn มีการกระบวนการน้ำฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งมักเกิดในระดับต้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพที่ มีการแทนที่แร่ที่เกิดในช่วง Prograde Skarn ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ที่ไม่มีน้ำในโครงสร้างเป็นแร่ที่มีน้ำในโครงสร้างเช่น Epidote, Amphiboles, Chlorite, Actinolite และ Clays ซึ่งการเปลี่ยนสภาพในลักษณะนี้ พบกระจายตัวบริเวณขอบของอยู่ตามสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต (คลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อพิโดด) ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก และตัดกันเป็นร่างแหในหินแอนดิซิติกลาฟิลีทท์ โดยมีบริเวณการเปลี่ยนสภาพเข้าไปในหินเฝ้า กว้างประมาณ 1-70 เซนติเมตร ซึ่งแปรผันตามขนาดของสายแร่ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.5 -50 เซนติเมตร และจากการเปรียบเทียบแผนที่ธรณีเคมี(กรมทรัพยากรธรณี, 2546) พบว่า บริเวณที่มีการเปลี่ยนสภาพแบบนี้ มีความสัมพันธ์กับบริเวณที่พบทองคำสูง(รูป 6.3.2)

3) ในช่วงหลังการเกิดแร่ทองคำ เกิดการกระบวนการ silicification ในหินไรโอริติกลาฟิลีทท์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพแบบ silicified ซึ่งมีการกระจายตัวทั่วทั้งบริเวณที่เป็นไรโอริติกลาฟิลีทท์ คือบริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทั่วทั้งบริเวณเขาหนองแขม ซึ่งในบริเวณนี้ไม่พบการเปลี่ยนสภาพแบบ แคลซิลิเกต และ retrograde skarn และสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต (คลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อพิโดด)เลย อย่างไรก็ตามในผนังหินทรายซิติค แอนดิซิติทท์ นั้นไม่พบการเปลี่ยนสภาพและการแทรกดันเข้าไปของสายแร่เช่นกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเปลี่ยนสภาพจากการศึกษานี้มีความแตกต่างกับการศึกษาจากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี ในปี2546 ทั้งในเรื่องชนิด และการกระจายตัว ของการเปลี่ยนสภาพ

6.3.3 วิวัฒนาการของแหล่งแร่

วิวัฒนาการการเกิดแหล่งแร่ทองคำ เริ่มจากการสะสมตัวของหินแอนดิซิติคทัฟ แล้วถูกปิดทับด้วย หินไรโอริติกทัฟ หลังจากนั้น ถูกแทรกดันด้วยหินไมโครไดออไรต์จึงทำให้หินแอนดิซิติคทัฟเกิดการ เปลี่ยนสภาพบางส่วนเป็นหินแคลซิลิเกต และทำให้เกิดรอยแตกใน หินแอนดิซิติคทัฟ และหินไมโครไดออไรต์ด้วยหลังจากนั้น เกิดกระบวนการจากน้ำยาแร่ร้อน ทำให้น้ำยาแร่ร้อนแทรกเข้ามาตามรอยแตก เกิด เป็นสายแร่ควอตซ์ในหินแอนดิซิติคทัฟ และหินไมโครไดออไรต์ ซึ่งทำให้เกิดการสะสมทองคำในช่วงนี้เป็น แหล่งแร่ทองคำแบบปฐมภูมิ และหลังจากนั้น พงษ์หินทราซิติคแอนดิไซต์ ได้แทรก ตัดเข้าไปในไมโครไดออไรต์ ต่อมาเกิดการพุ่งของหินและสายแร่ แล้วพัดพาแร่ทองคำไปสะสมบริเวณเชิงเขาต้านตะวันออกเกิด เป็นแหล่งแร่ทุติยภูมิแบบลานแร่ ซึ่งปัจจุบันมีการทำเหมืองบริเวณนั้น (ภาพตัดขวางใน รูป 3.2.18)

6.4 ลักษณะของแหล่งแร่

6.4.1 ประเภทของแหล่งแร่

จากการศึกษาในพื้นที่เขาพนมพานั้น เป็นแหล่งแร่ทองคำที่พบแร่ทองคำฝังประอยู่ในสายแร่ ควอตซ์ คาร์บอนเนต (คลอไรต์+ แอคทิโนไลต์+อพิโดด) (รูป 6.4.1.1) สินแร่ที่สามารถพบคือ แร่สฟาเลอไรต์ (รูปที่ 8.2.3) และอาร์ซีโนไฟไรต์ (รูปที่ 8.1.1) จากข้อมูลการวิเคราะห์ธรณีเคมี ซึ่งพบอยู่ในขอบการเปลี่ยนแปลง สภาพของสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-อพิโดด-แอคทิโนไลต์-คลอไรต์-แอลไบต์ ซึ่งจากการศึกษาเปรียบเทียบ ลักษณะของแหล่งแร่พบว่าเป็นแหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ แบบสภาพกรดต่ำมักเกิดร่วมอยู่กับสาย แร่ควอตซ์จำพวกประจุของ สำหรับสินแร่ในแหล่งแร่แบบสภาพกรดต่ำ ที่พบได้แก่แร่สฟาเลอไรต์และอาร์ซีโนไฟไรต์ และยังมีพบแร่ไรต์ค่าได้แก่ แร่อะคูลาเรียและแคลไซต์ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2546)

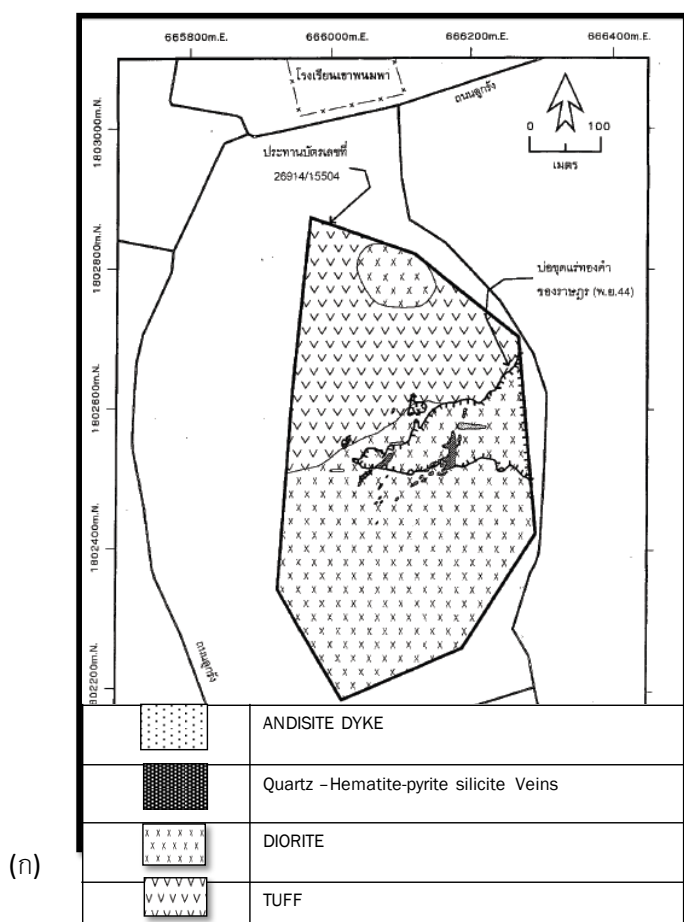
จึงสามารถสรุปได้ว่าแหล่งแร่ทองคำเขาพนมพานี้เป็น แหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ แบบ สภาพกรดต่ำ โดยมีหินเถ้าเป็นหินแอนดิซิติคทัฟที่มีบางส่วนแปร รสภาพเป็นหินแคลซิลิเกต ซึ่งมี ลักษณะคล้ายกับ แหล่งแร่ทองและเงินของเหมืองทองคำชาติรี ที่เป็นแหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ แบบสภาพกรดต่ำ ซึ่งมีหินเถ้าเป็นหินภูเขาไฟ และหินตะกอนภูเขาไฟ เช่นกัน แต่มีลักษณะแตกต่างกันคือ หินเถ้าในแหล่งทองคำเขาพนมพานั้นมีการแปรสภาพเป็นหินแคลซิลิเกต

6.4.2 ลักษณะเฉพาะของแหล่งแร่

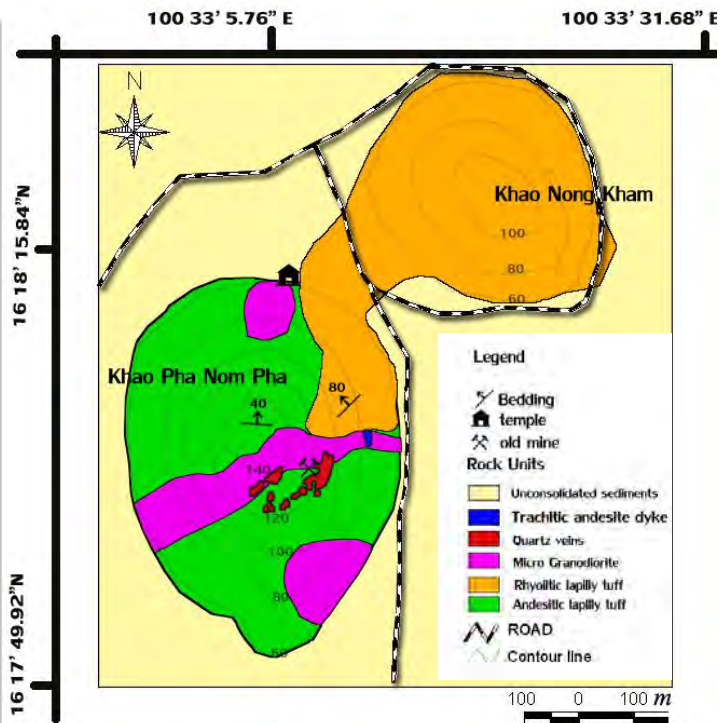
ลักษณะเฉพาะของแหล่งแร่ทองคำเขาพนมพานี้มีลักษณะของการเข้ามาของน้ำยาแร่ร้อนหลายครั้ง ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ และ เกิดแร่ควอตซ์ -คาร์บอนเนต (คลอไรต์-แอคทิโนไลต์-อพิโดด) ในลักษณะ

การแทนที่ของแร่(รูปที่ 5.1.2.5.6, รูปที่ 5.1.2.5.4) , สายแร่ (รูป5.2.1) และการเชื่อมหินกรวดเหลี่ยม (รูปที่ 4.1.3.2) ซึ่งคล้ายคลึงกับแหล่งแร่ทองคำชาติที่มีลักษณะเฉพาะคือ เป็นลักษณะของการเข้ามาของน้ำยาแร่ร้อนหลายครั้งซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ และ เกิดแร่ควอตซ์ -คาร์บอนเนต (คอลลอยด์-อะดูลาเรีย) ในลักษณะ การแทนที่ของแร่, สายแร่ และการเชื่อมหินกรวดเหลี่ยม (Cumming, 2006) ซึ่งลักษณะของสินแร่มีค่าในพื้นที่ศึกษานั้นจะอยู่ในสายแร่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการตัดกันของโครงสร้างรอยแตกในหินเหี่ยว ซึ่งเหมือนกับแหล่งแร่ทองคำชาติ (Cumming, 2006) แต่ขนาดของทองคำที่พบที่เขาพนมพามี ทั้งขนาดใหญ่จนสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า(รูป6.4.2.1-2)และมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า(รูป6.4.2.4) แต่ที่แหล่งทองคำชาตินั้นไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (รูป6.4.2.3)

แผนที่ธรณีวิทยา บริเวณเขาพนมพา



(จิดดิสก์ดี เปรมมณี แลวินัด พุฒเหียง, กรมทรัพยากรธรณี, 2546)

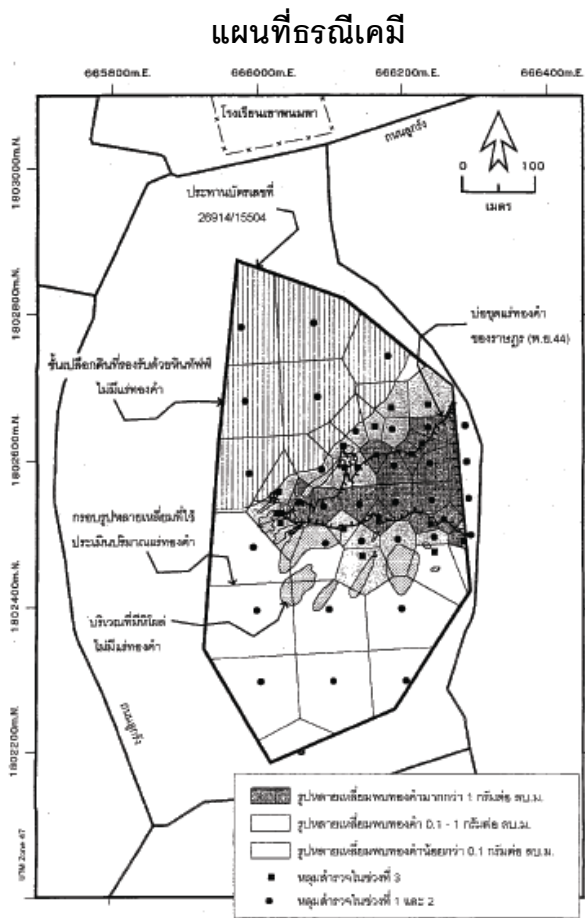


(ข)

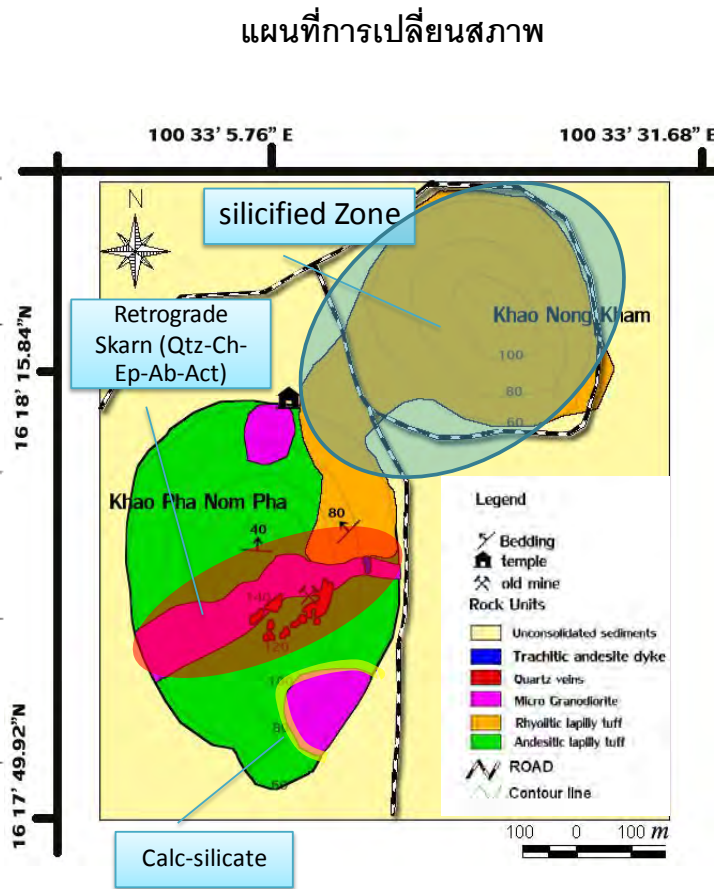
(ดัดแปลงจาก แผนที่ภูมิประเทศ อำเภอวังทรายพูน ราว 5141 IV ลำดับชุด 7017)

รูป 6.3.1 (ก) แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2546)

(ข) แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่เขาพนมพา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร จากการศึกษาครั้งนี้



(จัดตัดกั๊ เปรมมณี และวินัด พุดมเหยียง, กรมทรัพยากรธรณี, 2546)



(ดัดแปลงจาก แผนที่ภูมิประเทศ อำเภอวังทรายพูน ราวาง 5141 IV ลำดับชุด 7017)

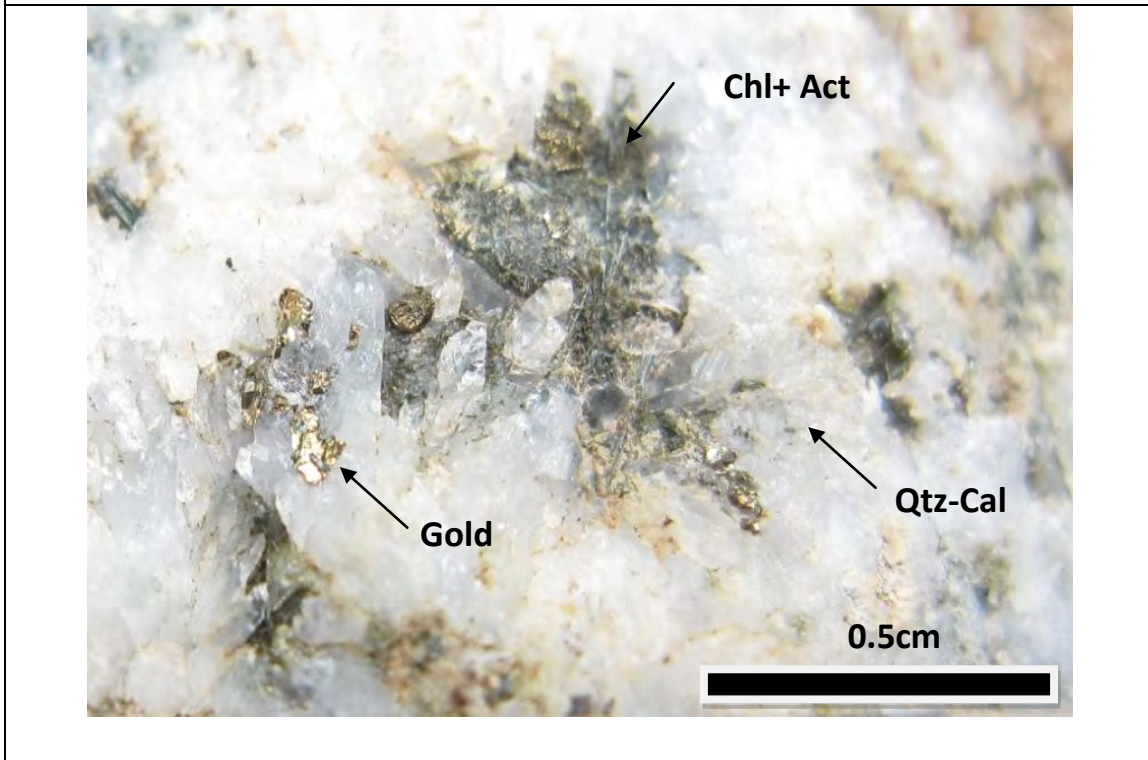
รูป 6.3.2 (ก) แผนที่ธรณีเคมีบริเวณพื้นที่เขานมผา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2546)

(ข) แผนที่การเปลี่ยนแปลงสภาพบริเวณพื้นที่เขานมผา อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร จากการศึกษาครั้งนี้

รูปที่ 6.4.1.1(ก) หินลอยของหิน Andesitic lapilli tuff จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff พบว่าเป็นสายแร่ แร่ควอตซ์ คาร์บอเนต(คลอไรต์+ แอคทิโนไลต์ +อิพิโดต) ที่มีแร่ทองคำฝังประอยู่ในสายแร่ โดยดูได้จาก ภาพขยายในรูป รูปที่ 6.4.1.1 (ข) ซึ่งเมื่อดูจะมีลักษณะคล้าย รูปที่ 6.4.1.2



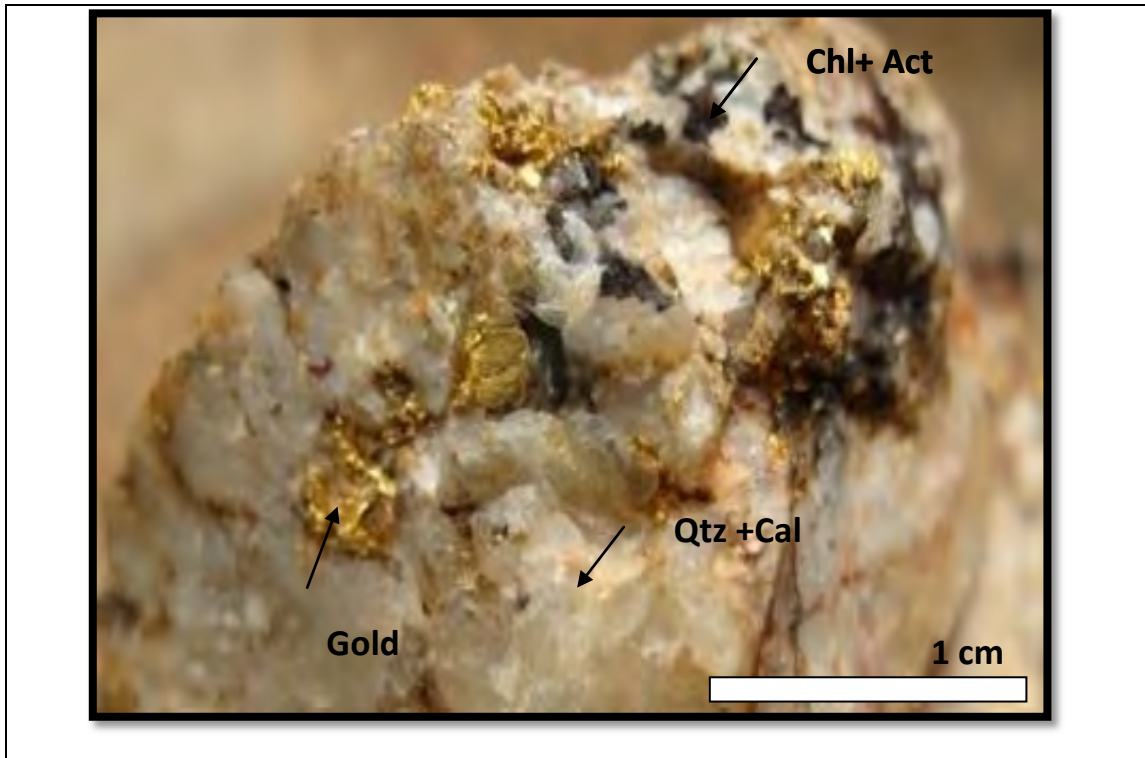
รูปที่ 6.4.1.1 (ก)



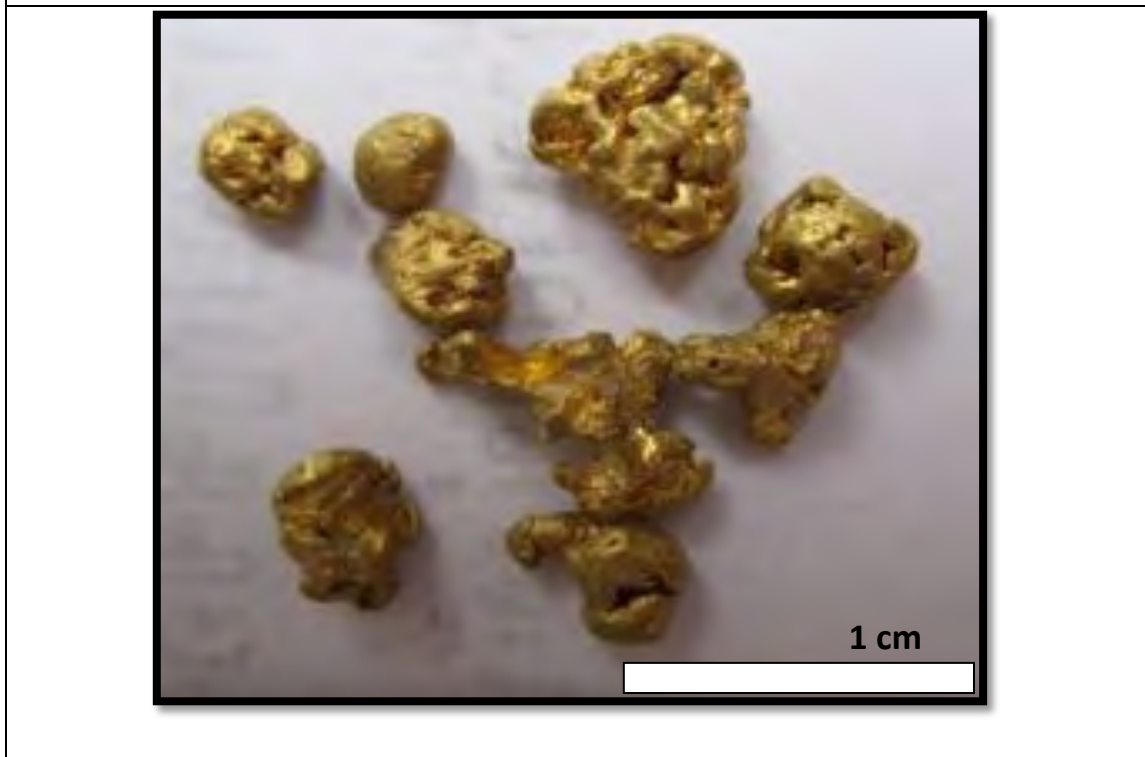
รูปที่ 6.4.1.1 (ข)

รูปที่ 6.4.2.1 ตัวอย่างหินสายแร่ควอตซ์ ของชาวบ้านซึ่งเก็บ จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)แสดงสายแร่ แร่ควอตซ์ คาร์บอนेट (แคลไซต์+ แอคทิโนไลต์ +อิพิโดต) ที่มีแร่ทองคำฝังประอยู่ในสายแร่

รูปที่ 6.4.2.2 ตัวอย่างแร่ทองคำ ของชาวบ้านซึ่งเก็บได้จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ D3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) โดยการร่อนทองคำ ด้วยวิธีเรียงแร่บริเวณลานแร่ทางด้านตะวันออกของเขาพนมพา โดยแสดงลักษณะทองคำที่เป็นก้อน มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า



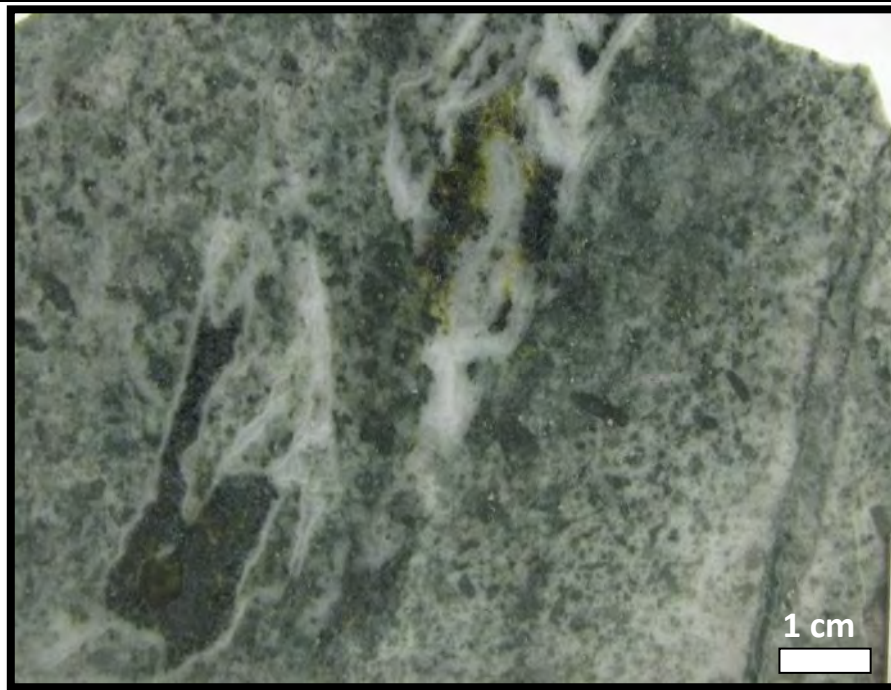
รูปที่ 6.4.2.1



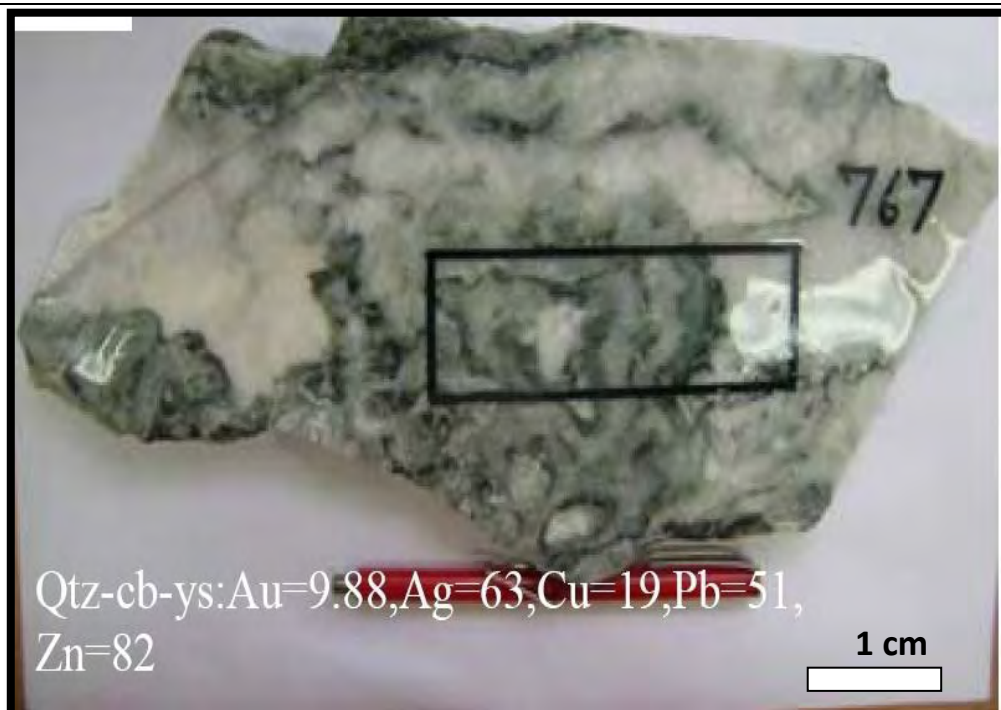
รูปที่ 6.4.2.2

รูปที่ 6.4.2.3 แผ่นหินหน้าเรียบ ของหิน andesitic lapilli tuff จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง C6 หมายเลขตัวอย่าง C6-A ซึ่งถูกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์ คาร์บอนेट (คลอไรต์+ แอคทีโนไลต์ +อีพิโดด) โดยแสดงการสะสมตัวของแร่ทองในสายแร่ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า

รูปที่ 6.4.2.4 แผ่นหินหน้าเรียบ ของหินสายแร่ควอตซ์ จากบริเวณเหมืองทองคำชาติรี ซึ่งพบว่า เป็นสายแร่ควอตซ์ คาร์บอนेट -แร่ซัลไฟด์ โดยแสดงการสะสมตัวของแร่ทองในสายแร่ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งพบปริมาณแร่ทองคำ 9.88 ppm และแร่เงิน 63 ppm



รูปที่ 6.4.2.3



รูปที่ 6.4.2.4

บทที่ 7: สรุปผลการศึกษา

7.1 สรุปผลการศึกษา

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการศึกษา

7.1.1 การศึกษาซิลัวรรรณนา

จากการศึกษาเปรียบเทียบกับการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณี (2546) พบว่ามีลักษณะของหินที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่มีรายละเอียดเพิ่มขึ้นในส่วนของเนื้อผลึกดอกและเนื้อพื้น นอกจากนี้ยังพบการกระจายตัวของหินที่แตกต่างกัน (รูป 6.3.1) ดังนี้

หินแอนดิซิติค ทัฟ มีเนื้อหินแบบพอไฟริติก (pophyritic) โดยมีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วย เศษหินไรโอไรต์ เศษหินแอนดิไซต์ แร่ควอตซ์ แร่แพลกจิโอเคลส แร่ฮอนเบลนด์ มักถูกแทนที่ แร่แอคทิโนไลต์ แร่คลอไรต์ และมีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วบางส่วน เนื้อผลึกไมโครไลต์ประกอบด้วยแร่ แร่คลอไรต์ แร่แอลไบท์ มีเนื้อหินที่สำคัญ flow texture มีการแปรสภาพเป็นหินแคลซิเกตบางส่วน และเปลี่ยนสภาพแบบ retrograde skarn และ และมีสายแร่ตัดผ่าน

หินไรโอริติก ลาพิลลิต์ มีเนื้อหินแบบ พอไฟริติก โดยมีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วย เศษหินไรโอไรต์ แร่ควอตซ์และ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ และแร่แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้วบางส่วน และเป็นเนื้อผลึกไมโครไลต์ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ เป็นส่วนใหญ่ มีเนื้อหินที่สำคัญคือ flow texture และ colloform texture มีการเปลี่ยนสภาพแบบซิลิซิไฟด์ และมีสายแร่ตัดผ่าน

หินไมโครไดออไรต์ มีเนื้อหินแบบ Holocrystalline , เป็นเนื้อผลึกทั้งหมดประกอบด้วย แร่ฮอนเบลนด์ แร่โอเปก แร่แพลกจิโอเคลส แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ แร่คลอไรต์ แร่ควอตซ์ และแร่แอคทิโนไลต์ มีเนื้อหินที่สำคัญคือ intergranular texture replacement texture มีการแปรสภาพเป็นหินแคลซิเกตบางส่วน และเปลี่ยนสภาพแบบ retrograde skarn และ และมีสายแร่ตัดผ่าน

หินทรอซิติคแอนดิไซต์ มีเนื้อหินแบบ พอไฟริติก โดยมีเนื้อผลึกดอกประกอบด้วย แร่ควอตซ์และ แร่โพแทสเซียมเฟลสปาร์ และแร่แพลกจิโอเคลส และมีเนื้อพื้นเป็นเนื้อแก้ว มีเนื้อหินที่สำคัญคือ trachitic texture แสดงการเรียงตัวของแร่ในเนื้อผลึกดอก ไม่มีการเปลี่ยนสภาพแบบ

สายแร่ที่พบในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 6 แบบ ซึ่งเกิดในช่วงเดียวกับการเกิดแร่ โดยมีลำดับอายุที่ได้จากกฎของการตัดกัน จากแก่ไปอ่อน ดังนี้ 5.1)สายแร่ ควอตซ์-คลอไรต์-ไพรอกซีน-แร่โอเปก 5.2)สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน , 5.3)สายแร่คลอไรต์ , 5.4)สายแร่ควอตซ์-ไพรอกซีน-แร่โอเปก, 5.5)สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทิโนไลต์-แร่โอเปก ซึ่งพบการสะสมตัวของทองคำ 5.6)สายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-แอคทิโนไลต์-คลอไรต์-ไพรอกซีน-อพิโดด ซึ่งพบการสะสมตัวของทองคำ เช่นกัน อย่างไรก็ตามสายแร่ส่วนใหญ่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 -20 เซนติเมตร

7.1.2 การหาอายุ

พบว่าแหล่งทองคำเขาพนมพา มีหินทองที่เป็นหินแอนดิซิติกลาพิลลิตัทพ์ และหินไรโอริติก
กลาพิลลิตัทพ์ ในพื้นที่เขาพนมพานั้นมีอายุใกล้เคียงกับหินทองที่บริเวณเหมืองทองคำชาติรี คือ อายุ 250 ± 6
ล้านปีในยุค เพอร์เมียนตอนปลายเช่นกัน และมีอายุการสะสมทองคำครั้งแรก คือช่วงยุคเพอร์โมไทรแอสสิก
และการสะสมทองคำครั้งที่สองเกิดในยุคไทรแอสสิก ซึ่งใกล้เคียงกับหินทองที่บริเวณเหมืองทองคำชาติรี

7.1.3 ธรณีวิทยา

การเกิดแหล่งแร่ทองคำ เริ่มจากการสะสมตัวของหินแอนดิซิติคัทพ์ แล้วถูกปิดทับด้วยหิน
ไรโอริติกัทพ์ หลังจากนั้นถูกแทรกดันด้วยหินไมโครไดออไรต์จึงทำให้หินแอนดิซิติคัทพ์เกิดการ
เปลี่ยนสภาพบางส่วนเป็นหินแคลซิลิเกต ((ควอตซ์-วอลลาสโตไนท์-กาเนต-ไพรอกซีน-แอคทีโนไลต์) และ
ทำให้เกิดรอยแตกในหินแอนดิซิติคัทพ์ และหินไมโครไดออไรต์ด้วยหลังจากนั้น ต่อมาเกิดกระบวนการ
motasomatic process หรือ hydrothermal stage เป็นลักษณะการไหลของน้ำยาแร่ร้อนในพื้นที่แคบๆ
ตามรอยแตก ซึ่งพบทั่วไปในหินแอนดิซิติคัทพ์ โดยมีการแลกเปลี่ยนองค์ประกอบของน้ำยาแร่ร้อน
กับหินเย้า ซึ่งทำให้เกิดแร่ กานเนต และไพรอกซีน (Prograde skarn) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเรียกว่าหินที่ได้ว่า
Skarnoid มีการกระบวนการนำฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งมักเกิดในระดับตื้น เป็นช่วง retrograde skarn ทำให้
เกิดการเปลี่ยนสภาพที่มีการแทนที่แร่ที่เกิดในช่วง Prograde Skarn ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ที่ไม่มีน้ำใน
โครงสร้างเป็นแร่ที่มีน้ำในโครงสร้างเช่น Epidote, Amphiboles, Chlorite, Actinolite และ Clays และยัง
ทำให้เกิดการสะสมทองคำในช่วงนี้เป็นแหล่งแร่ทองคำแบบปฐมภูมิในสายแร่ควอตซ์-คาร์บอนเนต (คลอ
ไรต์-แอคทีโนไลต์-อพิโดด) โดยในช่วงหลังเกิดกระบวนการจากน้ำยาแร่ร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพ
แบบซิลิไฟต์ในหินไรโอริติกัทพ์ และหลังจากนั้น พงษ์หินทราซิติคแอนดิไซต์ได้แทรกตัดเข้าไปในไมโครได
ออไรต์ ต่อมาเกิดการฟุ้งของหินและสายแร่ แล้วพัดพาแร่ทองคำไปสะสมบริเวณเชิงเขาต้านตะวันออก
เกิดเป็นแหล่งแร่ทุติยภูมิแบบลานแร่ ซึ่งปัจจุบันมีการทำเหมืองบริเวณนั้น

7.1.4 ลักษณะของแหล่งแร่

แหล่งแร่ทองคำเขาพนมพาเป็นแหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ แบบสภาพกรดต่ำซึ่งมี
หินเย้าเป็นหินภูเขาไฟ และหินตะกอนภูเขาไฟ ซึ่งมีการแปรสภาพเป็นหินแคลซิลิเกตและSkarnoid
บางส่วน โดยมีลักษณะของการเข้ามาของน้ำยาแร่ร้อนหลายครั้งซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพ และ เกิดแร่
ควอตซ์-คาร์บอนเนต (คลอไรต์-แอคทีโนไลต์-อพิโดด) ในลักษณะการแทนที่ของแร่ สายแร่ และการเชื่อมหิน

กรวดเหลี่ยม ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ แหล่งแร่ทองและเงินของเหมืองทองคำซาตรี แต่แตกต่างกันที่ลักษณะของหินเหี่ยว

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1. เนื่องจากในแหล่งแร่ทองคำซาตรี โดยเฉพาะบริเวณที่มี การเปลี่ยนแปลงสภาพแบบซิลิซิไฟด์มีความสัมพันธ์แร่ทองคำ ซึ่งน่าจะสอดคล้องกับ บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบซิลิซิไฟด์บริเวณเขาหนองแวมซึ่งเป็นหินไรโอริติกลาพิลล์ที่ฟ โดยยังไม่มีศึกษาอย่างจริงจังเกี่ยวกับปริมาณแร่ทองคำ จึงเป็นพื้นที่ที่น่าจะมีการศึกษาต่อไปในอนาคต เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพและปริมาณแร่ทองคำ

7.2.2. ความสัมพันธ์ระหว่างหินที่ฟทั้งสองคือหินไรโอริติกลาพิลล์ที่ฟ และหินแอนดิซิติกลาพิลล์ที่ฟ ยังไม่มีผู้ใดศึกษาอย่างจริงจัง จึงควรมีการศึกษาทางธรณีเคมีต่อไปเพื่อหาความสัมพันธ์ของหินทั้งสอง

เอกสารอ้างอิง

- จงพันธ์ จงลักษณะณี และ นเรศ สัตยารักษ์, 2527, แผนที่ธรณีวิทยาระวาง (NE 47-16) มาตราส่วน 1:250,000: กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี
- จิตติศักดิ์ เปรมมณี และวินัด พุฒเหียง, 2546. รายงานวิชา การสำรวจแร่ทองคำเขาพนมพาอำเภอวังทรายพูน จังหวัด พิจิตร. สำนักทรัพยากรแร่, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ. ฉบับ สท 17/2546
- ปัญญา จารุศิริ, วิชาญ อรุณศรีแสนไชย, สุรชาติ หนูนสมัย และวิเชียร ดีสวัสดิ์, 2546 . ความรู้เรื่องทองตอน: แหล่งแร่ทองคำน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำและแนวทางการสำรวจ, วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 หน้า 178.
- Bunopas, S. and Vella, P., 1983. Tectonic and geologic evolution of Thailand. In Nutalaya P., (Ed.), Proceeding of the Workshop on Stratigraphic correlation of Thailand and Malaysia, Had Yai, Thailand, Tech. 1, p. 307-323.
- Charusiri, P., Daorerk, V., Archibald, D., Hisada, K. and Ampaiwan, T., 2002. Geotectonic evolution of Thailand, A new synthesis. *Journal of the Geological Society of Thailand*, p. 1-20.
- Crossing, J., 2004. Geology of the Chatree region Thailand. Compass Geological. Australia : 24 Walpole Street, St James, WA 6102, Australia.
- Cumming, G. V., 2004. Analysis of Volcanic Facies at the Chatree Gold Mine and in the Loei-Phetchabun Volcanic Belt, Central Thailand. M.Sc. Thesis, Tasmania University, 84 p. (unpublished)
- Diemar, M.G, Diemar, V.A., Udornpornwirat, S., 2000. The Chatree epithermal gold – silver deposit, Phichit – Phetchabun Province, Thailand. In Proceeding of the symposium on mineral, energy, and water resources of Thailand ,423-428. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
- James, R., Cumming, G. V., 2007. Geology and Mineralization of the Chatree Epithermal Gold-Silver Deposit, Petchabun Province, Central Thailand. Geothai'07 international conference on geology of Thailand: Towards Sustainable Development and Sufficiency Economy, Department of the Mineral Resources, Bangkok, Thailand, p. 378-390.

- Jungyusuk, N. and Khositant, S., 1992. Volcanic rocks and associated mineralization in Thailand. Proceedings of the National Conference on Geologic Resources of Thailand, Potential for Future Development, Department of the Mineral Resources, Bangkok, Thailand, p. 522 – 538.
- Marhotorn, K., Mizuta, T., Ishiyama, D., Takashima, I., Won-in, K., Nuanlaong, S. and Charusiri, P., 2008. Petrochemistry of Igneous rocks in the Southern Parts of the Chatree Gold Mine, Pichit, and Central Thailand. Proceeding of the International Symposia on Geoscience Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008), 4th IGCP 516, and 5th APSEG., Bangkok, Thailand, p. 289-298.
- Meinert, L. D., 2004. Ore deposit model (Volume II): Skarn and Skarn deposits, Geoscience Canada Reprint Serie 6. p:117-134
- Nakchaiya, T., Mizuta, T., Ishiyama, D., Takashima, I., Won-In, K., Lunwongsa, V. and Charusiri, P., 2008. Stratigraphy and Petrochemistry of Volcanic Rocks in the Chatree Gold Mine, Central Thailand. Proceeding of the International Symposia on Geoscience Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008), 4th IGCP 516, and 5th APSEG., Bangkok, Thailand, p. 302-311.
- Salam, A., Charusiri, P., James, R.D. and Sutthirat, C., 2004. Magmatism and Associated Gold Mineralisation in Thailand. In International Symposium on the Geological Evolution of East and Southeast Asia, Bangkok, Thailand, p. 77-79.
- Salam, A., 2006. A report prepared for Akara Mining Limited Preliminary Study on: Chatree Geology and Mineralization. (Unpublished Manuscript)
- Tangwattananukul, L., Lunwongsa, W., Mitsuta, T., Ishiyama, H., Takashima I., Won-In, K. and Charusiri, P., 2008. Geology and Petrochemistry of Dike Rocks in the Chatree Gold Mine, Central Thailand. Proceedings of the International Symposia on Geoscience Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008), 4th IGCP 516, and 5th APSEG., Bangkok, Thailand, p. 299-301.

ภาคผนวก

รูปที่ 8.1 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข A3-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไฟริติก และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมีด้วยวิธี XRD ดังนี้

จุดที่ 1 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.1.1

จุดที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.1.2

จุดที่ 3 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.1.3

จุดที่ 4 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.1.4

รูปที่ 8.2 แผ่นหินหน้าเรียบของหิน Andesitic lapilli tuff จากตัวอย่างหมายเลข B4-1 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ B4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) แสดงสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไฟริติก และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมีด้วยวิธี XRD ดังนี้

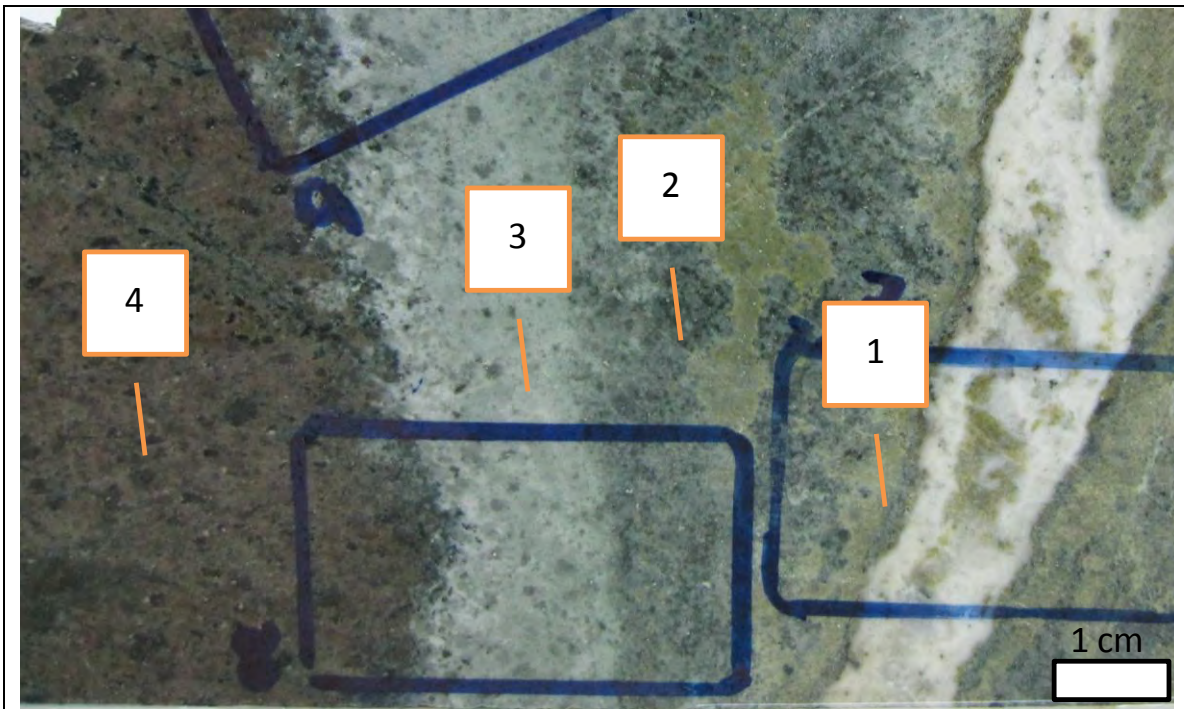
จุดที่ 1 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.2.1

จุดที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.2.2

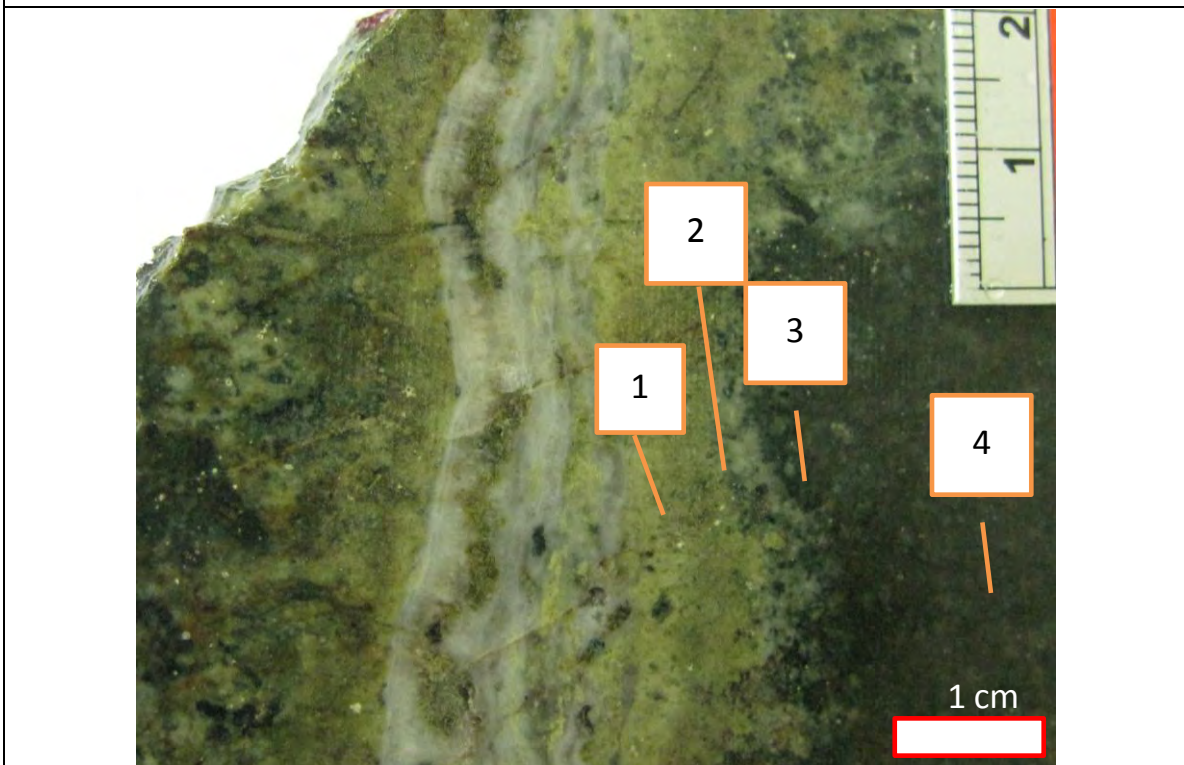
จุดที่ 3 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.2.3

จุดที่ 4 แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.2.4

ซึ่งมีลักษณะเดียวกัน กับตัวอย่าง B2-1 และได้ทำการการศึกษาซิลิการรณนาใน รูปที่ 5.1.2.4



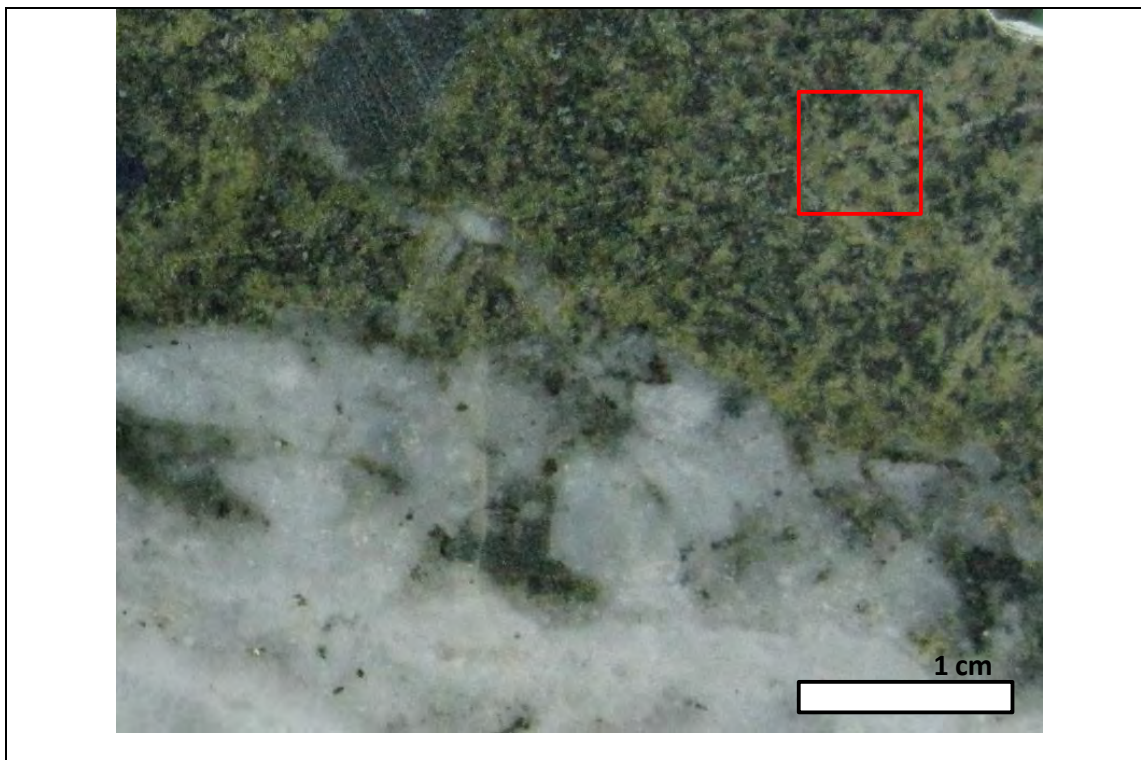
รูปที่ 8.1



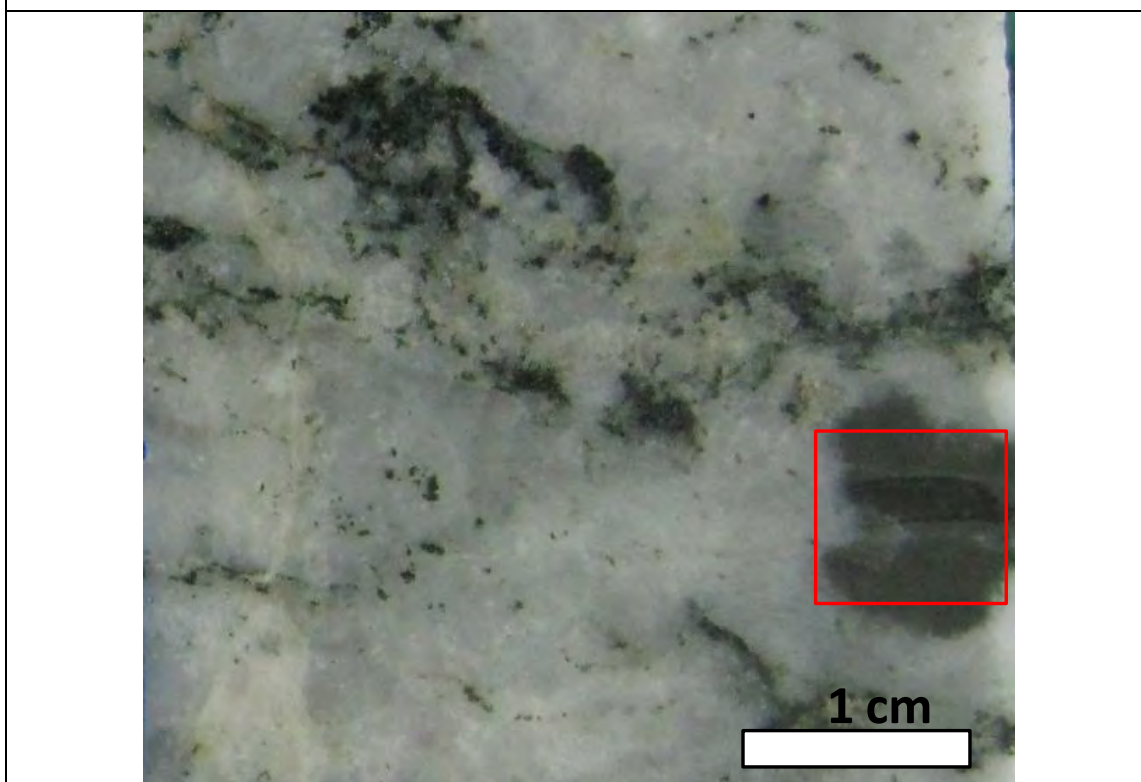
รูปที่ 8.2

รูปที่ 8.3 แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-คลอไรต์-อิพิโดด (แร่ดำ) จากตัวอย่างหมายเลข A2-3 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ซึ่งเป็นสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไพริติก และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ดังนี้ บริเวณสีเหลือง สีแดง แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.3.1

รูปที่ 8.4 แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-คลอไรต์- (แร่ดำ) จากตัวอย่างหมายเลข A2-4 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ซึ่งเป็นสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไพริติก และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ดังนี้ บริเวณสีเหลือง สีแดง แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.4.1



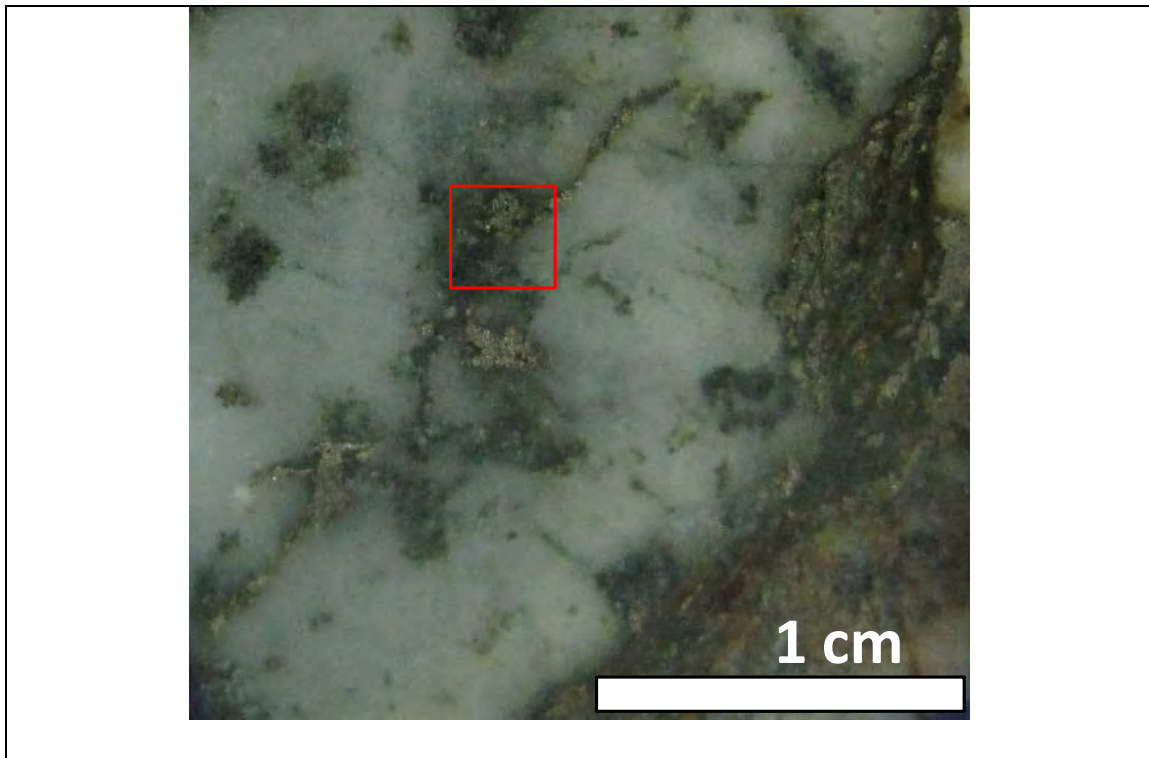
รูปที่ 8.3



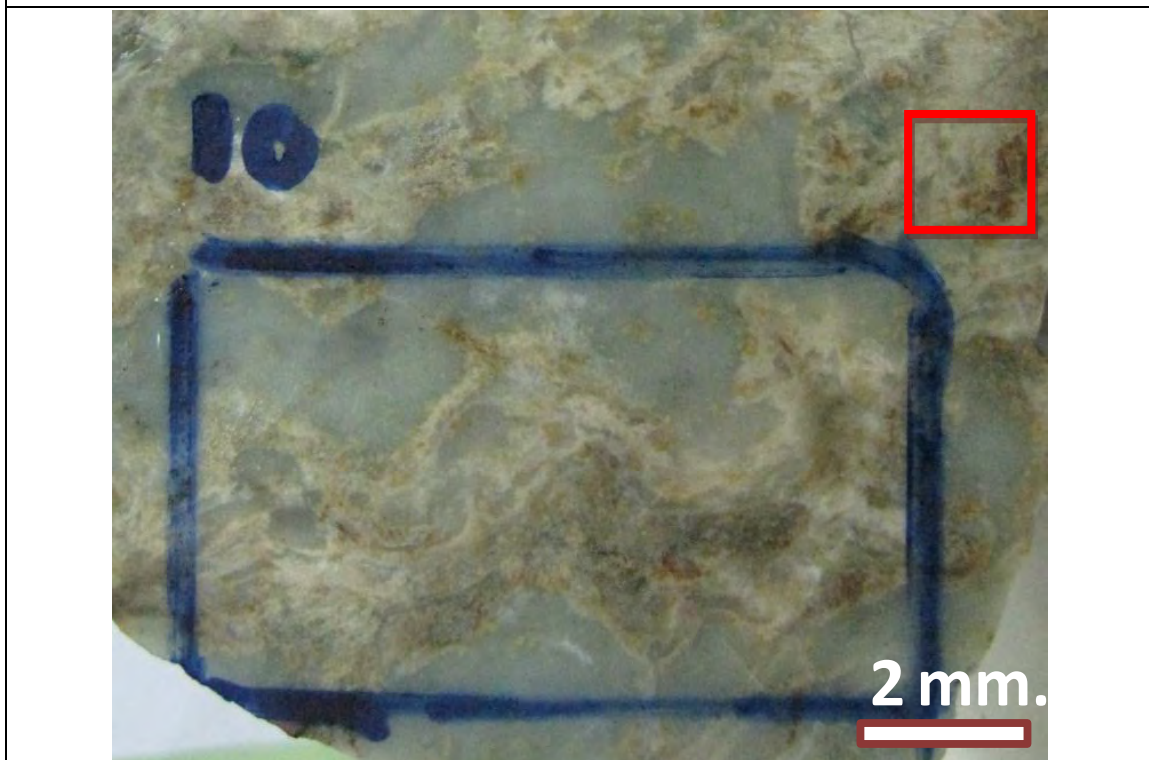
รูปที่ 8.4

รูปที่ 8.5 แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-ซัลไฟด์ จากตัวอย่างหมายเลข A2-2 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ A2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ซึ่งเป็นสายแร่ควอตซ์ที่ตัดเข้ามาในหิน Andesitic lapilli tuff ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบพอไพริติก และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมีด้วยวิธี XRD ดังนี้ บริเวณสีเหลือง สีแดง แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.5.1

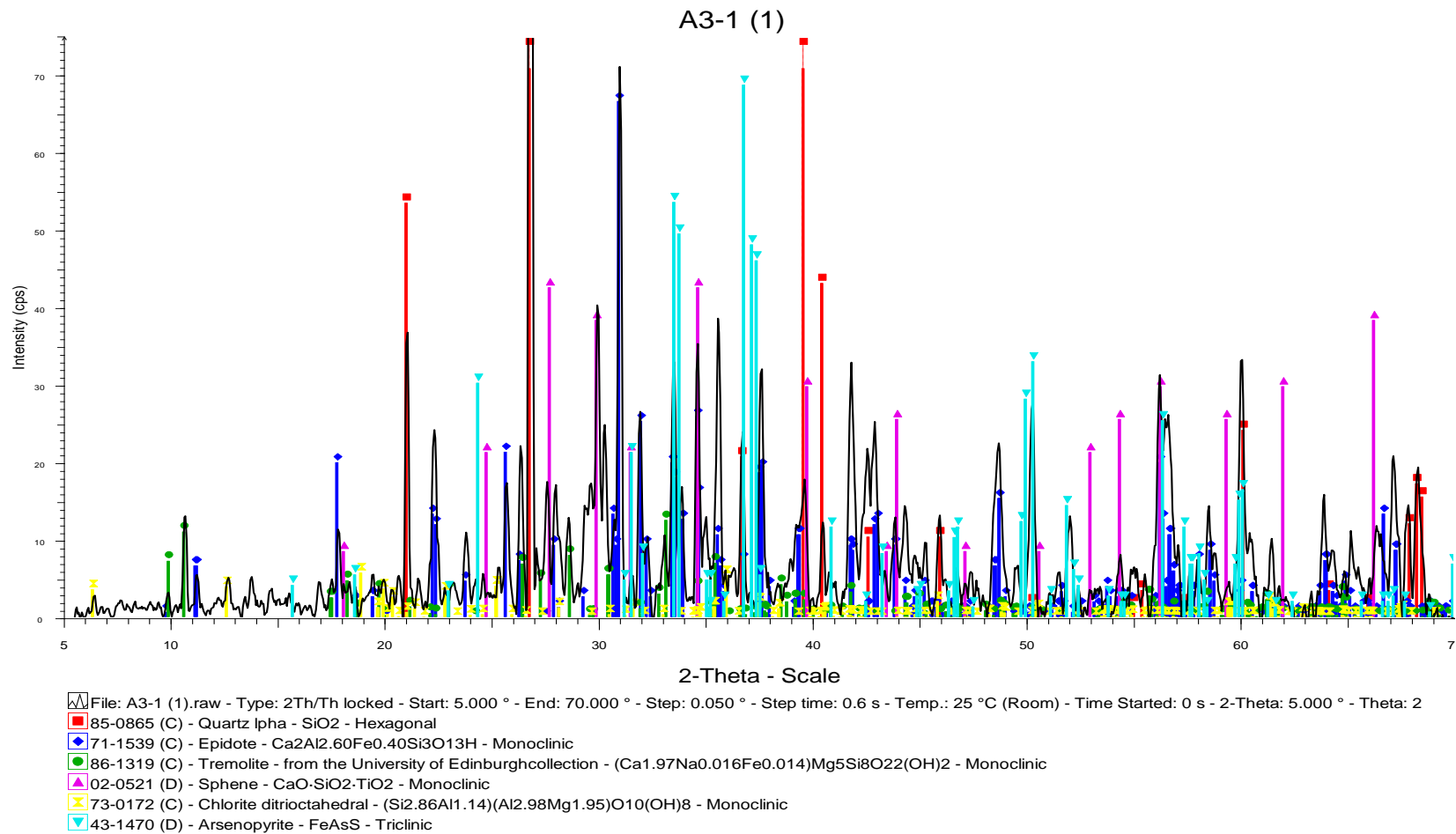
รูปที่ 8.6 แผ่นหินหน้าเรียบของสายแร่ควอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทท์-กาเนต จากตัวอย่างหมายเลข C6-6 จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบแคลซิลิกต และแสดงจุดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ดังนี้ บริเวณสีเหลือง สีแดง แสดงผลวิเคราะห์เคมี ด้วยวิธี XRD ในรูปที่ 8.6.1 และทำการศึกษาศิลาวรรณนา ใน รูปที่ 5.1.1.3-6



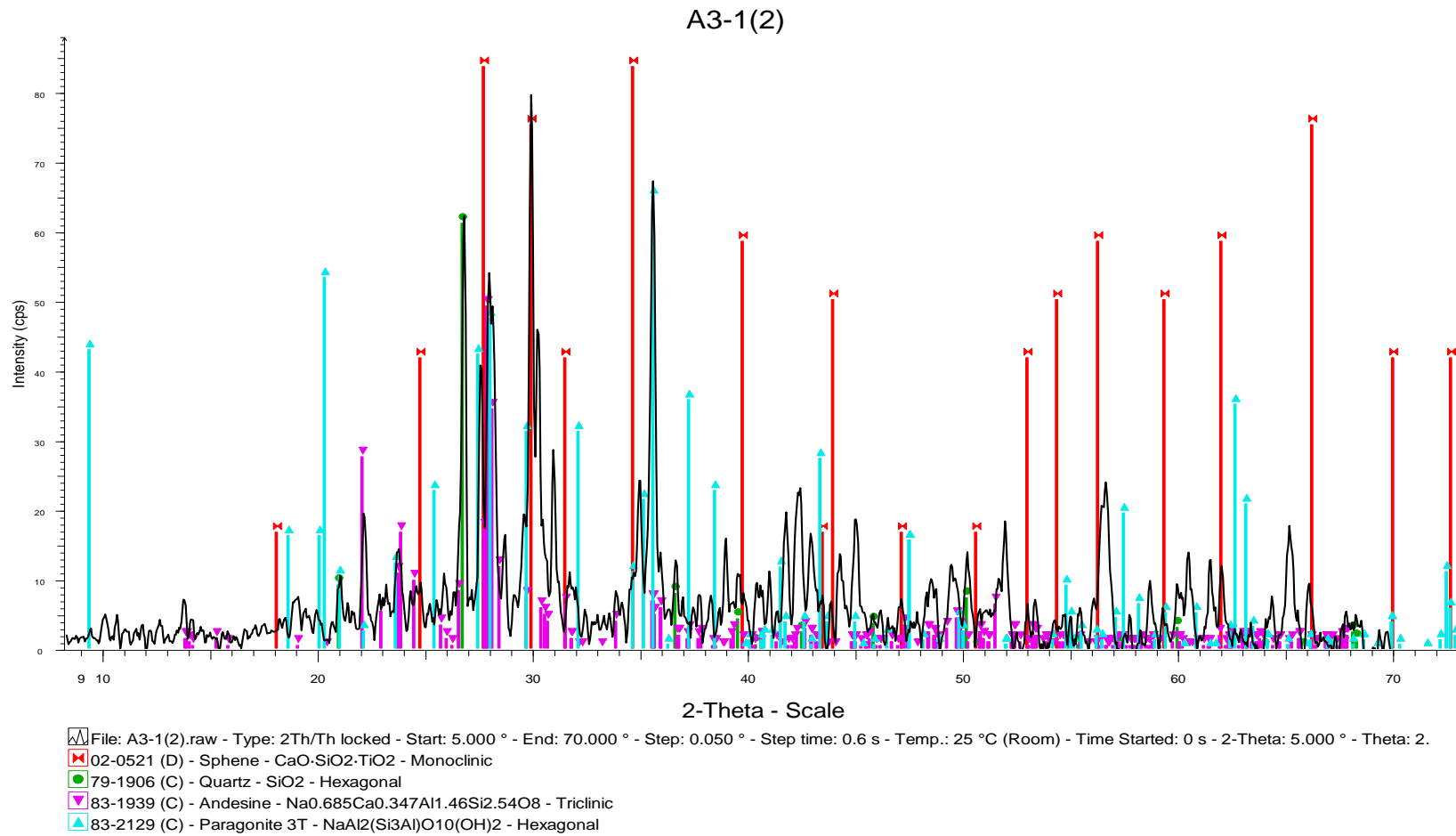
รูปที่ 8.5



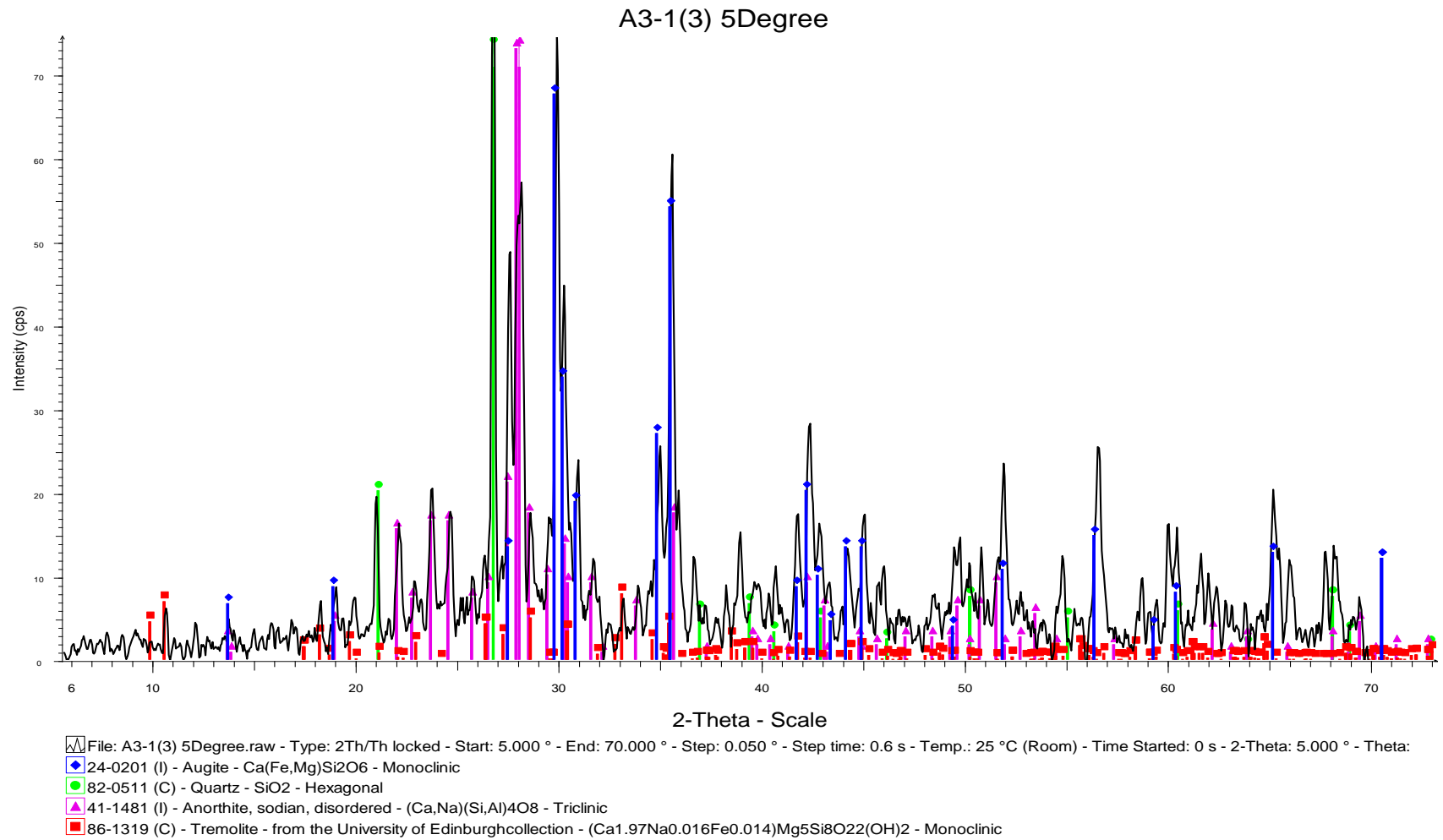
รูปที่ 8.6



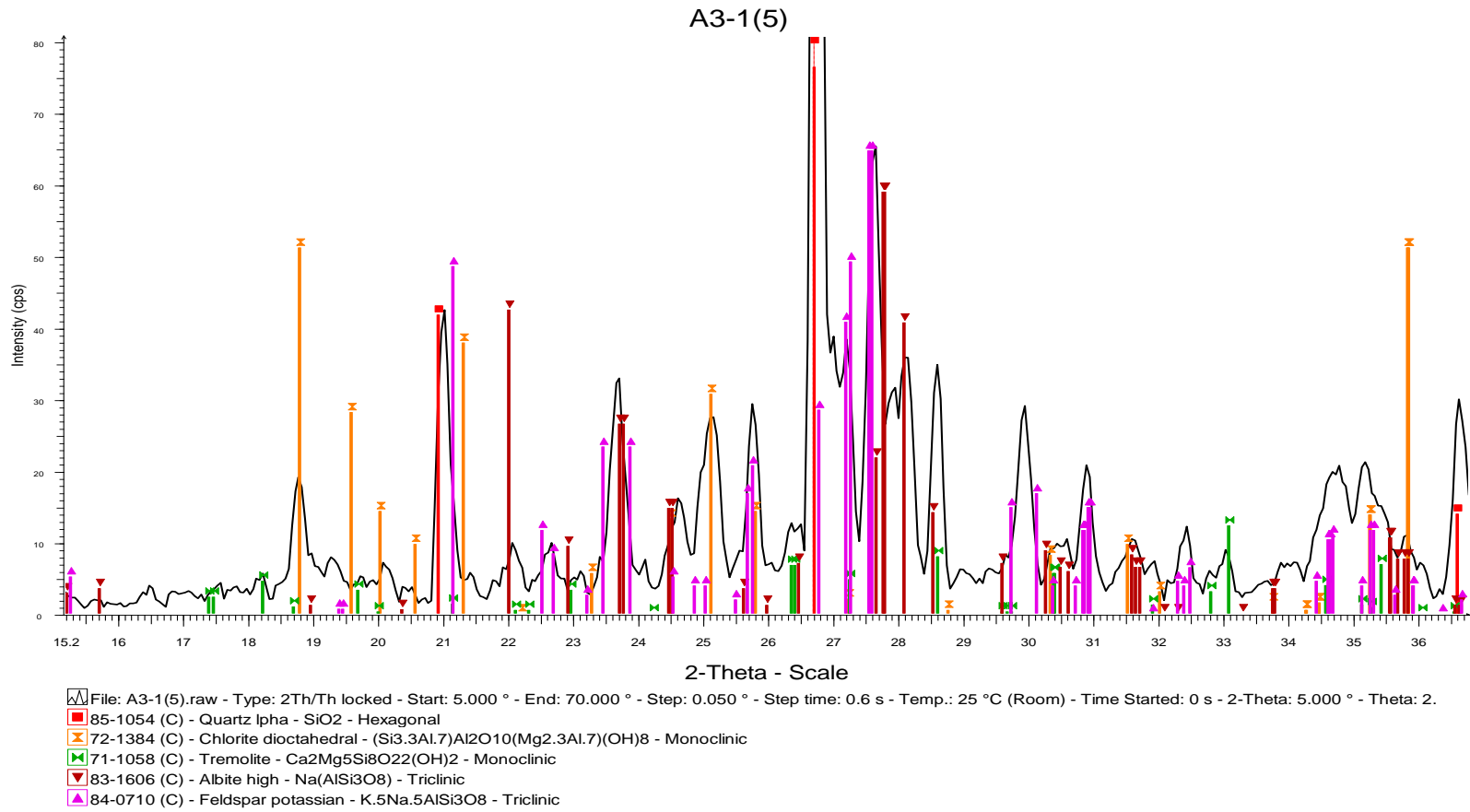
รูปที่ 8.1.1 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยวิธี XRD ของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง A3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)



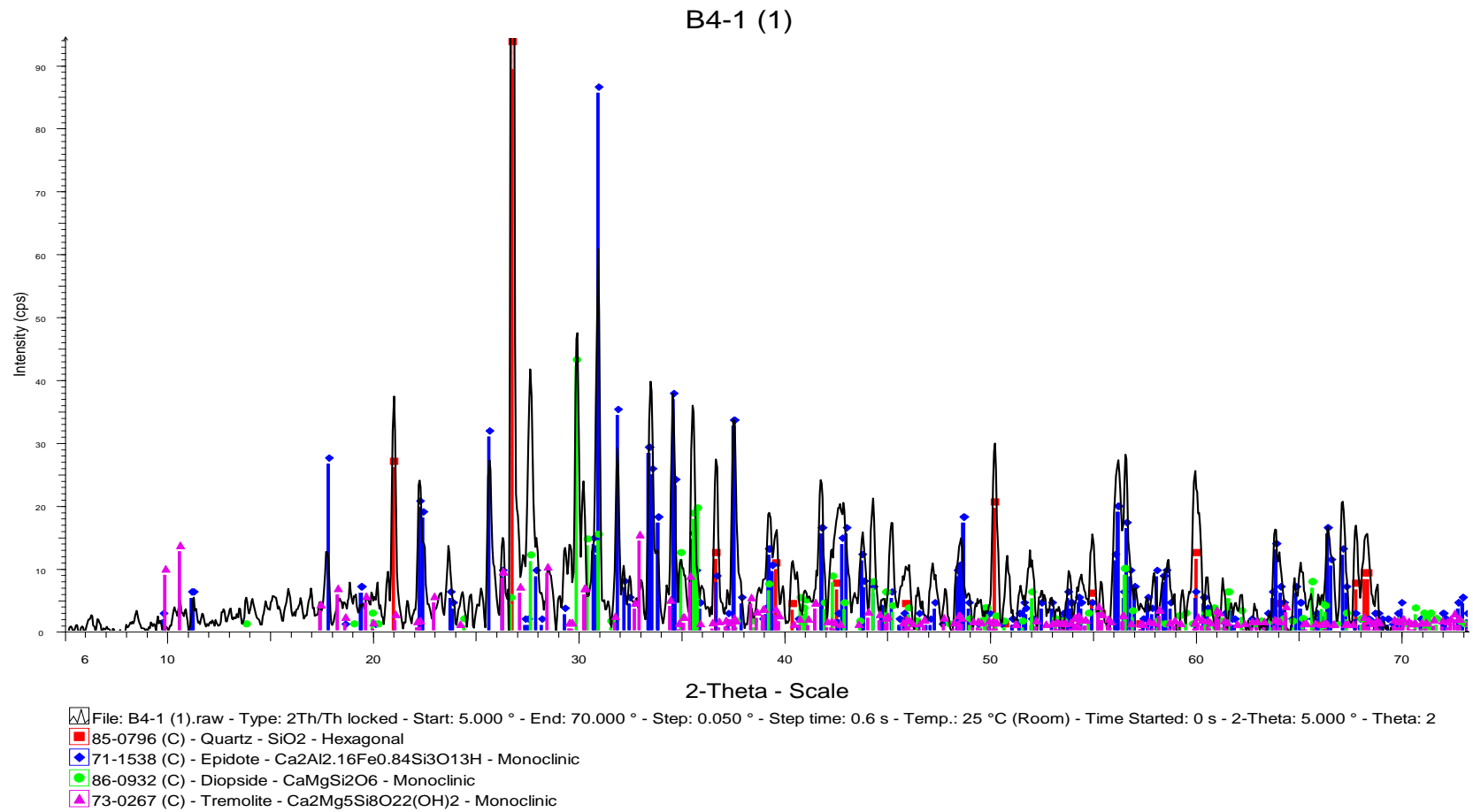
รูปที่ 8.1.2 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง A3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)



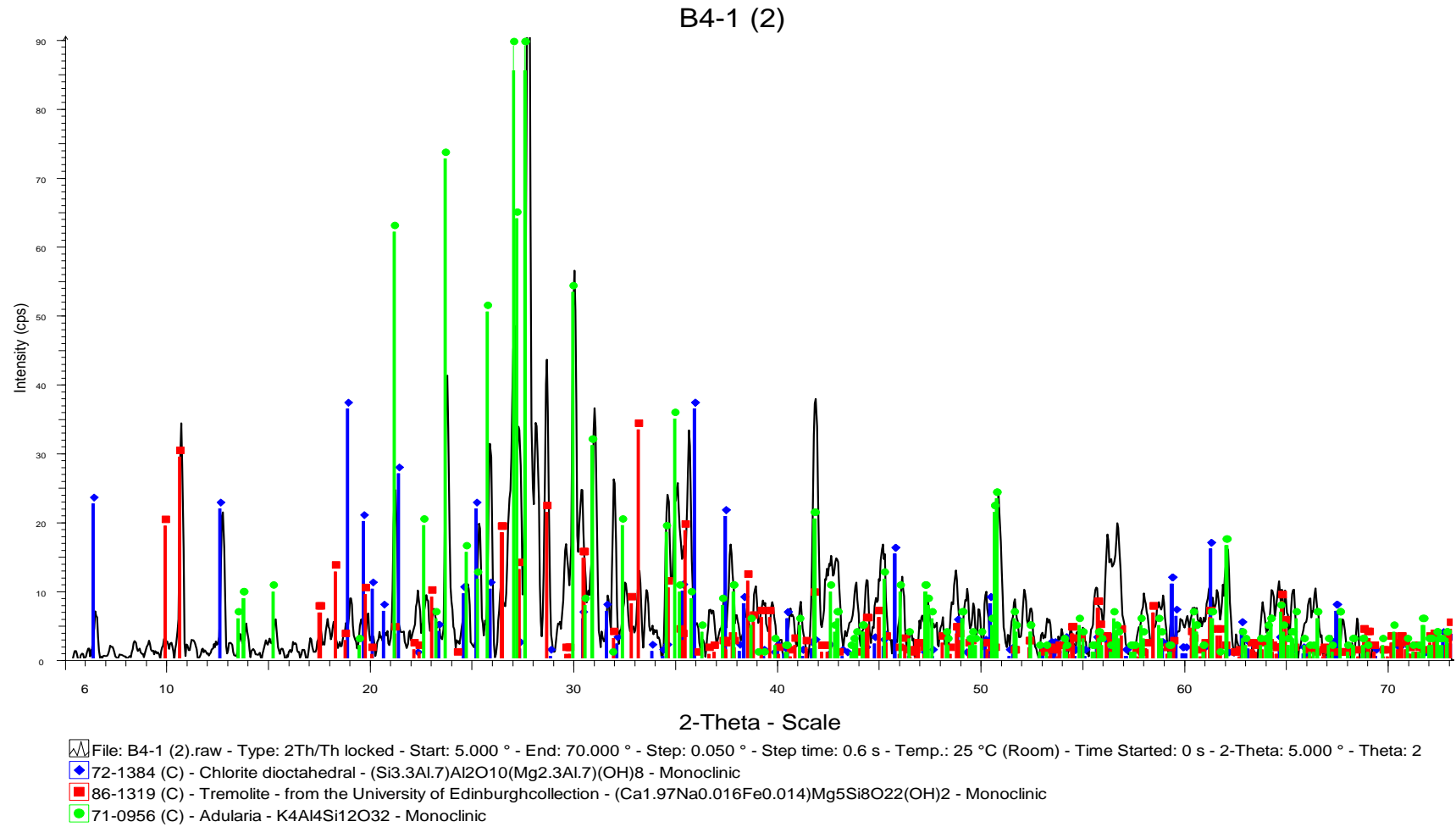
รูปที่ 8.1.3 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยวิธี XRD ของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง A3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)



รูปที่ 8.1.4 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยวิธี XRD ของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.1) จากตัวอย่าง A3-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง A3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)

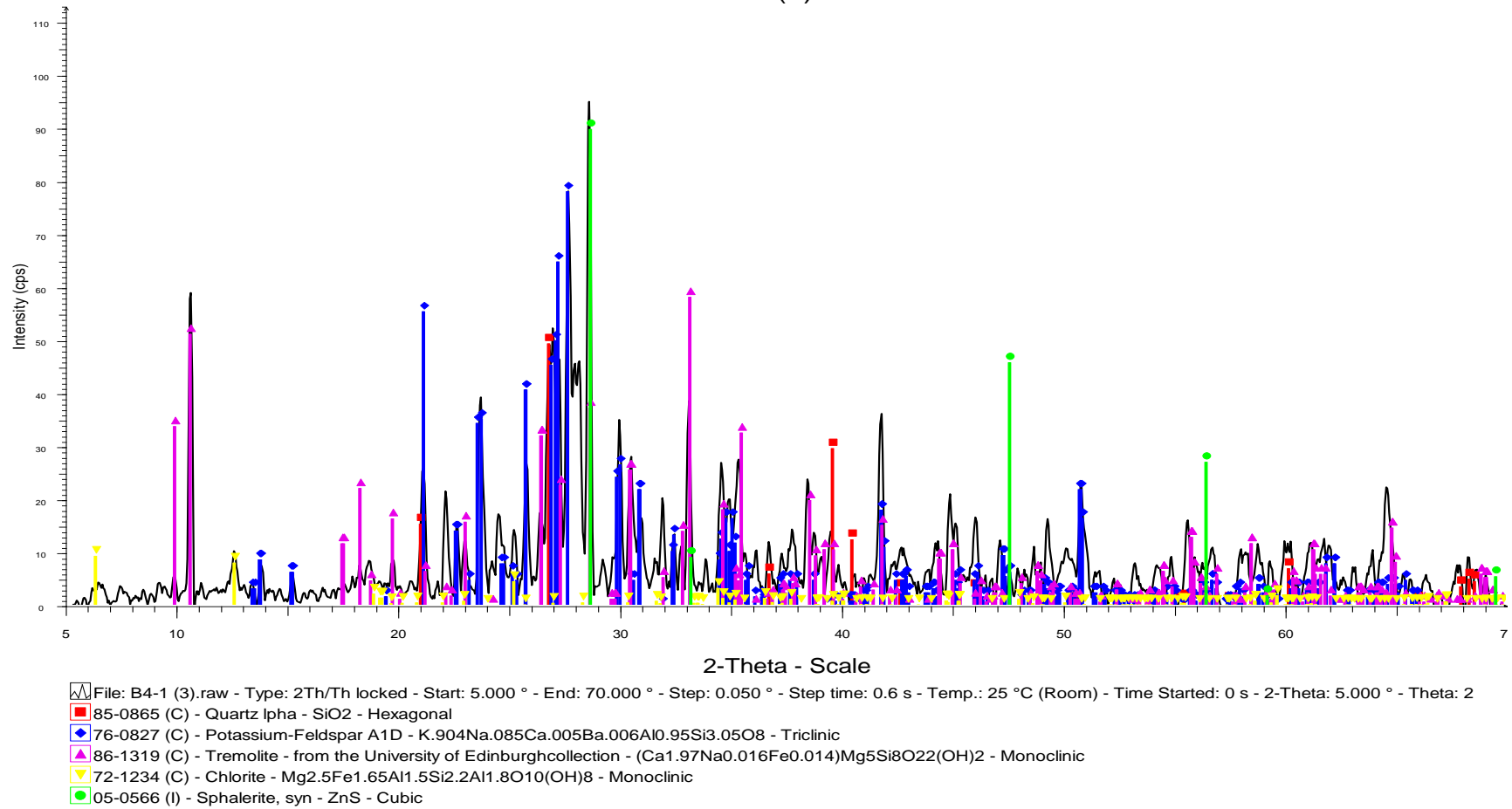


รูปที่ 8.2.1 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยวิธี XRD ของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง B4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)

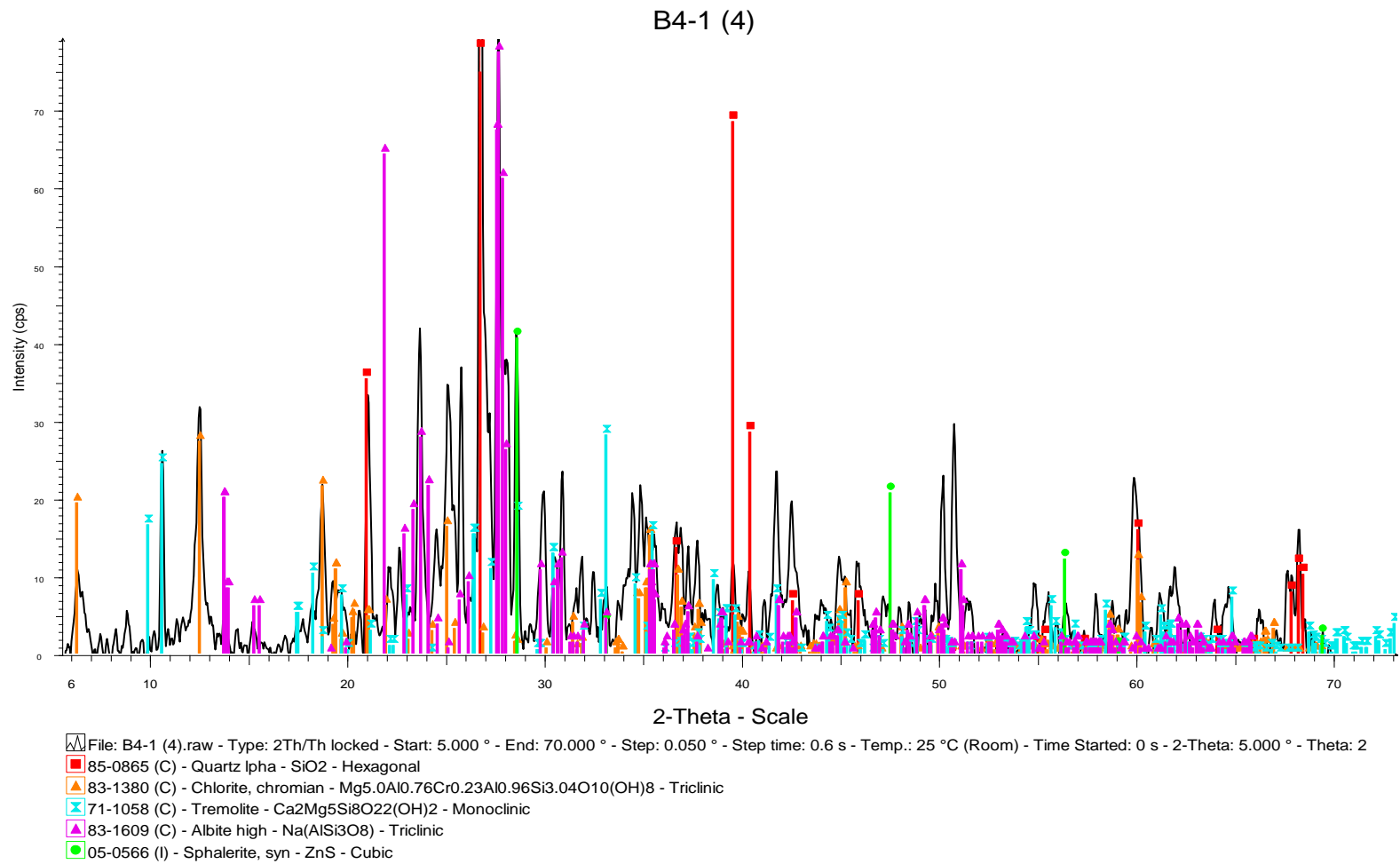


รูปที่ 8.2.2 แผนภูมิ แสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยวิธี XRD ของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง B4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)

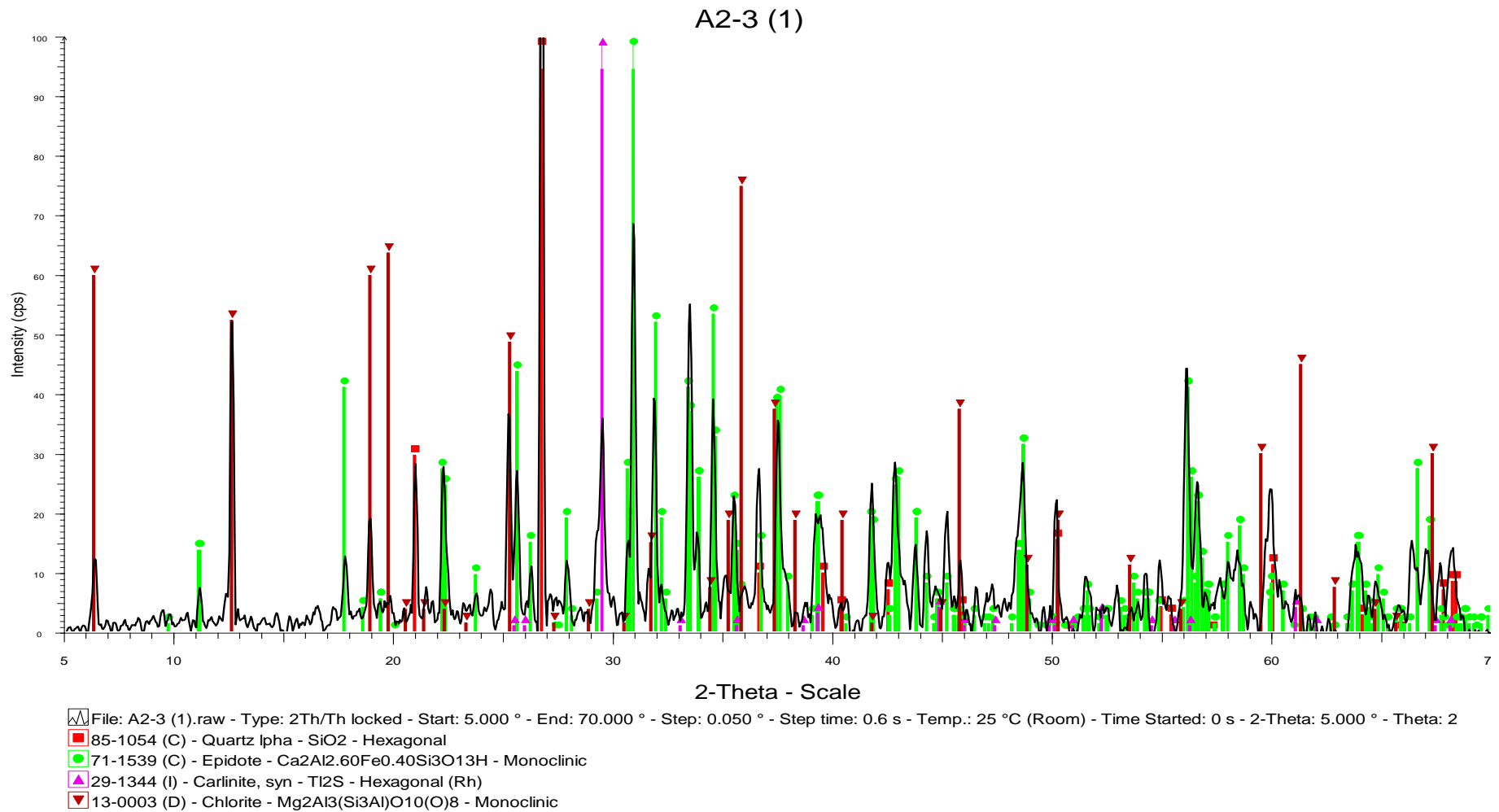
B4-1 (3)



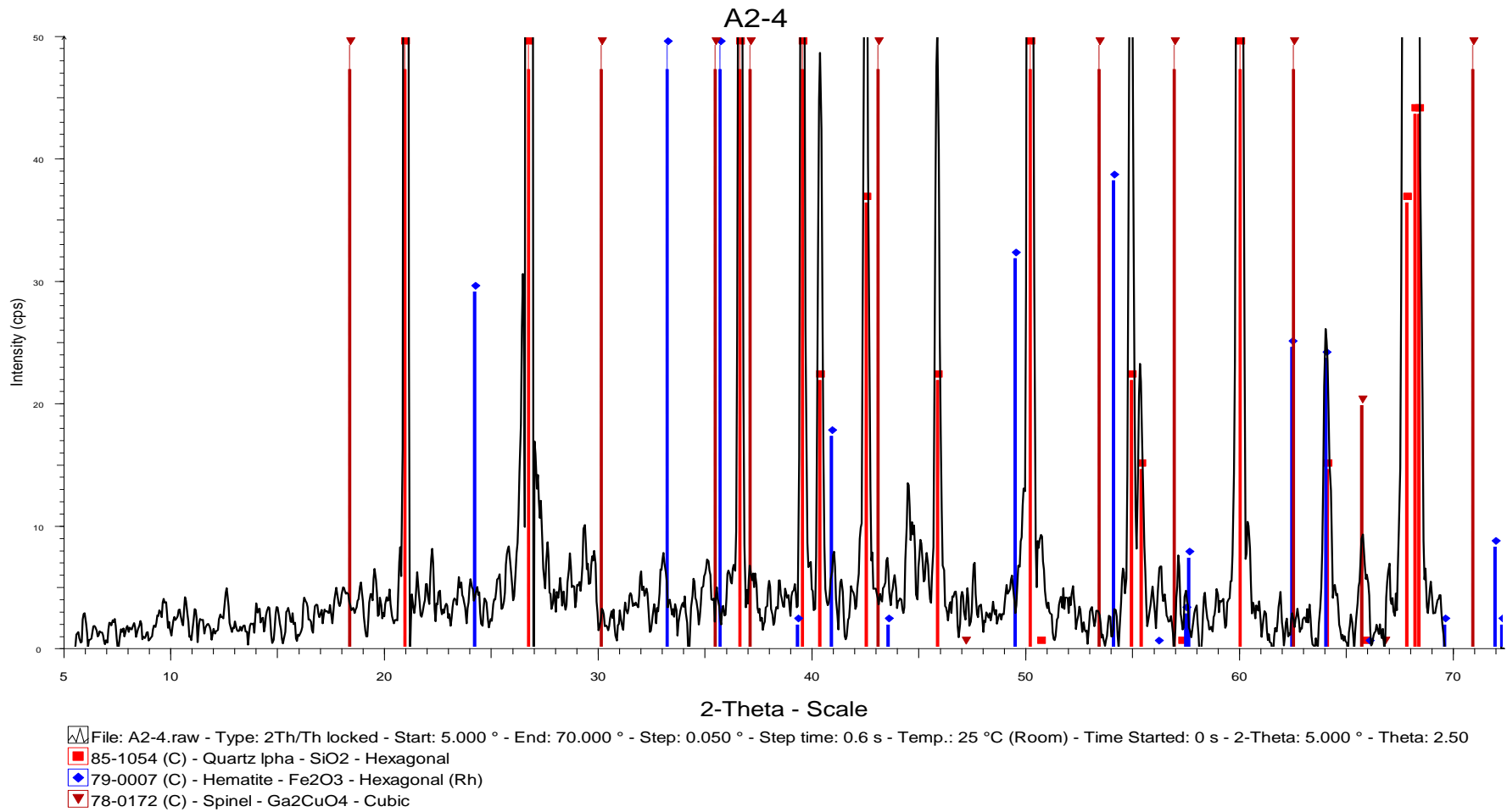
รูปที่ 8.2.3 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยวิธี XRD ของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง B4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)



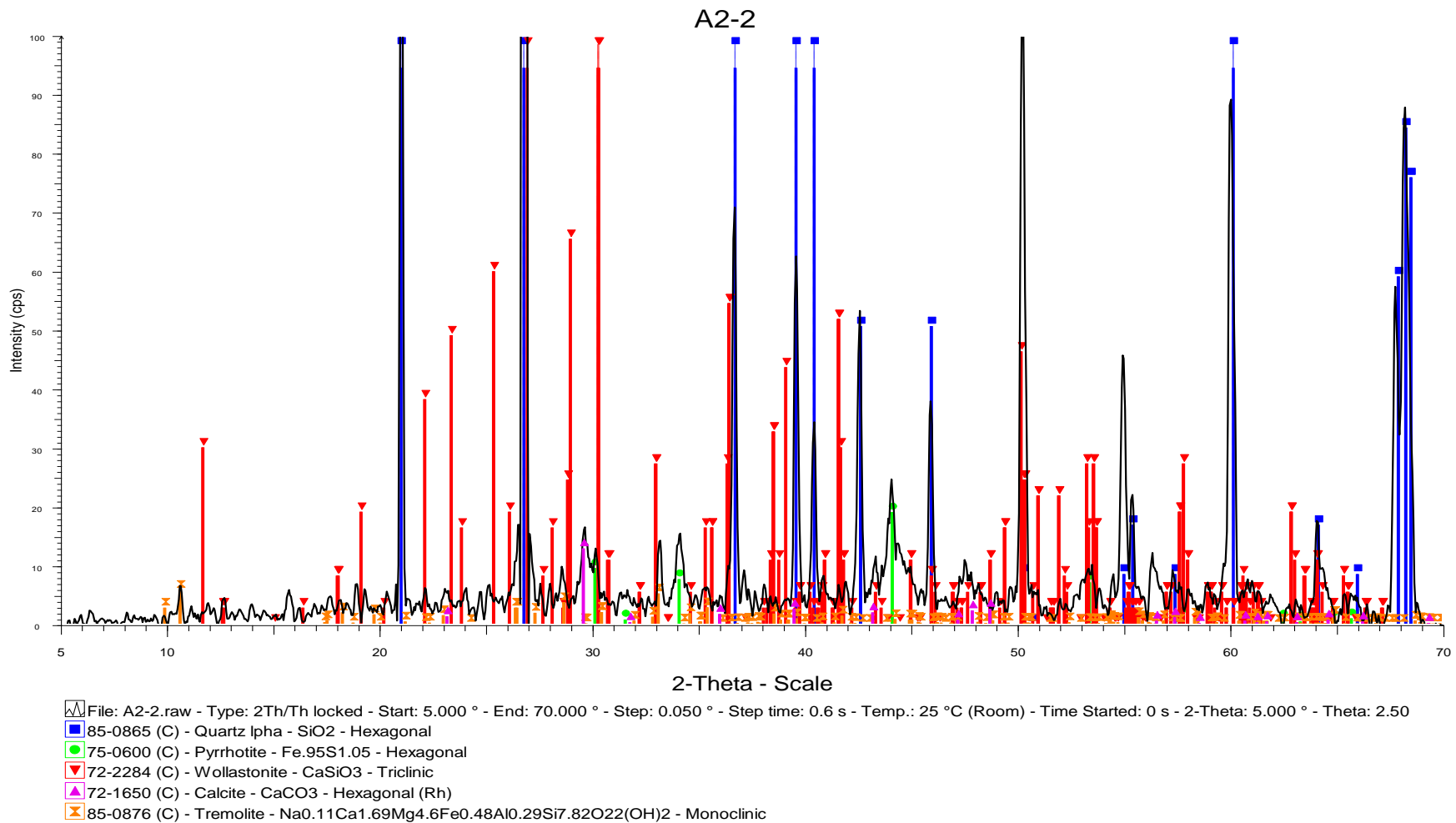
รูปที่ 8.2.4 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยวิธี XRD ของหิน andesitic lapilli tuff บริเวณใกล้สายแร่ (รูป 8.2) จากตัวอย่าง B4-1 จากจุดเก็บตัวอย่าง B4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)



รูปที่ 8.3.1 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์บริเวณในสายแร่ควอตซ์ (รูป 8.3) จากตัวอย่าง A2-3 จากจุดเก็บตัวอย่าง A3 (รูปที่ 3.1.1 หน้า

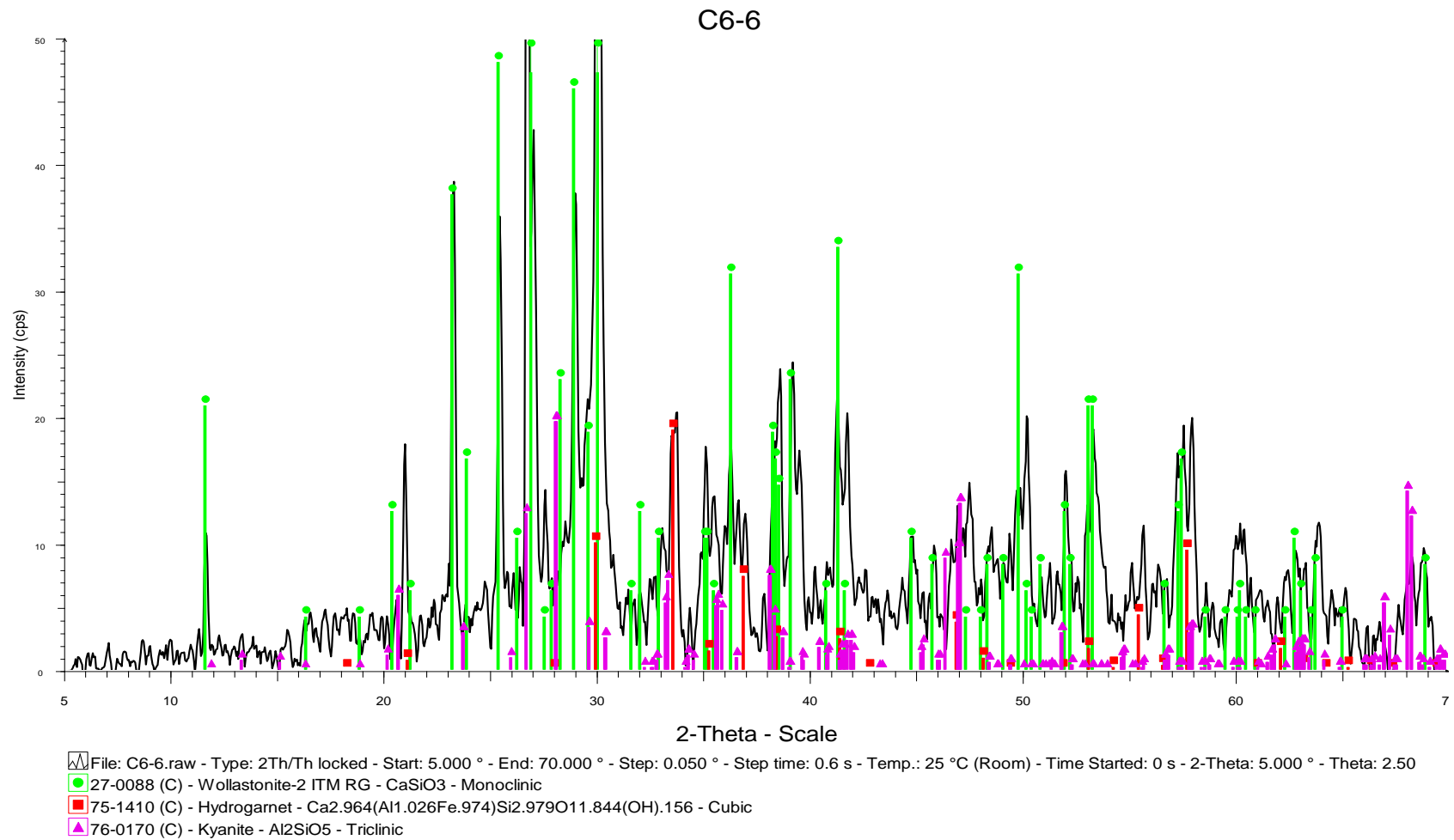


รูปที่ 8.4.1 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยสายแร่ควอตซ์ บริเวณในสายแร่ควอตซ์ (รูป 8.4) จากตัวอย่าง A2-4 จากจุดเก็บตัวอย่าง A4 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)



รูปที่ 8.5.1 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์บริเวณในสายแร่ควอตซ์ จากตัวอย่าง A2-2 จากจุดเก็บตัวอย่าง A2 (รูปที่ 3.1.1 หน้า

22)



รูปที่ 8.6.1 แผนภูมิแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ด้วยสายนํ้าควอตซ์-แคลไซต์-วอลลาสไทท์-กาเนต-บริเวณในสายนํ้าควอตซ์ (รูป 8.6) จากตัวอย่าง C6-6 จากจุดเก็บตัวอย่าง C6 (รูปที่ 3.1.1 หน้า 22)

