

ศิวาวรรณนาและธรณีเคมี ของหินแกรนิตบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี
อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

นางสาว พิษิตา บุรณ์เจริญ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF GRANITE FROM
BAN NONG MAI DAENG, TAMBON WANG MEE,
AMPHOE WANG NAM KEAW, CHANGWAT NAKHON RATCHASIMA

Miss.Pichita Booncharoen

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
DEPARTMENT OF GEOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
CHULALONGKORN UNIVERSITY
2011

...../...../.....

วันที่ส่ง

.....
อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพันธ์ สุทธิรัตน์)

ศิลาวรรณนาและธรณีเคมี ของหินแกรนิตบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี
อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

นางสาว พิชิตา บุรณ์เจริญ^{1*}

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์: 086-896-4720, *อีเมล: pichita.ann@hotmail.com

บทคัดย่อ

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณบ้านวังหมี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมาซึ่งในพื้นที่มีการกระจายตัวของหินอัคนี หินตะกอน และหินแปรที่มีอายุตั้งแต่ช่วงเพอร์เมียนถึงควอเทอร์นารี ในการศึกษาครั้งนี้สนใจศึกษาเฉพาะหินแกรนิตที่โผล่ขึ้นมาในบริเวณนี้ จากการศึกษาลักษณะศิลาวรรณนา หินแกรนิตที่พบจัดให้เป็นกลุ่มหินมอนโซแกรนิตโดยใช้แผนภูมิ QAPFภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบประกอบด้วยแร่ควอตซ์ 22 – 35% แร่เฟลจีโอเคลส 30 – 41% โฟแทสเซียม-เฟลด์สปาร์ 30 - 37% ไบโอไทต์ต่ำกว่า4%และแร่ทึบแสง 1– 4% ลักษณะเนื้อหินที่สำคัญได้แก่ Intergranular ,inequigranular, poikilitic และ perthitic textures มีขนาดผลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีแร่ แร่โฟแทสเซียม-เฟลด์สปาร์ ประกอบด้วย แคลเซียม 0 - 5% โซเดียม 0 - 9%และโพแทสเซียม 86 - 99% ส่วนเฟลจีโอเคลสประกอบด้วยแคลเซียม 0.5 - 32% โซเดียม 65 - 97%และ โพแทสเซียม 1 - 3% โดยสัดส่วนของ K-Na-Ca พบว่า โพแทสเซียม-เฟลด์สปาร์ จัดอยู่ในกลุ่ม ออร์โทเคลส ส่วนเฟลจีโอเคลสอยู่ในช่วงอัลไบต์ – แอนดีซีน (3 – 40%An) ไบโอไทต์ส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนเป็นแร่ทึบแสงที่ประกอบด้วยเหล็ก แต่มีไบโอไทต์บางส่วนที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งแสดงส่วนประกอบในช่วงแคบๆ ของ $K_{0.04-0.1}$, $Mg_{0.8-1}$ and $Fe^{2+}_{1.9}$ ส่วนข้อมูลธรณีเคมีของหินทั้งก้อนพบว่าประกอบด้วย 72 - 75 %SiO₂, 0 - 0.2 % TiO₂, 12.5 - 14% Al₂O₃, 0.20 - 1.2% Fe₂O₃, ≤ 0.05 % MnO, ≤1% MgO, ≤1% CaO, 3 - 4% Na₂O, 3 - 5 % K₂O, ≤0.05 % P₂O₅ เมื่อแสดงด้วย แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของฮาร์เกอร์ พบว่าเมื่อ SiO₂เพิ่มขึ้น องค์ประกอบของ Al₂O₃, CaO, MgO, P₂O₅, TiO₂, MnO, และ Fe₂O₃ มีแนวโน้มลดลง แต่ K₂O แนวโน้มเพิ่มขึ้น จากการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าหินแกรนิตนี้น่าจะกำเนิดจากหินหนืดแกรนิตชนิด I-typeและเกิดในบริเวณธรณีแปรสัณฐานแบบแนวภูเขาไฟโค้งในมหาสมุทรและทวีปและการชนกันของแผ่นทวีป ในช่วงที่กำลังชนกัน

Keyword: differentiation, I-type granite, มอนโซแกรนิต

**PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF GRANITE FROM
BAN NONG MAI DAENG, TAMBON WANG MEE,
AMPHOE WANG NAM KEAW,
CHANGWAT NAKHON RATCHASIMA**

Pichita Booncharoen^{1*}

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.
Tel: 086-896-4720, *E-mail: pichita.ann@hotmail.com

Abstract

The study area is located in Ban Wang Mee, Amphoe Wang Nam Keaw, Changwat Nakhon Ratchasima in which is geologically occupied by sedimentary rocks, igneous rocks and metamorphic rocks ranging in age from Permian to Quaternary. Granitic rocks exposed in this area are the main focus of this study. Based on petrographic investigation, they are classified based on QAPF diagram as monzogranite. Under polarizing microscope, these rocks consist of 22 – 35% quartz, 30 – 41% plagioclase, 30 - 37% K-feldspar, <4% biotite and 1– 4% opaque. Intergranular, poikilitic, inequigranular and perthitic textures are usually observed with an average grain size of about 0.3-0.5 cm. Based on mineral chemistry, K-feldspars contain 0 - 5% Ca, 0 - 9% Na and 86 - 99% K whereas plagioclases contain 0.5 - 32% Ca, 65 - 97% Na and 1 - 3% K. Atomic K-Na-Ca plots indicate K-feldspars as orthoclase composition whereas plagioclases are widely ranging from albite – andesine (3 – 40% An). Most biotites have been altered to opaque grain with iron rich composition; however, some fresh biotites show a narrow composition of $K_{0.04-0.1}$, $Mg_{0.8-1}$ and $Fe^{2+}_{1.9}$. Whole-rock geochemistry of these rocks ranges in narrow ranges of 72 - 75 % SiO_2 , 0 - 0.2 % TiO_2 , 12.5 - 14% Al_2O_3 , 0.20 - 1.2% Fe_2O_3 , ≤ 0.05 % MnO , ≤ 1 % MgO , ≤ 1 % CaO , 3 - 4% Na_2O , 3 - 5 % K_2O , ≤ 0.05 % P_2O_5 . Harker variation diagrams demonstrate SiO_2 increasing against decreasing of Al_2O_3 , CaO , MgO , P_2O_5 , TiO_2 , MnO , and Fe_2O_3 contents with increasing of K_2O . These evidences indicate I-type granitic magma which may have occurred in island arc, continental arc and continental collision during syn-collision.

Keyword: differentiation, I-type granite, monzogranite

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพันธ์ สุทธิรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิโรจน์ ดาวฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม ซึ่งสละเวลาให้คำแนะนำและสนับสนุนตลอดการทำโครงการ รวมทั้งความช่วยเหลือต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง รวมทั้งอาจารย์มาละดี ทัยคุปต์ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์กรณี

ขอบคุณภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณจิระประภา เนียมปานและคุณโคภิต พุ่มพวงที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์กรณี และมี และขอขอบคุณคุณประจัน ทองประทุมที่ช่วยแนะนำการทำแผ่นหินบาง

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	๗
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ข้อมูลทั่วไป	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 พื้นที่ศึกษา	2
1.4 การเข้าถึงพื้นที่	5
1.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
1.6 ขอบเขตงานวิจัย	7
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	
2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	8
2.2 เครื่องมือช่วยในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	10
2.3 การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ตัวอย่าง	13

บทที่ 3 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล	
3.1 ศิลาวรรณนา	20
3.2 องค์ประกอบทางเคมีแร่	24
3.3 ธรณีเคมีของหินทั้งก้อน	30
บทที่ 4 อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	
4.1 กำหนดหินอัคนี	36
4.2 สรุปผลการวิจัย	40
รายการอ้างอิง	41

สารบัญญภาพ	หน้า
รูปที่ 1.1 แผนที่ภูมิประเทศแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 อำเภอวังน้ำเขียว ลำดับชุด L7018 ระวัง 5337 I จัดเตรียมโดยกรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด ปีพ.ศ.2540)	3
รูปที่ 1.2 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงธรณีวิทยาบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 บ้านชัยบอน ระวังแผนที่ 5337 I เผยแพร่โดยกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ)	4
รูปที่ 1.3 ภาพแสดงการกระจายตัวของหินแกรนิตแนวตะวันออก แนวตอนกลาง และแนวตะวันตก (คัดลอกจาก Charusiri et al., 1993)	6
รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	8
รูปที่ 2.2 แสดงกล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรต์ส่องผ่าน (รูปด้านซ้าย) และเครื่อง Point counting (รูปด้านขวาล่าง) รวมทั้งลักษณะตัวอย่างแผ่นหินบางที่ใช้ในการศึกษา (รูปด้านขวาบน)	10
รูปที่ 2.3 แสดงเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	11
รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างในการวิเคราะห์ธรณีเคมีโดยเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) เตรียมตัวอย่างโดยบดเป็นผงแล้วนำมาอัด	11
รูปที่ 2.5 แสดงเครื่อง Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	12

รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีทางแร่โดย Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) ด้านซ้าย เป็นตัวอย่างที่เป็นแผ่นหินบางขัดมัน ส่วนรูปด้านขวาเป็นการขึ้นตัวอย่างหินขัดมัน	12
รูปที่ 2.7 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มาตราส่วน 1: 50,000 ชุด L7018 ราวาง 5337 I (ราวางซับบอน) เผยแพร่โดยกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ แสดงจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด	14
รูปที่ 2.8 แสดงภาพเหมือนหินแกรนิต ใช้ในการถมถนนวน โผล่เป็นเนินเขาอยู่ติดถนนบ้านหนองไม้แดง	15
รูปที่ 2.9 แสดงภาพหินโผล่บริเวณจุดศึกษาที่ 1 ที่มีแนวการแทรกตัวของหินสีเขียวขี้ม้าในหินแกรนิต	16
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแกรนิต (Granite) บริเวณจุดศึกษาที่ 1	16
รูปที่ 2.11 แสดงภาพเหมือนหินแกรนิตในมุมมองกว้าง	17
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างหินแกรนิต (Granite) บริเวณจุดศึกษาที่ 2	17
รูปที่ 2.13 แสดงภาพแนวหินแกรนิตที่ถูกนำมาเรียง (บริเวณส่วนล่าง) และหินแกรนิตที่กระจายอยู่บนเนินเขาเป็นจุด	18
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างหินแกรนิต (Granite) บริเวณจุดศึกษาที่ 3	18
รูปที่ 2.15 แสดง Natural outcrop ของหินแกรนิตที่พบเป็นบางจุดของพื้นที่ศึกษา บนเนินเขา บริเวณจุดศึกษาที่ 4	19
รูปที่ 2.16 แสดง loose block ของหินแกรนิตที่พบเป็นส่วนใหญ่ในบริเวณจุดศึกษาที่ 4	19

รูปที่ 2.17 แสดง Natural outcrop บนเนินเขาในจุดศึกษาที่ 5 เป็นหินแกรนิตสีส้มอมชมพู	19
รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน (ก) แสดงลักษณะเนื้อหินแบบ Perthitic texture เกิดจากการละลายของแอลไบต์ออกจาก แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ (K-feld) (XPL) และมีแร่เซอร์ไซท์เป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดจากการผุของแร่เพลจีโอเคลส (PI) (XPL) ซึ่งแร่เพลจีโอเคลส แสดงผลึกแฝด (Twin) แบบ Albite twin (XPL) (ข) แสดงลักษณะ Grid Twin ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแร่ Microcline ซึ่งเป็นกลุ่มแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ (K-feld) (XPL) ล้อมรอบด้วยแร่ควอตซ์ (Q) ซึ่งผลึกเชื่อมต่อกันแบบสนิท (Intergranular texture)	20
รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน (ก) แสดงลักษณะเนื้อหินแบบ Inequigranular texture ขนาดของผลึกแร่ไม่เท่ากัน แร่ควอตซ์ (Q) มีขนาดเล็กกว่าแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์มาก ซึ่งแสดงลักษณะผลึกแฝด (Twin) แบบ Carlsbad twin (ข) แสดงแร่เซอร์ไซท์เป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดจากการผุของแร่เพลจีโอเคลส (XPL) ซึ่งแร่แสดงผลึกแฝด (Twin) แบบ albite twin (XPL)	21
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่านแสดงลักษณะของแร่ไบโอไทต์ (ก: PPL และ ข: XPL)	21
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่านแสดงลักษณะของแร่ควอตซ์ (Q) ที่มีแร่ไพรอนซีน (Py) ฝังประอยู่ (ก: PPL และ ข: XPL)	22

- รูปที่ 3.5 แสดงการพล็อตแผนภาพสามเหลี่ยมระหว่างแร่ควอตซ์ (Q) อัลคาไลเฟลด์สปาร์ (A) และ เพลจีโอเคลส (P) (Streckeisen, 1976) ใช้ในการจำแนกตัวอย่างหินจากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง โพลาลาइटส์ส่องผ่าน พบว่าตัวอย่างทั้งหมดตกอยู่ในมอนโซแกรนิต 23
- รูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพสัดส่วนระหว่าง K-Na-Ca ของแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ และเพลจีโอเคลส ซึ่งหินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วง Orthoclase และ Albite - Andesine (3-40%An) ตามลำดับ ยกเว้น Perthitic Feldspar ที่แสดงองค์ประกอบที่แตกต่างออกไป 28
- รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพการตกผลึกของแร่แอลไบต์ (Ab) หรือ $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ กับออร์โทเคลส (Or) หรือ KAlSi_3O_8 ที่อุณหภูมิต่างๆ (Brown and Parsons.,1989). 29
- รูปที่ 3.8 แสดง Harker variation diagram ระหว่าง SiO_2 กับ Major Oxides และ Minor Oxides ประกอบด้วยค่า TiO_2 Al_2O_3 Fe_2O_3 CaO MgO MnO K_2O Na_2O และ P_2O_5 ที่กระจายตัวค่าแตกต่างกัน 33
- รูปที่ 3.9 แสดงกราฟระหว่าง Na_2O กับ K_2O (Chappell and White, 2001) ของหินตัวอย่าง จากรูปหินทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่ม I-type granite 34
- รูปที่ 3.10 กราฟ Shand's index diagram (Shand, 1951) แสดงสัดส่วนระหว่าง $\text{Al}/(\text{Na}+\text{K})$ กับ $\text{Al}/(\text{Ca}+\text{Na}+\text{K})$ ซึ่งกลุ่มหินตัวอย่างจัดอยู่ในกลุ่ม Peraluminous 35
- รูปที่ 3.11 กราฟแสดงสัดส่วนระหว่าง SiO_2 กับ $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ ซึ่งกลุ่มหินตัวอย่างจัดอยู่ในกลุ่มซูดอัลคาไลแคลซิก (Alkali calcic) (Frost et al., 2001) 35

- รูปที่ 4.1 แสดงค่าระหว่าง K_2O กับ SiO_2 (Maniar and Piccoli, 1989) ใน
การจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งหินในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม
IAG+CAG+CCG+RRG+CEUG+POG 36
- รูปที่ 4.2 แสดงค่าระหว่าง FeO กับ SiO_2 (Maniar and Piccoli, 1989) ใน
การจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งหินในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม
IAG+CAG+CCG 37
- รูปที่ 4.3 แสดงค่าระหว่าง $MgO+FeO$ กับ CaO (Maniar and Piccoli,
1989) ในการจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งหินในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่
ในกลุ่ม IAG+CAG+CCG 37
- รูปที่ 4.4 แสดงแผนภูมิการจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐานของ Batchelor
and Bowden (1985) โดยคำนวณจากค่า $R1$ กับ $R2$ ใน ซึ่งหินในพื้นที่
ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม Syn-collision 38

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงพิกัดและ UTM Grid ในแต่ละจุดศึกษา	15
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าตัวแทนและการวิเคราะห์แร่เฟลจีโอเคลสด้วยเครื่อง Electron-Probes Micro-Analyzer	25
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าตัวแทนและการวิเคราะห์แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ด้วย เครื่องElectron-Probes Micro-Analyzer	26
ตารางที่ 3.3 แสดงค่าตัวแทนและการวิเคราะห์แร่ไบโอไทต์และไพรอกซีน ด้วยเครื่องElectron-Probe Micro-Analyzer โดยแร่Enstatite พบฝังประใน แร่ควอตซ์ในหินแกรนิต	27
ตารางที่ 3.4 แสดงองค์ประกอบหลักและรอง วิเคราะห์โดยเครื่องมือ X-ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) และผลจากการคำนวณ CIPW Norm	31

บทที่ 1: บทนำ

ข้อมูลทั่วไป

วัตถุประสงค์

พื้นที่ศึกษา

การเข้าถึงพื้นที่

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขอบเขตงานวิจัย

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ข้อมูลทั่วไป

ลักษณะทางธรณีวิทยาในประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากกระบวนการทางธรณีฐานที่ประกอบด้วย 2 จุลทวีปหลัก คือ ฉานไทยและอินโดจีน ซึ่งจุลทวีปฉานไทยครอบคลุมพื้นที่ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย ตะวันตกของแหลมมาเลเซียและสุมาตราเหนือ ส่วนจุลทวีปอินโดจีนครอบคลุมพื้นที่ฝั่งตะวันออกของประเทศไทย ลาว กัมพูชา และบางส่วนของเวียดนาม ซึ่งทั้ง 2 จุลทวีป ได้มีการรวมกันหลังสุดในยุค Late Triassic (Bunopas,1981) Charusiri et al.(1997) ได้เสนอว่า ในระหว่าง Paleotectonic events ได้มีแผ่นมหาสมุทร(Oceanic Block)ขนาดเล็ก 2 แผ่นพัฒนาอยู่ระหว่างฉานไทยและอินโดจีน คือ แผ่นนครไท ซึ่งมีลักษณะเฉพาะเป็น พื้นมหาสมุทรตั้งอยู่ทางตะวันตกของจุลทวีปอินโดจีน และ แผ่นลำปาง-เชียงรายที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของจุลทวีปฉานไทย โดยที่ oceanic blocks ทั้ง 2 เป็นฐานของ Paleothethys ระหว่างจุลทวีปฉานไทยกับจุลทวีปอินโดจีน ซึ่งปิดลงในช่วง Permo-Triassic โดยได้สร้างแนวรอยต่อระหว่างแผ่น คือ รอยตะเข็บน่าน ซึ่งการเคลื่อนที่ชนกันของ tectonic blocks ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และสิ้นสุดลงในยุค Triassic ต่อมาในยุค Cretaceous แผ่น Western Burma ชนกับแผ่นฉานไทยเกิดการหลอมละลายบางส่วนของแผ่น Western Burma ซึ่งมุดตัวลงใต้แผ่นฉานไทย

รอยตะเข็บน่านปรากฏในจังหวัดน่าน ต่อเนื่องมาทางด้านตะวันตกเฉียงใต้มาที่ จังหวัดอุตรดิตถ์ ตามแนวแม่น้ำน่านในภาคเหนือของประเทศ โดยที่รอยตะเข็บอาจจะยื่นต่อไปทางตะวันตกเฉียงใต้ และ รวมเข้ากับรอยตะเข็บสระแก้ว ตามแนวจังหวัดสระแก้ว-จันทบุรีในภาคตะวันออก ก่อนที่จะมีการขยายออกแล้วหายไปในช่วงไทย ส่วนบริเวณตอนกลางของประเทศไทยไม่ปรากฏหลักฐานร่องรอยตะเข็บน่าน-อุตรดิตถ์และแนวรอยตะเข็บสระแก้ว-จันทบุรี

กระบวนการแปรสัณฐานในภูมิภาคนี้ทำให้เกิดแนวหินแกรนิต 3 แนวในประเทศไทย (Bunopas and Vella,1992) ได้แก่หินแกรนิตแนวตะวันออก(Eastern granite belt) หินแกรนิตแนวตอนกลาง (Central granite belt) และหินแกรนิตแนวตะวันตก(Western granite belt) ซึ่งสามารถจำแนกการกำเนิดของหินแกรนิตได้ 2 ประเภทคือหินแกรนิตอัคนี (I-type granite) และหินแกรนิตตะกอน(S-type granite) (Chappell and White, 2001) จากองค์ประกอบทางเคมีและแร่ในหิน หินแกรนิตอัคนีเกิดจากการก่อตัวภายใต้เปลือกโลกที่มาจากกระดับที่ลึกมากกว่า หินแกรนิตตะกอน หินต้นกำเนิดค่อนข้างเป็นเนื้อเดียวกันซึ่ง องค์ประกอบของหินแกรนิตอัคนีมี

ตั้งแต่หินเฟลสิคจนถึงเมฟิก แร่ที่พบได้ในหินแกรนิตอัคนีเช่น แร่ฮอร์นเบลนด์ และอาจจะพบแร่สฟีน หรือ อะพาไทต์ ได้ ส่วนหินแกรนิตตะกอนมาจากการหลอมละลายบางส่วนของหินตะกอนที่สะสมบนเปลือกโลก องค์ประกอบทางเคมีจากแร่ของหินแกรนิตประเภทนี้มีอะลูมินาสูง ในหินอัคนีตะกอนกลุ่มหินเฟลสิคจะพบแร่มีสโคไวต์ แต่ถ้าเป็นกลุ่มหินเมฟิกจะพบแร่ไบโอไทต์แทน ในบางครั้งอาจพบแร่โมนาไซต์ การ์เน็ต คอร์เดียไรต์ หรือ อิลเมไนต์ ได้ นอกจากนี้หินแกรนิตประเภทนี้สัมพันธ์กับแร่เศรษฐกิจเช่น แร่ดีบุก แร่ทังสแตน ทองแดง เหล็ก ทองคำ ฟลูออไรด์ เป็นต้น

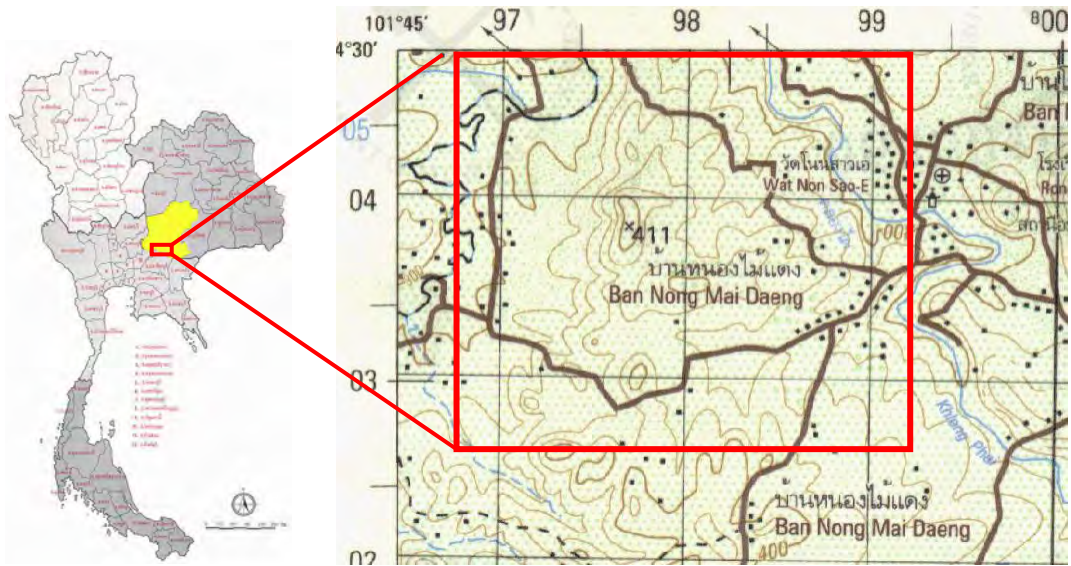
ในพื้นที่บริเวณตำบลวังหมี่ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบหินแกรนิตน่าจะมี ความสัมพันธ์กับแนวรอยตะเข็บสระแก้วและเป็นส่วนหนึ่งของหินแกรนิตแนวตะวันออก ดังนั้น การศึกษาลักษณะสิลาวรรณนา ธรรณีเคมีและเคมีแร่ของหินแกรนิตเหล่านี้เป็นฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประวัติการพัฒนาแนวรอยตะเข็บน่าน-สระแก้ว หรือลักษณะการแปรสัณฐานประเภทอื่นที่เคยเกิดขึ้นในพื้นที่

1.2 วัตถุประสงค์

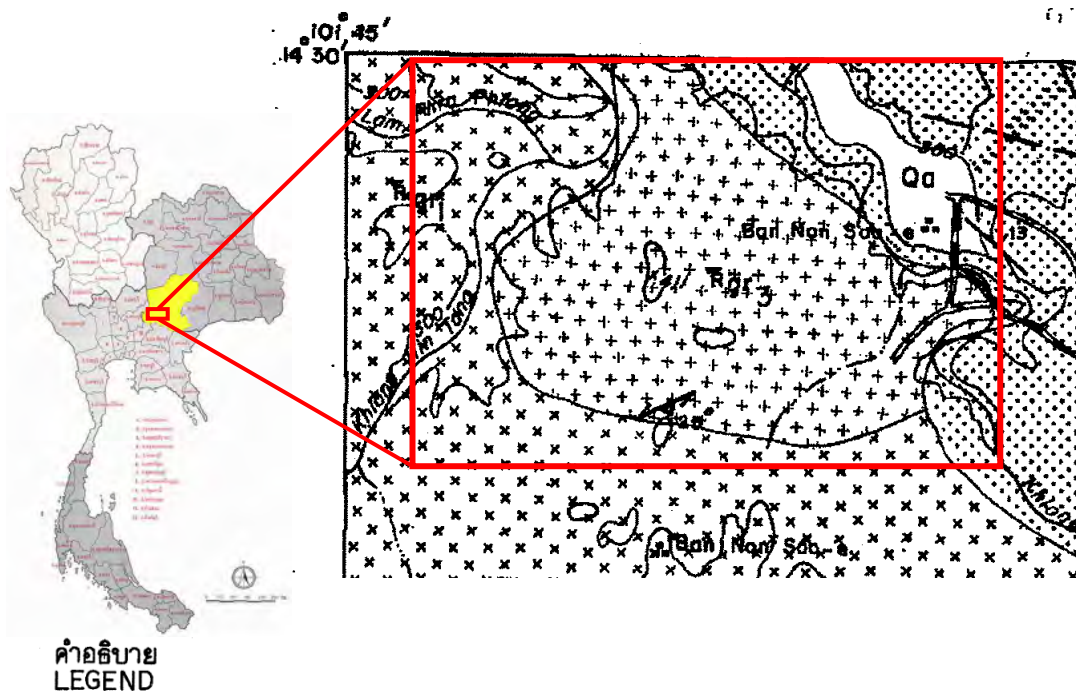
เพื่อศึกษาลักษณะสิลาวรรณนา ธรรณีเคมีและเคมีแร่ในหินแกรนิต พื้นที่บ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี่ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

1.3 พื้นที่ศึกษา

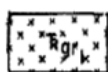
พื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี่ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมาซึ่งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยแสดงบนแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 อำเภอวังน้ำเขียว ลำดับชุด L7018 ระวัง 5337 I จัดทำโดย กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย ครอบคลุมพื้นที่ 8 ตารางกิโลเมตร ดังรูปที่ 1.1 และลักษณะธรณีวิทยาแสดงไว้ในรูปที่ 1.2



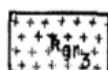
รูปที่ 1.1 แผนที่ภูมิประเทศแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี่ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 อำเภอวังน้ำเขียว ลำดับชุด L7018 ระวัง 5337 | จัดเตรียมโดยกรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด ปีพ.ศ.2540)



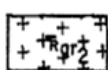
หินอัคนี(Igneous Rock)



หินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์แกรนิต สีเทา เนื้อละเอียด-เนื้อหยาบปานกลาง ขนาดผลึกแร่สม่ำเสมอ



หินไบโอไทต์ แกรนิต ไบโอไทต์อะดามัลไลต์และไบโอไทต์มัสโคไวต์ หินควอตซ์แกรนิตสีเทาบางส่วน เนื้อหยาบปานกลางถึงหยาบมาก ขนาดผลึกแร่สม่ำเสมอและเนื้อดอกหยาบ



หินฮอร์นเบลนด์แกรนิต ฮอร์นเบลนด์ไบโอไทต์อะดามัลไลต์ ฮอร์นเบลนด์ไดโอไรต์ ฮอร์นเบลนด์แกบโบร ฮอร์นเบลนด์ไดต์ สีเทา-สีดำ เนื้อหยาบปานกลาง-เนื้อหยาบ ขนาดผลึกแร่สม่ำเสมอ

หินชั้น(Sedimentary rock)



หินทรายแป้งสีน้ำตาลแกมแดง แดงแกมม่วง ส่วนมากมีปูนปนและมีแร่ไมกาขาว หินทรายสีเทาเขียวถึงน้ำตาลแกมเหลือง บางแห่งมีหินกรวดมนเป็นชั้นฐาน

รูปที่ 1.2 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงธรณีวิทยาบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี่

อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 บัญชีบ่อน ระวังแผนที่

5337 | เผยแพร่โดยกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ)

1.4 การเข้าถึงพื้นที่

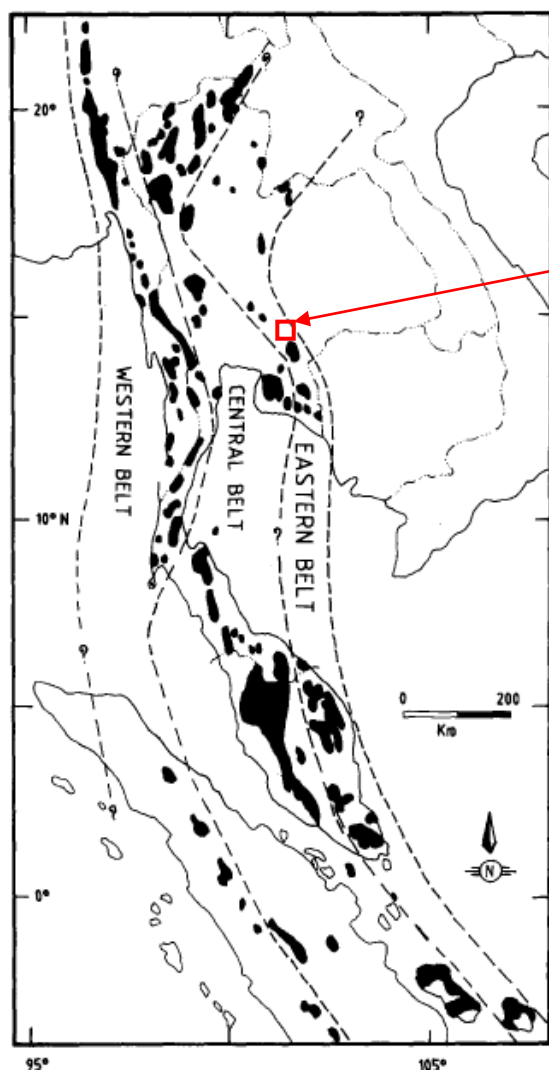
การเข้าถึงพื้นที่ไปจากกรุงเทพฯ ไปตามถนนทางหลวงหมายเลข 7 ไปฉะเชิงเทรา 70 กิโลเมตร แล้วเลี้ยวเข้าไปตามถนนหมายเลข 314 เป็นระยะทาง 60 กิโลเมตร ผ่านอำเภอเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอบางคล้า แล้วเลี้ยวเข้าตามถนนหมายเลข 304 ไปอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ผ่านอำเภอนาดี และถึงอำเภอรังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

1.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การชนกันของแผ่นจตุทวีปฉานไทยและอินโดจีนในยุค Late Triassic (Bunopas, 1981) ส่งผลให้เกิดแนวหินแกรนิตในประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งหินแกรนิตได้ 3 แนวหลักคือ หินแกรนิตแนวตะวันออก หินแกรนิตแนวตอนกลาง และหินแกรนิตแนวตะวันตก แสดงจากรูปที่ 1.3 ซึ่งทั้งหมดวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

หินแกรนิตแนวตะวันออก: เกิดในรูปหินอัคนีมวลไพศาล ซึ่งพบตั้งแต่หินโชนาไลต์ หินแกรนิตไดโอรไรต์ จนถึงหินมอนโซแกรนิต ซึ่งหินมอนโซแกรนิตเป็นหินที่เด่นชัดในแนวหินแกรนิตตะวันออก ส่วนใหญ่ตัดแทรกหินชั้นยุคพาลีโอโซอิกตอนบนและหินตะกอนภูเขาไฟ และถูกปิดทับด้วยกลุ่มหินทรายโคราช อายุอยู่ในช่วงไทรแอสซิก หินแกรนิตบริเวณนี้เป็นหินแกรนิตอัคนี (I-type granite) มีความสัมพันธ์กับแหล่งแร่ทองคำ ทังสแตน แปรไรต์ โมลิบดีนัมและแร่โลหะอื่นๆ ขึ้นมาด้วย

หินแกรนิตแนวตอนกลาง: ส่วนใหญ่เกิดในรูปหินอัคนีมวลไพศาลขนาดใหญ่เป็นแนวยาวติดต่อกัน ชั้บซ้อน มีช่วงขององค์ประกอบที่จำกัด หินแกรนิตบางส่วนมีการเรียงตัวของผลึกแร่เป็นแถบ หรือที่เรียกว่า หินไนซิกแกรนิตและยังพบหินมิกมาไทต์อีกด้วย หินแกรนิตแนวตอนกลางเป็นหินแกรนิตตะกอน (S-type granite) เกิดในช่วงไทรแอสซิก และเกิดกระบวนการแปรสภาพทำให้เกิดการตกผลึกของดีบุกและทังสแตน



พื้นที่ศึกษา (Study area)

รูปที่ 1.3 ภาพแสดงการกระจายตัวของหินแกรนิต
แนวตะวันออก แนวตอนกลาง และแนวตะวันตก
(คัดลอกจาก Charusiri et al., 1993)

หินแกรนิตแนวตะวันตก: เป็นแนวที่มีการผสมระหว่าง หินแกรนิตอัคนีและหินแกรนิตตะกอน ซึ่ง หินแกรนิตตะกอนเกิดในรูปหินอัคนีมวลไพศาลขนาดใหญ่ มีการตกผลึกของแร่แคลซิเทอไรต์ และวูลแฟรมไต์ ทั้งสองประเภทเกิดในยุคครีเตเชียส

Charusiri et al.(1993) จัดให้มวลไพศาลแกรนิตของหินแกรนิตแนวตะวันออกแสดงการเปลี่ยนแปลงโซนจากหินแกรนิตที่แท้จริง ("True" granite) (ตามการจำแนกของ Streckeisen, 1976) ในบริเวณส่วนกลางของมวลไพศาลออกไปยังขอบของมวลไพศาลที่มีแร่สีเข้มมากขึ้น โดยทั่วไปหินแกรนิตนี้ประกอบด้วยควอตซ์และเฟลด์สปาร์เป็นหลัก (กลุ่ม alkaline และ Calcium-rich) เฟลด์สปาร์กลุ่มอัลคาไลน์ที่เด่นคือออร์โทเคลสสีชมพู ส่วนเฟลด์สปาร์กลุ่มแพลจิโอเคลสเช่น Anorthite Oligoclase, จนถึง Andesine ที่เป็นส่วนประกอบรอง นอกจากนี้ยังมี

ฮอร์นเบลนด์สีน้ำตาลอมเขียวจนถึงสีเขียวและไบโอไทต์ที่เป็นแร่สีเข้มเป็นแร่หลัก อาจพบมีสโคไวท์ได้แต่มีปริมาณน้อยมาก

Mahawat(1982) และ Charusiri (1989) คาดว่าหินแกรนิตแนวตะวันออกเกิดจากการตกผลึกแยกส่วน (Differential crystallization) หรือการหลอมละลายบางส่วน (Partial melting) จากแมกมาที่แท้จริง

จากการแบ่งของ Chappel and White (2001) หินแกรนิตแนวตะวันออกมีองค์ประกอบทางเคมีค่อนข้างที่จะเป็น I-Type และมีปริมาณของแมกนีไทต์สูงจึงจัดเป็น Magnetite-series granitoid ตามการจำแนกของ Ishihara et al. (1980)

1.6 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาศิลาวรรณนาของหินแกรนิตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรต์ส่องผ่าน หลังจากแบ่งกลุ่มหินแล้วจึงนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีแร่ วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง X-ray fluorescence spectrometry (XRF) เพื่อวิเคราะห์หาธาตุหลักและธาตุรองของหินทั้งก้อน และวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของแร่ที่สำคัญด้วยเครื่อง Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) บริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี่ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลทางศิลาวรรณนา องค์ประกอบทางเคมี เพื่อจำแนกชนิดและบ่งบอกการกำเนิดของหินแกรนิตในพื้นที่ศึกษา

บทที่ 2: วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือช่วยในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

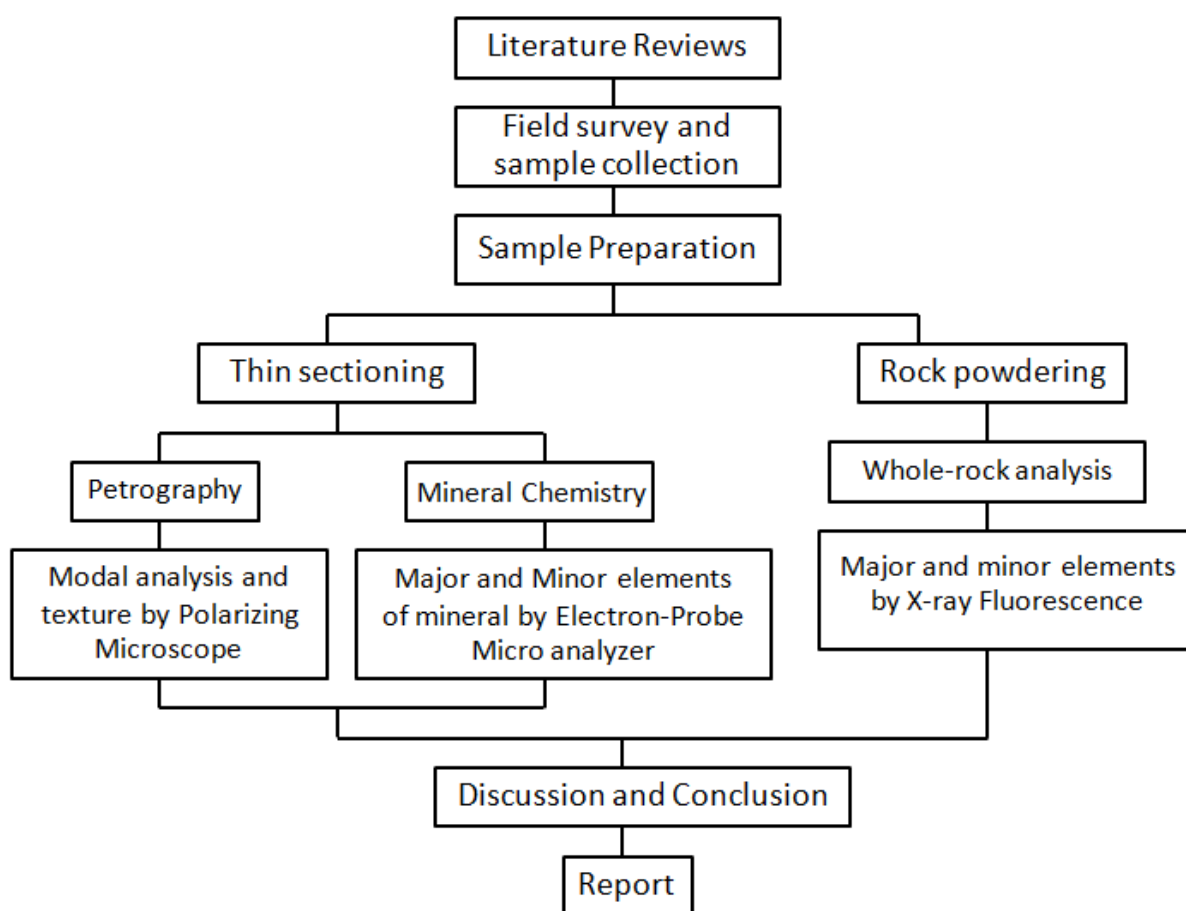
การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยสามารถแบ่งเป็น 8 ขั้นตอนตามที่แสดงในแผนภาพ (รูปที่ 2.1) และมีรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับงานวิจัยหรือข้อมูลกรณีศึกษาในพื้นที่ที่ศึกษา เพื่อให้ได้ทราบถึงลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา รวมถึงหลักการและแนวทางปฏิบัติ โดยรวมในการทำการวิจัย
2. ออกภาคสนามเพื่อเก็บตัวอย่างและทำการคัดเลือกตัวอย่างหินที่จะนำมาวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาคุณลักษณะของตัวอย่างและการกระจายตัว
3. การเตรียมตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำหรับตัดแผ่นหินบางซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรก เป็นการเตรียมแผ่นหินบาง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยคือแผ่นหินบางที่ใช้ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน และแผ่นหินบางขัดมันเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เคมีแร่ ส่วนที่ 2 คือการبردตัวอย่างหินให้เป็นผงละเอียดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีรวมของหิน
4. ศึกษาแผ่นหินบาง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน เพื่อศึกษาแร่ องค์ประกอบหินสำหรับทำ modal analysis โดยจำแนกชนิดหินด้วย QAP diagram และลักษณะเนื้อหิน ความหนาของแผ่นหินบางหนาประมาณ 30 ไมโครเมตร (ตามวิธีของ *Dave*)
5. ศึกษาแผ่นหินบางขัดมัน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JXA-8100 เพื่อศึกษาธาตุองค์ประกอบของแร่ที่สำคัญ ให้ผล ในรูปของเปอร์เซ็นต์ออกไซด์
6. ศึกษาจากผงหินละเอียด วิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray fluorescence spectrometer (XRFs) ยี่ห้อ Pioneer รุ่น Bruker AXS S4 โดยวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบหลักและ องค์ประกอบรองทางเคมีรวมของหินทั้งก้อน ผลวิเคราะห์ที่ได้เป็นปริมาณ Major Oxide และ Minor Oxide คือ SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O และ P_2O_5
7. รวบรวมผลสรุปสุดท้ายของงานวิจัยเพื่ออภิปรายผลและสรุปผล
8. นำเสนอและจัดทำรูปเล่มรายงาน

2.2 เครื่องมือช่วยในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ส่องผ่าน (Polarizing Microscope) เพื่อทำการศึกษาศิลาวรรณนา ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเครื่อง Point counting ใช้ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์ เพื่อใช้ในการจำแนกประเภทของหินแกรนิต (ดูรูปที่ 2.2)

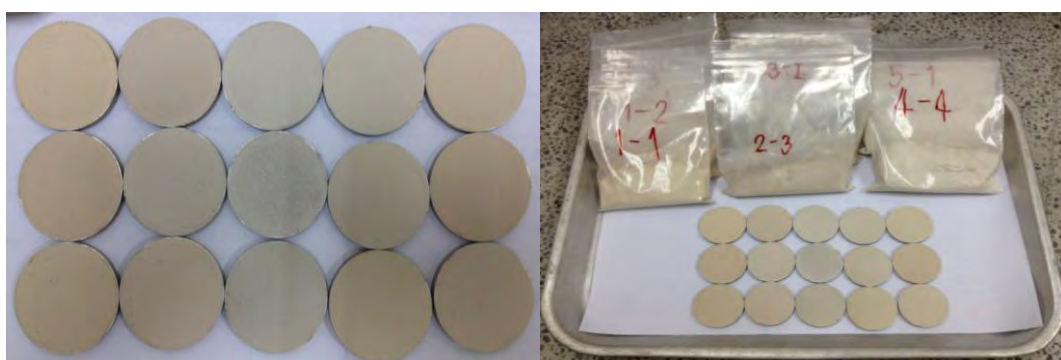


รูปที่ 2.2 แสดงกล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ส่องผ่าน (รูปด้านซ้าย) และเครื่อง Point counting (รูปด้านขวาล่าง) รวมทั้งลักษณะตัวอย่างแผ่นหินบางที่ใช้ในการศึกษา (รูปด้านขวามือ)

X-ray Fluorescence Spectrometry (XRFs) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุองค์ประกอบในสารตัวอย่าง กรณีที่ศึกษาคือผงหิน โดยใช้การวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray Fluorescence) ที่ปลดปล่อยออกมาซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละธาตุในผงหิน เพื่อศึกษาธาตุองค์ประกอบในหินทั้งก้อน (Whole-rock analysis) ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (รูปที่ 2.3 และ 2.4)



รูปที่ 2.3 แสดงเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างในการวิเคราะห์ธรณีเคมีโดยเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) เตรียมตัวอย่างโดยบดเป็นผงแล้วนำมาอัด

Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) เป็นเครื่องมือใช้ในการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำสูงหลักการเสมือนการรวมเครื่อง XRF กับเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) มาไว้ในเครื่องเดียว สามารถตรวจวิเคราะห์พื้นผิวโดยขยายภาพได้ โดยใช้ลำอิเล็กตรอนกระตุ้นอิเล็กตรอนภายในแต่ละธาตุ เหมาะกับการวิเคราะห์ ชนิด ปริมาณ และส่วนผสมทางเคมีบนผิวหน้าของวัสดุ หรือสารเคลือบผิว กรณีที่ศึกษาคือแผ่นหินขัดมัน เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีแร่ โดยจะรู้องค์ประกอบจุดที่ทำการศึกษาลึกกว่า 1 ไมโครเมตร ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (รูปที่ 2.5 และ 2.6)



รูปที่ 2.5 แสดงเครื่อง Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) ที่ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีทางแร่โดย Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) ด้านซ้าย เป็นตัวอย่างที่เป็นแผ่นหินบางขัดมัน ส่วนรูปด้านขวาเป็นการขึ้นตัวอย่างหินขัดมัน

2.3 การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.3.1 ธรณีวิทยาทั่วไป

ลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณแผนที่ระวางบ้านซับบอน(5337 I) ประกอบด้วย หินตะกอน และหินอัคนีเกือบทั้งหมด โดยมีหินแปรเพียงเล็กน้อย อายุตั้งแต่ เพอร์เมียน – คิวเทออร์นารี พบหินอายุเก่ากว่าเฉพาะบริเวณตอนกลางของพื้นที่ ส่วนบริเวณโดยรอบเป็นหินที่มีอายุอ่อนกว่า

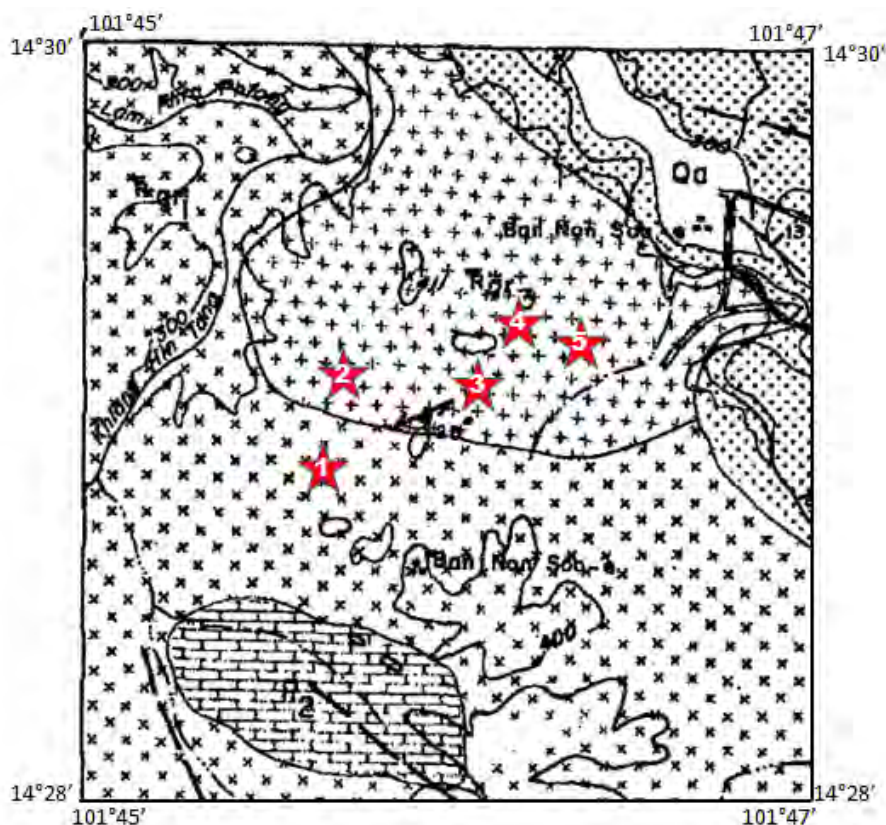
ลักษณะของหินตะกอนในพื้นที่เป็น หินยุคเพอร์เมียนของชุดหินสระบุรี หินยุคมิโซโซอิกของชุดหินโคราช และตะกอนควอเทอร์นารี ซึ่งชุดหินสระบุรีที่พบประกอบด้วย หินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย หินเชิร์ต และหินปูน ขณะที่ชุดหินโคราชที่พบประกอบด้วยหมวดหินภูกระดึง หมวดหินพระวิหาร และ หมวดหินเสาขัว ประกอบด้วย หินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย และหินกรวดมน และตะกอนควอเทอร์นารีเป็นแหล่งเศษหินเชิงเขา และตะกอนน้ำพาแบบต่างๆ

ส่วนหินอัคนีมีลักษณะที่เผยให้เห็นเป็นรูปวงรี ในแนวประมาณตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และมีอายุเก่ากว่าหน่วยหินภูกระดึง เนื่องจากถูกปิดทับด้วยหินหน่วยหลังแบบ รอยชั้นไม่ต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยหินฮอร์นเบอร์นไดต์ แกบโบร ไดโอไรต์ โทนาไรต์ อะคาเมลไลต์ และแกรนิต อีกรุ่นเป็นหินอัคนีที่วางตัวอยู่ใต้หมวดหินภูกระดึง แบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยหินไรโอไลต์ แอนดิไซต์ กรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ และหินทัฟฟ์

หินต่างๆในพื้นที่ วางตัวในแนวประมาณทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ขนานกับแกนของชั้นหินคดโค้งรูปประทุนมุมปาน ขนาดใหญ่ ที่เชียงใหม่เล็กน้อยไปทางใต้ หินยุคเพอร์เมียน และ เพอร์โมไทรแอสซิก แสดงลักษณะการถูกแปรรูปมากกว่าหินชุดโคราช รอยเลื่อนเด่นๆ อยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้เกิดหน้าผามาชัน รอยเลื่อนอื่นๆ อยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวประมาณทิศตะวันออก – ตะวันตก

2.3.2 การออกภาคสนามและเก็บตัวอย่าง

การออกภาคสนามเพื่อศึกษาข้อมูลในพื้นที่ศึกษาโดยละเอียดและหาความสัมพันธ์ของหินบริเวณใกล้เคียง หินที่พบในบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี่ มีลักษณะเป็นหินโผล่ (Outcrop) และหินลอย (Float) ทำการศึกษาทั้งหมด 5 จุดศึกษา (รูปที่ 2.7) และสุ่มเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ซึ่งทั้งหมดเป็นหินแกรนิตที่มีสีชมพู



รูปที่ 2.7 แผนที่ธรณีวิทยาแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านหนองไม้แดง ตำบลวังหมี่ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มาตราส่วน 1: 50,000 ชุด L7018 ระวัง 5337 I (ระวังชั้นบอน) เผยแพร่โดย กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ แสดงจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด

จากการศึกษาแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1: 50,000 ชุด L7018 ระวัง 5337 I (ระวังชั้นบอน) พบว่าจุดศึกษาที่ 1 เป็นจุดเดียวที่กรมทรัพยากรธรณีวิทยาจัดให้เป็นหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์แกรนิต สีเทา เนื้อละเอียด-เนื้อหยาบปานกลาง ขนาดผลึกแร่สม่ำเสมอ ส่วนจุดศึกษาอื่นจัดให้เป็นหินไบโอไทต์ แกรนิต ไบโอไทต์อะดามัลไลต์และไบโอไทต์มีสโคไวต์ ทิวมาลีนแกรนิตสีเทาบางส่วน เนื้อหยาบปานกลางถึงหยาบมาก ขนาดผลึกแร่สม่ำเสมอและเนื้อออกหยาบ

พิกัดและ UTM Grid ดังตารางที่ 1 และตำแหน่งในแผนที่ธรณีวิทยาได้ดังรูปที่ 2.7 และตารางที่ 2.1 ซึ่งในแต่ละจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างมีลักษณะพอสรุปได้ดังนี้ได้ดังนี้

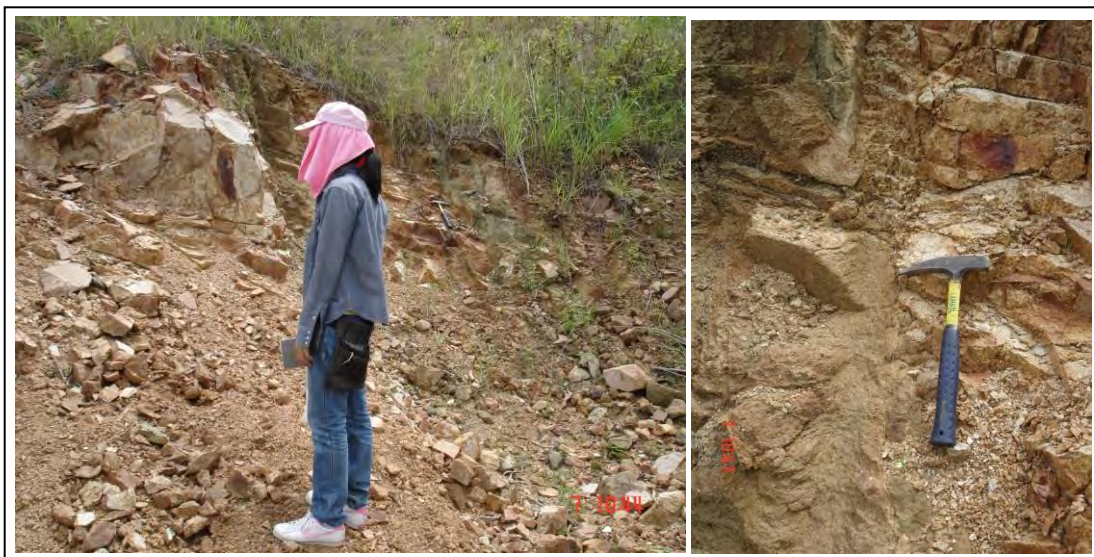
ตารางที่ 2.1 แสดงพิกัดและ UTM Grid ในแต่ละจุดศึกษา

Station no.	Latitude-longitude	UTM
1	14° 29' 00" N 101° 45' 26" E	973030
2	14° 29' 11" N 101° 45' 32" E	975033
3	14° 29' 10" N 101° 45' 58" E	983033
4	14° 29' 19" N 101° 45' 57" E	983035
5	14° 29' 20" N 101° 46' 13" E	986035

จุดที่ 1 พื้นที่ที่ถูกเปิดเป็นเหมืองเพื่อนำหินไปใช้ในการถมถนน (รูปที่ 2.8) พบเป็นหินแกรนิตสีส้มอมชมพูที่ค่อนข้างผุโผล่เป็นเนินโดคข้างถนน และมีหินสีเขียวขี้ม้า ที่ไม่แน่ชัดว่าเป็นหินใด (รูปที่ 2.9) แทรกเป็นบางจุดของหินโผล่; แนวแตก (Joint) แนวหลัก 2 แนวคือ 123/23 และ 78/27 หินแกรนิตที่พบมีสีสด สีชมพูอมส้ม สีผุ สีเหลืองถึงสีขาว Phaneritic texture ประกอบด้วยแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ ควอตซ์ เพลจีโอเคลส แร่ดินและแร่ฮีมาไทต์ (รูปที่ 2.10)



รูปที่ 2.8 แสดงภาพเหมืองหินแกรนิต ใช้ในการถมถนน โผล่เป็นเนินเขาอยู่ติดถนนบ้านหนองไม้แดง



รูปที่ 2.9 แสดงภาพหินโผล่บริเวณจุดศึกษาที่ 1 ที่มีแนวการแทรกตัวของหินสีเขียวขี้ม้าในหินแกรนิต



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแกรนิต (Granite) บริเวณจุดศึกษาที่ 1

จุดที่ 2 พื้นที่ที่ถูกเปิดเป็นเหมืองมาก่อนและหินโผล่เป็นแนวเขา (รูปที่ 2.11) ซึ่งเป็นกลุ่มหินชุดเดียวกันกับจุดศึกษาที่ 1 แต่หินแกรนิตบริเวณนี้สดกว่าจุดศึกษาแรก นอกจากนี้ยังพบการแทรกตัวของหินตะกอนสีเขียวขี้ม้าเป็นจุดๆ ไม่สามารถหาแนวได้ชัดเจนและพบหินชนวนและหินเชิร์ตกระจายตัวเป็นจุดๆ ลักษณะหินแกรนิตมีสีสด สีส้มอมชมพู สีฝู สีเหลืองถึงสีขาว Phaneritic texture ประกอบด้วยแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ ควอตซ์ เฟลซิโอเคลส แร่ดินและแร่ฮีมาไทต์ (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.11 แสดงภาพเหมืองหินแกรนิตในมุกกว้าง



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างหินแกรนิต (Granite) บริเวณจุดศึกษาที่ 2

จุดที่ 3 Loose block เป็นวางเรียงในแนวตะวันตก-ตะวันออกตามแนวเขาในพื้นที่
 การเกษตร หินที่พบส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตขนาดเฉลี่ย 70 เซนติเมตร × 20 เซนติเมตร
 (รูปที่ 2.13) หินแกรนิตมีสีสด สีชมพูอมส้ม สีฝู ขาวจุดดำหรือชมพูเข้ม Phaneritic texture
 ประกอบด้วยแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ ควอตซ์ เฟลซิโอเคลส และแร่ดิน นอกจากนี้พบหินบะซอลต์
 และสายแร่ควอร์ตก่อนขนาดเล็กปนในพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 2.14)



รูปที่ 2.13 แสดงภาพแนวหินแกรนิตที่ถูกนำมาเรียง (บริเวณส่วนล่าง) และหินแกรนิตที่กระจายอยู่บนเนินเขาเป็นจุดๆ



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างหินแกรนิต (Granite) บริเวณจุดศึกษาที่ 3

จุดที่ 4 ตั้งอยู่ในพื้นที่การเกษตรมีการตัดเขาเพื่อทำเป็นพื้นที่การเกษตร ทำให้พบหินโผล่แนบติดกับพื้น (รูปที่ 2.15) แต่ส่วนใหญ่เป็น loose blocks (รูปที่ 2.16) หินที่พบเป็นหินแกรนิต มีสีสด สีชมพูอมส้ม สีฝู สีขาวจุดดำหรือชมพูเข้ม Phaneritic texture ประกอบด้วยแร่อัลคาไล เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ เฟลซิโอเคลส และแร่ดิน



รูปที่ 2.15 แสดง Natural outcrop ของ หินแกรนิตที่พบเป็นบางจุดของพื้นที่ ศึกษา บนเนินเขา บริเวณจุดศึกษาที่ 4



รูปที่ 2.16 แสดง loose block ของ หินแกรนิตที่พบเป็นส่วนใหญ่ใน บริเวณจุดศึกษาที่ 4

จุดที่ 5 เป็น Natural outcrop ของหินแกรนิตโผล่บนเนินเขา (รูปที่ 2.17) หินที่พบเป็น หินแกรนิต มีสีสด สีชมพูอมส้ม สีผุ สีขาวจุดดำหรือชมพูเข้ม Phaneritic texture ประกอบด้วย แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ ควอตซ์ เฟลซิโอเคลส และแร่ดิน



รูปที่ 2.17 แสดง Natural outcrop บนเนินเขาในจุดศึกษาที่ 5 เป็นหินแกรนิตสีส้มอมชมพู

บทที่ 3: ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ศิวารรณนา

องค์ประกอบทางเคมีแร่

ธรณีเคมีของหินทั้งก้อน

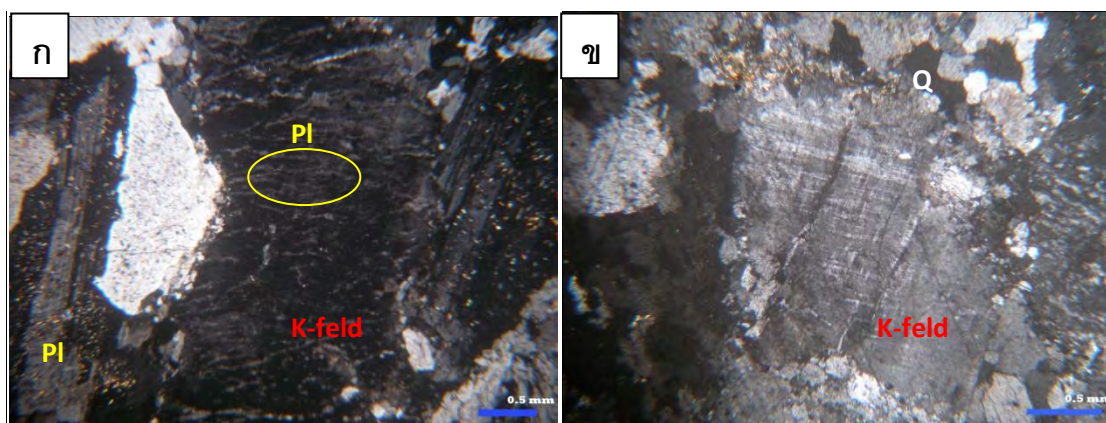
บทที่ 3

ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

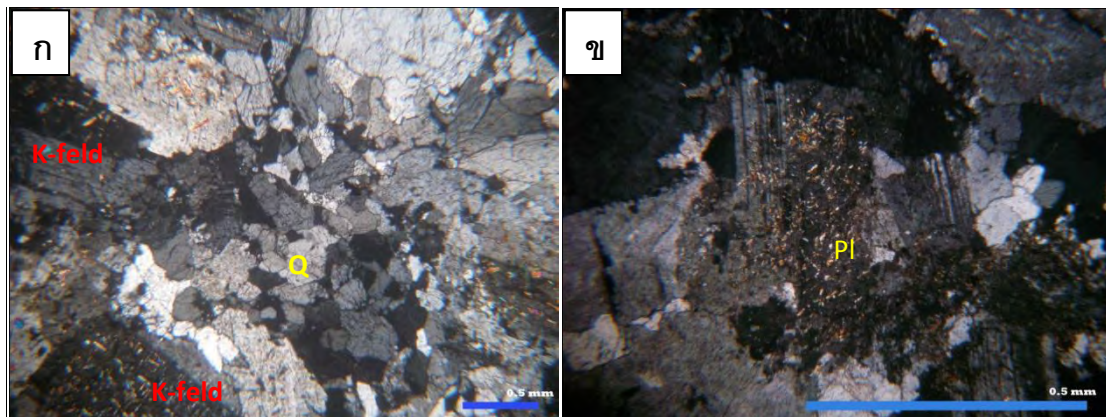
3.1 ศิลาวรรณนา

ตัวอย่างหินทั้ง 15 ตัวอย่างตัดเป็นแผ่นหินบาง เพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน ได้ข้อมูลแร่องค์ประกอบหินและศึกษาเนื้อหิน โดยสามารถจำแนกกลุ่มหินได้ว่าเป็นกลุ่มหินมอนโซแกรนิต (Monzogranite)

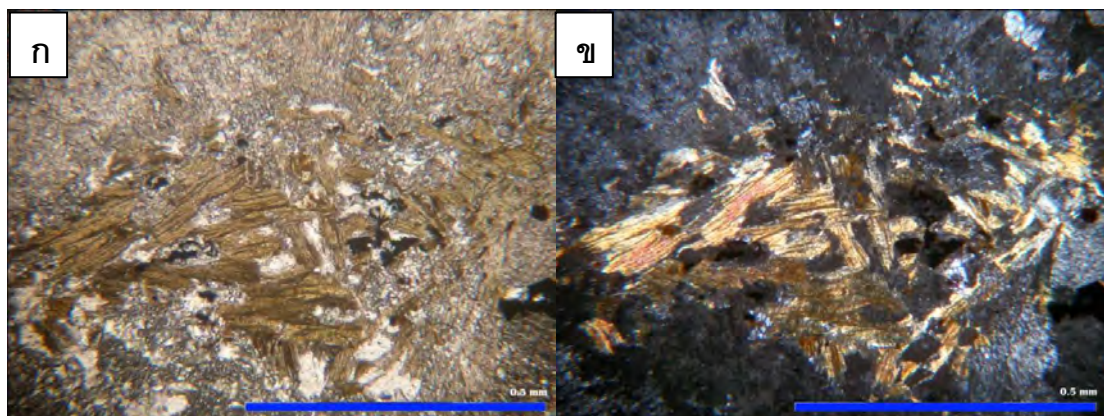
ลักษณะของหินที่ปรากฏคือ สามารถมองเห็นผลึกแร่ได้ด้วยตาเปล่า (Phaneritic texture) ขนาดของผลึกละเอียด (Fine-grained) ถึง ปานกลาง (Medium-grained) โดยมีสีสดเป็นสีชมพูอมส้ม ส่วนสีฝุ่นเป็นสีเหลืองถึงสีขาว เมื่อนำตัวอย่างหินมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน พบว่าตัวอย่างหินประกอบด้วย แร่ควอตซ์ 22 – 35% แร่เฟลจีโอเคลส 30.1 – 40.7% แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ 30 – 37% แร่ไบโอไทต์ 0 – 3.6% แร่เซอร์ไซท์ 0.1 – 3.6% และแร่ทึบแสง 1– 4.4% โดยมีขนาดประมาณ 0.5 – 2 มิลลิเมตร ซึ่งมีรูปร่างของผลึกทั้งหน้าผลึกถึงสมบูรณ์ถึงผลึกไร้หน้า (Subhedral - Anhedral) ส่วนลักษณะของเนื้อหินในตัวอย่างเป็นแบบ intergranular, inequigranular, poikilitic และ perthitic texture



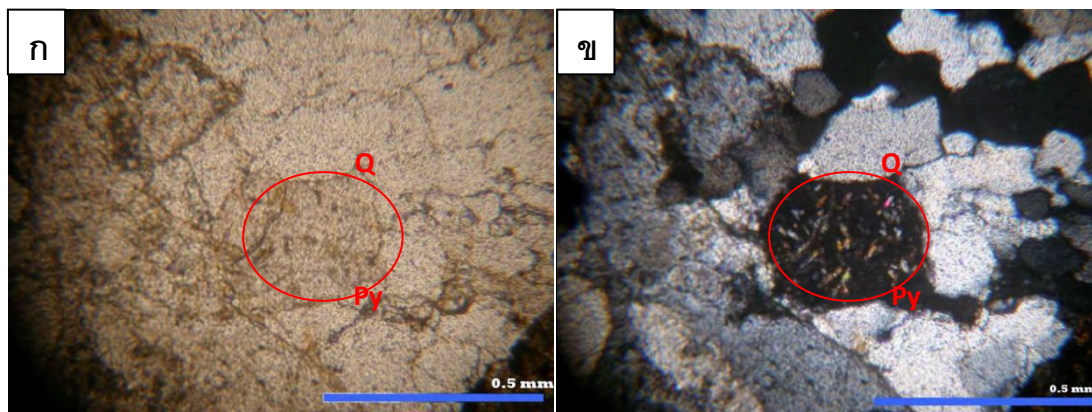
รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน (ก) แสดงลักษณะเนื้อหินแบบ Perthitic texture เกิดจากการละลายของแอลไบต์ออกจากแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ (K-feld) (XPL) และมีแร่เซอร์ไซท์เป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดจากการผุของแร่เฟลจีโอเคลส (PI) (XPL) ซึ่งแร่เฟลจีโอเคลส แสดงผลึกแฝด (Twin) แบบ Albite twin (XPL) (ข) แสดงลักษณะ Grid Twin ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแร่ Microcline ซึ่งเป็นกลุ่มแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ (K-feld) (XPL) ล้อมรอบด้วยแร่ควอตซ์ (Q) ซึ่งผลึกเชื่อมต่อกันแบบสนิท (Intergranular texture)



รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน (ก) แสดงลักษณะเนื้อหินแบบ Inequigranular texture ขนาดของผลึกแร่ไม่เท่ากัน แร่ควอตซ์ (Q) มีขนาดเล็กกว่าแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์มาก ซึ่งแสดงลักษณะผลึกแฝด (Twin) แบบ Carlsbad twin (ข) แสดงแร่เซอริไซต์เป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดจากการผุของแร่เฟลจีโอเคลส (XPL) ซึ่งแร่แสดงผลึกแฝด (Twin) แบบ albite twin (XPL)



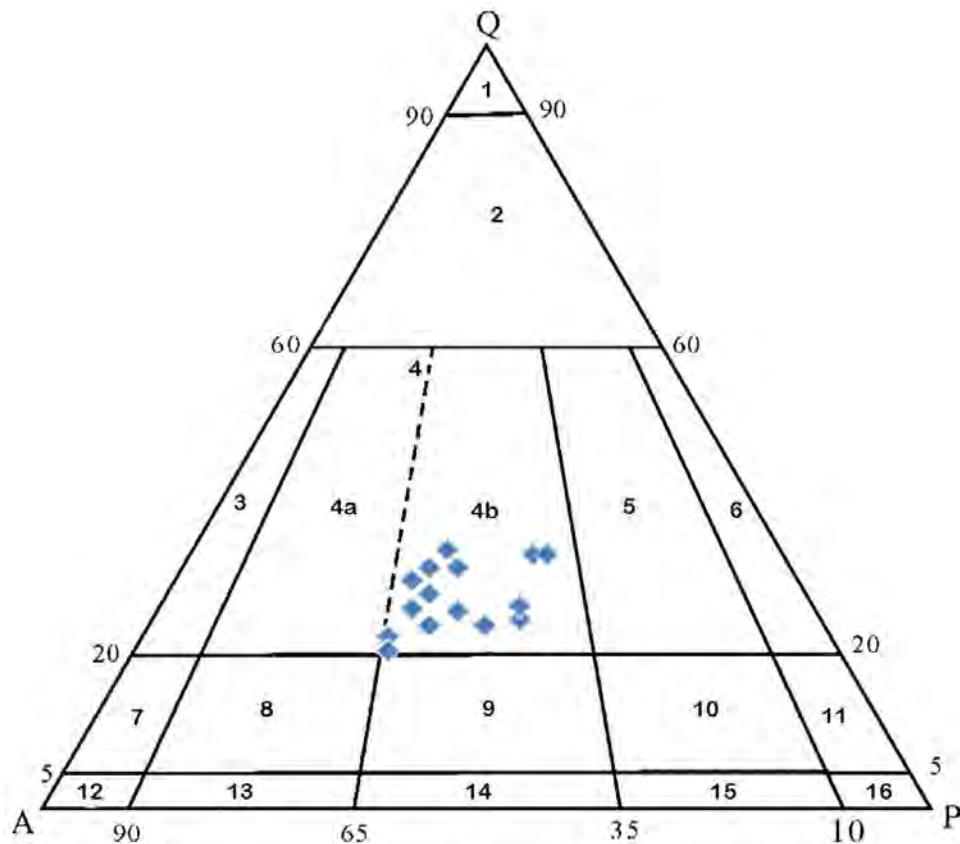
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน แสดงลักษณะของแร่ไบโอไทต์ (ก: PPL และ ข: XPL)



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างหินมอนโซแกรนิตแผ่นบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน แสดงลักษณะของแร่ควอตซ์ (Q) ที่มีแร่ไพโรซีน (Py) ผั่งประอยู่ (ก: PPL และ ข: XPL)

จากการศึกษาศิลาวรรณภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน พบว่า ตัวอย่างหินทั้งหมดอยู่ในกลุ่มมอนโซแกรนิต โดยใช้แผนภาพ QAP (Streckeisen, 1976) ดังรูปที่

3.3



LEGEND (Streckeisen, 1976)

1-Quartzolite (Sillexite)	8-Quartz syenite
2-Quartz-rich granitoids	9-Quartz monzonite
3-Alkali feldspar granite	10-Quartz monzodiorite and Quartz monzogabbro
4-Granite	11-Quartz diorite, Quartz gabbro and Quartz anorthosite
4a-Syenogranite	12-Alkali feldspar syenite
4b-Monzogranite	13- Syenite
5-Granodiorite	14-Monzonite
6-Tonalite	15-Monzodiorite and Monzogabbro
7-Quartz alkali feldspar syenite	16-Diorite, Gabbro and Anorthosite

รูปที่ 3.5 แสดงการพล็อตแผนภาพสามเหลี่ยมระหว่างแร่ควอตซ์ (Q) อัลคาไลเฟลด์สปาร์ (A) และเพลจีโอเคลส (P) (Streckeisen, 1976) ใช้ในการจำแนกตัวอย่างหินจากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรด์ส่องผ่าน พบว่าตัวอย่างทั้งหมดตกอยู่ในมอนโซแกรนิต

3.2 องค์ประกอบทางเคมีแร่

ตัวอย่างหินทั้ง 16 ตัวอย่างถูกนำไปตัดเป็นแผ่นหินบางขัดมัน 16 ตัวอย่างและขึ้นต้นขัดมัน 1 ตัวอย่างเพื่อศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีแร่ที่สำคัญด้วยเครื่อง

Electron-Probe Micro Analyzer (EPMA) ยี่ห้อ Jeol รุ่น JXA-8100 โดยใช้ analytical condition ที่ 15KV กระแสประมาณ 2.4×10^{-8} A ของ focus beam ($< 1 \mu\text{m}$) และเปรียบเทียบตัวอย่างมาตรฐาน แร่ และ Pure oxide ก่อนการปรับแก้ไข ZAF อัตโนมัติและรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ออกไซด์

การศึกษาองค์ประกอบของเคมีแร่ด้วยเครื่อง Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) ของตัวอย่างหินทั้งหมดเพื่อศึกษาเคมีแร่หลักทั้งหมด 4 แร่ คือ แร่ควอตซ์ แร่เฟลด์สปาร์ แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์และแร่ไบโอไทต์ ดังแสดงผลสรุปไว้ในตาราง

ควอตซ์เป็นแร่องค์ประกอบหลักในหินแกรนิต ซึ่งตัวอย่างหินทั้งหมดแสดงองค์ประกอบ ตั้งแต่ 98.41-100% SiO_2 แร่เฟลด์สปาร์ในตัวอย่างหินทั้งหมดมีองค์ประกอบทางเคมีแร่ค่อนข้างคล้ายกัน มีช่วงไม่กว้าง เมื่อพล็อตในแผนภาพ Na-K-Ca พบว่าอยู่ในช่วง แอลไบต์ - แอนดีซีน (3 – 40%An) (ตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.6)

ส่วนแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์อยู่ในช่วงออร์โทเคลส (ตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.6) ยกเว้นลักษณะ Perthitic feldspar ที่มีองค์ประกอบแตกต่างออกไปโดยเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ $\text{Or}_{85.365\%}$ - $\text{Or}_{99.998\%}$ ในส่วนของผลึกหยาบและ $\text{Or}_{86.420\%}$ - $\text{Or}_{98.639\%}$ ในลักษณะการละลาย

แร่ไบโอไทต์ ในตัวอย่างหินทั้งหมดมีองค์ประกอบทางเคมีแร่ของแร่ไบโอไทต์ค่อนข้างเปลี่ยนแปลงเป็นสปีชีส์หลักเป็นส่วนใหญ่ แม้พบว่าแร่ไบโอไทต์สด มีค่าช่วงแคบ คือ $\text{K}_{0.036-0.090}$, $\text{Mg}_{0.799-0.951}$ และ $\text{Fe}^{2+}_{1.876-1.896}$ (ตารางที่ 3.3) ส่วนตัวอย่างที่ 1-s เป็นหินตะกอนผุมาก มีสีเขียวซีมัว ที่คาดว่าน่าจะเป็นหินแอนดิไซต์ซึ่งพบบริเวณจุดศึกษาที่ 1 โดยหินแกรนิตตัดผ่านหินตะกอนนี้ นอกจากนี้ยังพบแร่ไพรอกซีน ซึ่งฝังประในแร่ควอตซ์ในหินแกรนิต พบว่าองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกับแร่ Enstatite (ตามตารางที่ 3.3) ซึ่งแร่ไพรอกซีนสามารถเกิดร่วมกับแร่ควอตซ์ได้เมื่อมีองค์ประกอบของ MgSiO_2 มากเพียงพอ

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าตัวแทนและการวิเคราะห์แร่เฟลด์สปิดด้วยเครื่อง

Electron-Probes Micro-Analyzer

Plagioclase																	
Sample no.	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-04	3-2	4-2	4-3*	4-4	5-1	5-2	5-3	1-s	3-1*
SiO ₂	66.59	66.61	66.47	69.66	68.83	65.45	66.65	65.73	68.36	74.63	63.83	67.95	64.85	65.90	67.47	50.15	60.53
TiO ₂	0.03	0.04	0.05	0.01	0.09	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01
Al ₂ O ₃	15.48	20.42	17.21	24.37	24.38	22.56	17.93	18.67	16.45	13.22	18.14	16.71	21.79	18.92	19.26	32.31	17.54
FeO	0.35	0.23	0.36	0.05	0.03	0.06	0.04	0.03	0.05	0.05	0.04	0.12	0.06	0.46	0.68	0.18	0.02
MnO	0.00	0.03	0.00	0.01	0.10	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00
MgO	0.10	0.06	0.06	0.01	0.07	0.03	0.00	0.01	0.00	0.10	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.05	0.01
CaO	1.88	0.37	1.91	2.56	2.34	0.11	2.68	2.07	3.42	1.45	4.52	0.94	12.40	1.42	0.42	15.63	1.68
Na ₂ O	12.28	11.63	12.41	2.90	3.47	10.36	12.13	11.65	11.34	9.29	11.36	12.44	1.31	11.72	11.12	1.56	11.21
K ₂ O	2.25	0.37	1.28	0.22	0.23	0.44	0.15	0.21	0.06	0.33	0.14	0.15	0.19	0.30	0.41	0.21	9.90
P ₂ O ₅	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01
Total	98.98	99.78	99.78	99.79	99.55	99.06	99.63	98.45	99.79	99.12	98.13	98.38	100.62	98.80	99.40	100.17	100.93
Formula 8(O)																	
Si	3.019	2.934	2.974	2.961	2.943	2.887	2.965	2.950	3.027	3.251	2.905	3.040	2.835	2.948	2.980	2.278	2.830
Ti	0.001	0.001	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Al	0.827	1.061	0.908	1.221	1.229	1.173	0.940	0.988	0.858	0.679	0.973	0.882	1.123	0.998	1.003	1.730	0.967
Fe ²⁺	0.013	0.008	0.013	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.017	0.025	0.007	0.001
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.007	0.004	0.004	0.000	0.004	0.002	0.000	0.001	0.000	0.006	0.000	0.002	0.000	0.002	0.001	0.003	0.000
Ca	0.091	0.017	0.092	0.117	0.107	0.005	0.128	0.100	0.162	0.068	0.221	0.045	0.581	0.068	0.020	0.760	0.084
Na	1.079	0.993	1.076	0.239	0.287	0.886	1.046	1.014	0.973	0.784	1.003	1.079	0.111	1.017	0.953	0.137	1.016
K	0.130	0.021	0.073	0.012	0.013	0.025	0.008	0.012	0.004	0.018	0.008	0.008	0.011	0.017	0.023	0.012	0.590
P	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Total	5.169	5.041	5.143	4.553	4.590	4.981	5.091	5.068	5.029	4.821	5.113	5.062	4.663	5.066	5.006	4.930	5.489
%Ca	7.007	1.671	7.391	31.772	26.308	0.574	10.807	8.850	14.256	7.774	17.905	3.995	82.735	6.169	2.004	83.549	4.978
%Na	82.997	96.324	86.739	64.941	70.580	96.711	88.475	90.072	85.432	90.114	81.436	95.272	15.768	92.254	95.667	15.095	60.095
%K	9.996	2.005	5.870	3.287	3.113	2.714	0.718	1.078	0.312	2.112	0.659	0.733	1.497	1.576	2.329	1.356	34.927

*ผลการวิเคราะห์ Perthitic Feldspar ของแร่เฟลด์สปิดในลิ่มละลาย

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าตัวแทนและการวิเคราะห์แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ด้วยเครื่อง

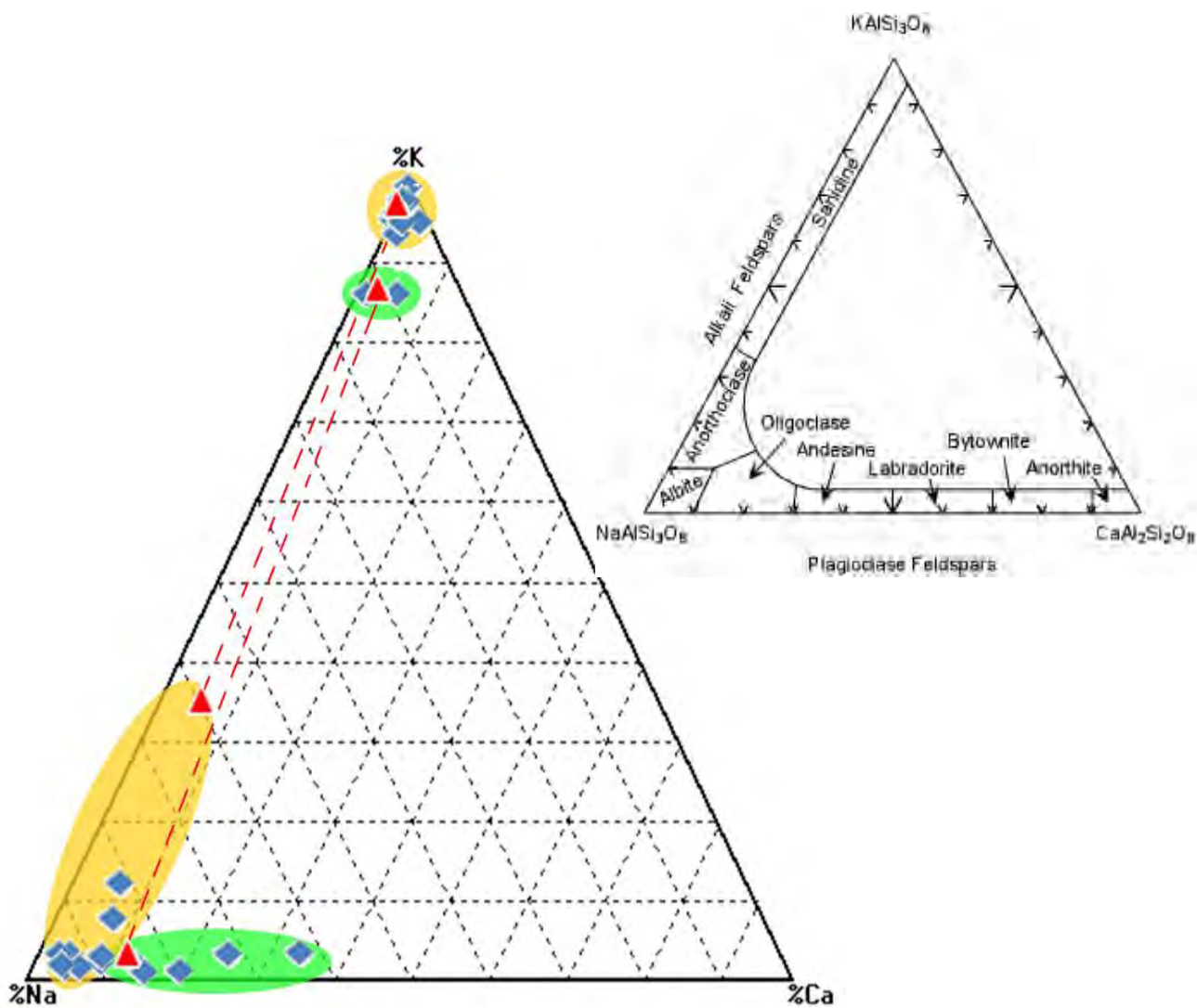
Electron-Probes Micro-Analyzer

K-feldspar																	
Sample no.	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-04	3-2	4-2	4-3*	4-4	5-1	5-2	5-3	1-s	3-1*
SiO ₂	65.56	54.48	65.80	67.53	66.50	68.43	61.44	64.18	65.22	64.34	63.28	64.22	63.42	65.36	64.52	63.98	63.92
TiO ₂	0.01	0.69	0.01	0.01	0.01	0.02	0.07	0.02	0.01	0.02	0.00	0.03	0.06	0.02	0.03	0.21	0.05
Al ₂ O ₃	18.22	19.12	19.51	18.23	16.50	15.92	19.38	19.50	19.19	19.48	19.47	18.77	19.37	18.43	18.96	18.03	19.12
FeO	0.01	8.61	0.02	0.01	0.14	0.04	2.70	0.02	0.15	0.03	0.15	0.04	0.14	0.01	0.03	0.34	0.02
MnO	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01
MgO	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.05	0.00	0.03	0.07	0.02	0.01	0.00	0.84	0.00
CaO	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.01	1.03	0.01	0.02	0.01	0.30	0.37	0.81	0.24	0.03	0.45	0.00
Na ₂ O	0.00	0.09	0.17	0.22	0.12	0.20	0.92	0.19	0.16	0.20	1.41	0.46	1.27	0.28	0.10	0.74	0.14
K ₂ O	15.71	13.05	13.50	14.38	15.55	14.61	13.91	14.96	14.81	15.75	15.27	15.92	15.22	15.41	15.55	15.19	15.26
P ₂ O ₅	0.01	0.10	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.09	0.01
Total	99.52	99.23	99.03	100.40	98.90	99.24	99.86	98.90	99.68	99.84	99.95	35.63	100.32	99.79	99.25	99.94	98.55
Formula 8(O)																	
Si	3.025	2.658	3.009	3.057	3.085	3.135	2.875	2.974	2.993	2.968	2.933	2.973	2.930	3.025	2.988	2.962	2.979
Ti	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.007	0.002
Al	0.991	1.099	1.052	0.973	0.902	0.860	1.069	1.065	1.038	1.059	1.064	1.024	1.055	1.006	1.035	0.984	1.051
Fe ²⁺	0.000	0.351	0.001	0.000	0.005	0.001	0.106	0.001	0.006	0.001	0.006	0.002	0.005	0.001	0.001	0.013	0.001
Mn	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000
Mg	0.000	0.189	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.003	0.000	0.002	0.004	0.001	0.001	0.000	0.058	0.000
Ca	0.000	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.000	0.001	0.000	0.015	0.018	0.040	0.012	0.001	0.022	0.000
Na	0.000	0.009	0.015	0.020	0.011	0.018	0.084	0.017	0.014	0.018	0.127	0.041	0.114	0.025	0.009	0.066	0.012
K	0.925	0.812	0.787	0.830	0.921	0.854	0.830	0.884	0.867	0.927	0.903	0.940	0.897	0.910	0.919	0.897	0.907
P	0.001	0.004	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000
Total	4.941	5.172	4.865	4.881	4.927	4.869	5.045	4.943	4.926	4.974	5.050	5.005	5.045	4.980	4.956	5.015	4.953
%Ca	0.012	2.822	0.007	0.017	0.000	0.038	5.325	0.054	0.134	0.050	1.434	1.815	3.806	1.260	0.134	2.248	0.018
%Na	0.000	1.050	1.835	2.312	1.149	2.018	8.659	1.892	1.631	1.901	12.148	4.108	10.829	2.660	0.983	6.715	1.343
%K	99.988	96.129	98.158	97.671	98.851	97.945	86.016	98.053	98.234	98.049	86.418	94.077	85.365	96.080	98.883	91.037	98.639

*ผลจากการวิเคราะห์ Perthitic Feldspar ของแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าตัวแทนและการวิเคราะห์แร่ไบโอไทต์และไพรอกซีน ด้วยเครื่อง
Electron-Probe Micro-Analyzer โดยแร่Enstatite พบฝังประในแร่ควอตซ์ในหินแกรนิต

Biotite						Enstatite	
Sample no.	1-2	2-1	4-2	5-2	5-3	Sample no.	5-2
SiO ₂	36.02	36.70	37.41	36.98	37.77	SiO ₂	68.37
TiO ₂	0.01	0.23	0.94	0.49	0.05	TiO ₂	0.02
Al ₂ O ₃	20.972	20.21	20.29	19.35	20.09	Al ₂ O ₃	0.01
FeO	31.58	30.24	30.86	30.77	30.67	FeO	0.13
MnO	0.02	0.19	1.70	0.57	0.09	MnO	0.00
MgO	8.47	8.16	7.37	8.69	7.82	MgO	30.07
CaO	0.60	0.33	0.29	0.46	0.10	CaO	0.01
Na ₂ O	0.61	0.00	0.03	0.04	0.03	Na ₂ O	0.00
K ₂ O	0.69	0.37	0.61	0.96	0.43	K ₂ O	0.01
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	F	0.00
Cl	0.01	2.03	0.00	0.05	0.01	Cl	0.00
P ₂ O ₅	0.03	0.39	0.11	0.29	0.02	P ₂ O ₅	0.00
Total	99.01	98.86	99.62	98.65	97.09	Total	98.63
Formula 11(O)						Formula 4(O)	
Si	2.643	2.750	2.720	2.715	2.789	Si	2.257
Ti	0.000	0.013	0.051	0.027	0.003	Ti	0.000
Al	1.814	1.786	1.739	1.675	1.749	Al	0.001
Fe ²⁺	1.938	1.896	1.876	1.889	1.893	Fe ²⁺	0.004
Mn	0.001	0.012	0.105	0.035	0.006	Mn	0.000
Mg	0.926	0.911	0.799	0.951	0.861	Mg	1.480
Ca	0.047	0.026	0.023	0.036	0.008	Ca	0.000
Na	0.087	0.000	0.004	0.006	0.004	Na	0.000
K	0.064	0.036	0.056	0.090	0.041	K	0.000
Cl	0.001	0.129	0.000	0.003	0.000	Cl	0.000
P	0.002	0.025	0.007	0.018	0.001	P	0.000
Total	7.524	7.584	7.379	7.447	7.355	Total	3.742
%K	2.193	1.259	2.061	3.076	1.452	%Ca	0.031
%Mg	31.632	32.059	29.243	32.456	30.796	%Mg	99.723
%Fe	66.175	66.682	68.696	64.468	67.753	%Fe	0.246

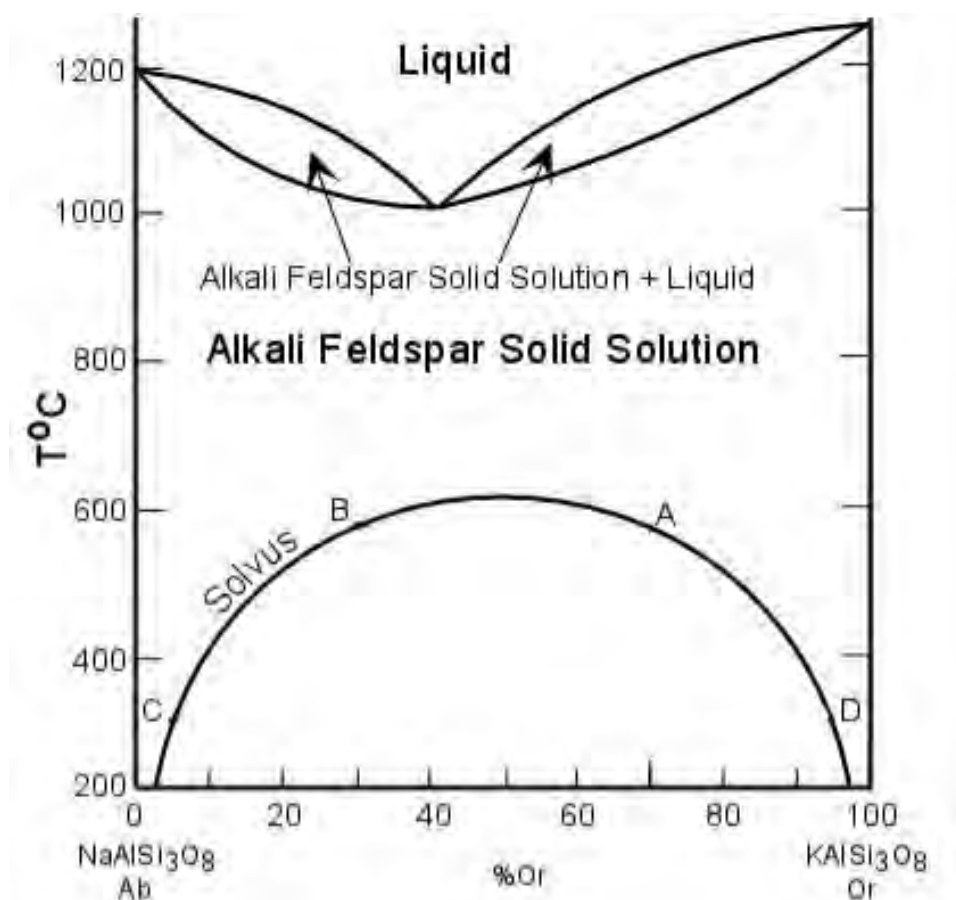


คำอธิบาย

- ◆ กลุ่มตัวอย่างหิน
- ▲ ผลวิเคราะห์จากลักษณะ Perthitic Feldspar

รูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพสัดส่วนระหว่าง K-Na-Ca ของแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ และเพลจิโอเคลส ซึ่งหินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วง Orthoclase และ Albite - Andesine (3-40%An) ตามลำดับ ยกเว้น Perthitic Feldspar ที่แสดงองค์ประกอบที่แตกต่างออกไป

จากรูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแร่เฟลจีโอเคลสกับแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ สามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มคือกลุ่มแรกประกอบด้วยแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงสัมพันธ์กับแร่เฟลจีโอเคลสกลุ่มแอลไบต์ (Albite) และกลุ่มที่สองประกอบด้วยแร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์ที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูง แต่ต่ำกว่ากลุ่มแรกสัมพันธ์กับแร่เฟลจีโอเคลสกลุ่มโอลิโกเคลส-แอนดีซีน (Oligoclase-Andesine) ซึ่งสัมพันธ์กับ Solvus curve (ตามรูปที่ 3.7) ของอัลคาไลเฟลด์สปาร์ ซึ่งเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง แร่จะประกอบด้วยธาตุโพแทสเซียมและโซเดียมสูงขึ้น



รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพการตกผลึกของแร่แอลไบต์ (Ab) หรือ $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ กับออร์โทเคลส (Or) หรือ KAlSi_3O_8 ที่อุณหภูมิต่างๆ (Brown and Parsons., 1989).

3.3 ธรณีเคมีของหินทั้งก้อน

การศึกษาตัวอย่างหินทางด้านธรณีเคมีด้วยเครื่อง X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) โดยใช้ analytical condition ที่ 220/380 V กระแสประมาณ 8 kVA, และค่าความถี่ 50 Hz เปรียบเทียบตัวอย่างมาตรฐานแร่ วิเคราะห์ปริมาณธาตุหลัก ธาตุรองในองค์ประกอบทางเคมีรวมของหิน โดยนำตัวอย่างหินทั้งหมด 15 ตัวอย่างไปบดแล้ววิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRF ผลวิเคราะห์ที่ได้เป็นปริมาณ Major Oxide และ Minor Oxide ประกอบด้วย SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O และ P_2O_5 ด้วยเงื่อนไขของการวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. ค่า Lower Limit Detection (LLD) จะต้องมีค่าน้อยกว่าความเข้มข้นของสารประกอบออกไซด์ที่วิเคราะห์ได้
2. รูปแบบของยอดกราฟ (Peak) ต้องตรงกับกราฟของธาตุที่วิเคราะห์ได้และในแต่ละกราฟต้องมีระยะห่างระหว่าง Peak กับ Background ห่างกัน
3. ค่า Overlap ซึ่งเป็นค่าที่แสดงกราฟที่เราวิเคราะห์ธาตุนั้นมีความน่าเชื่อถือมากเท่าใด หากค่า Overlap สูงแสดงว่าธาตุที่เราวิเคราะห์มีรูปแบบกราฟของธาตุนั้นเหมือนกันด้วย ความน่าเชื่อถือของกราฟของธาตุนั้นจึงน้อย

หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้จะนำไปพล็อตในแผนภูมิต่างๆ ทำเพื่อศึกษาลักษณะทางเคมีและจำแนกชนิดของหินแกรนิตต่อไป

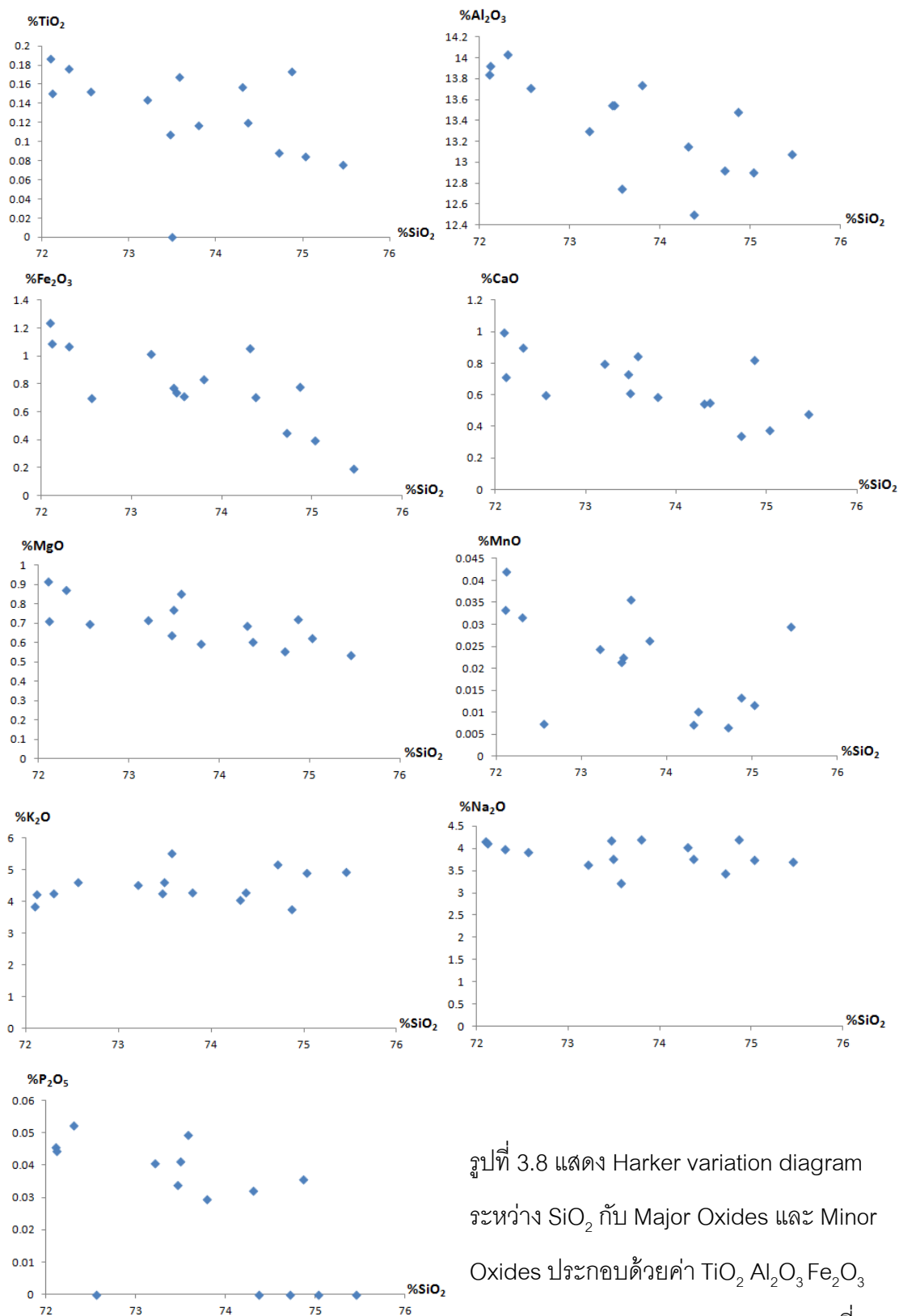
ตารางที่ 3.4 แสดงองค์ประกอบหลักและรอง วิเคราะห์โดยเครื่องมือ

X-ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) และผลจากการคำนวณ CIPW Norm

Major Oxide	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	3-1	3-04	3-2	4-2	4-3	4-4	5-1	5-2	5-3
SiO ₂	74.87	74.31	72.56	74.72	75.03	74.37	72.10	73.58	75.46	73.21	72.30	73.49	73.47	72.12	73.80
TiO ₂	0.17	0.16	0.15	0.09	0.08	0.12	0.19	0.17	0.08	0.14	0.18	BDL	0.11	0.15	0.12
Al ₂ O ₃	13.48	13.15	13.71	12.92	12.90	12.49	13.84	12.74	13.07	13.29	14.03	13.55	13.55	13.92	13.74
Fe ₂ O ₃	0.78	1.06	0.70	0.45	0.40	0.70	1.24	0.71	0.20	1.02	1.07	0.74	0.77	1.09	0.84
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03
MgO	0.72	0.69	0.70	0.55	0.62	0.60	0.92	0.85	0.54	0.71	0.87	0.77	0.64	0.71	0.59
CaO	0.82	0.55	0.60	0.34	0.38	0.55	0.99	0.84	0.48	0.80	0.90	0.61	0.73	0.72	0.58
Na ₂ O	4.20	4.03	3.91	3.43	3.74	3.77	4.15	3.21	3.70	3.63	3.99	3.77	4.18	4.11	4.20
K ₂ O	3.75	4.05	4.62	5.17	4.92	4.29	3.86	5.52	4.92	4.52	4.24	4.60	4.26	4.22	4.30
P ₂ O ₅	0.04	0.03	BDL	BDL	BDL	BDL	0.05	0.05	BDL	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03
LOI	0.78	0.88	0.88	0.62	0.55	0.67	0.80	0.43	0.55	0.70	0.73	0.85	0.68	1.33	0.72
Total	99.70	99.00	97.92	98.41	98.70	97.67	98.24	98.23	99.06	98.20	98.50	98.56	98.52	98.56	99.02
CIPW NORM															
Quartz	33.1	32.8	29.5	33.2	32.5	33.6	29.2	28.9	33.2	31.7	29.2	31.3	30.0	29.0	30.4
Plagioclase	39.4	36.7	36.3	30.9	33.7	34.8	39.9	27.9	33.8	34.5	38.1	34.6	39.0	38.3	38.4
Orthoclase	22.2	23.9	27.3	30.6	29.1	25.4	22.8	28.9	29.1	26.7	25.1	27.2	25.2	24.9	25.4
Corundum	1.1	1.2	1.1	1.0	0.7	0.6	1.1	0.0	0.8	1.0	1.3	1.3	0.8	1.3	1.1
Diopside	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hypersthene	2.5	2.8	2.4	1.8	2.0	2.2	3.6	2.6	1.5	2.9	3.3	2.9	2.4	3.0	2.4
Ilmenite	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.0	0.2	0.3	0.2
Magnetite	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Hematite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Apatite	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Na ₂ SO ₄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0

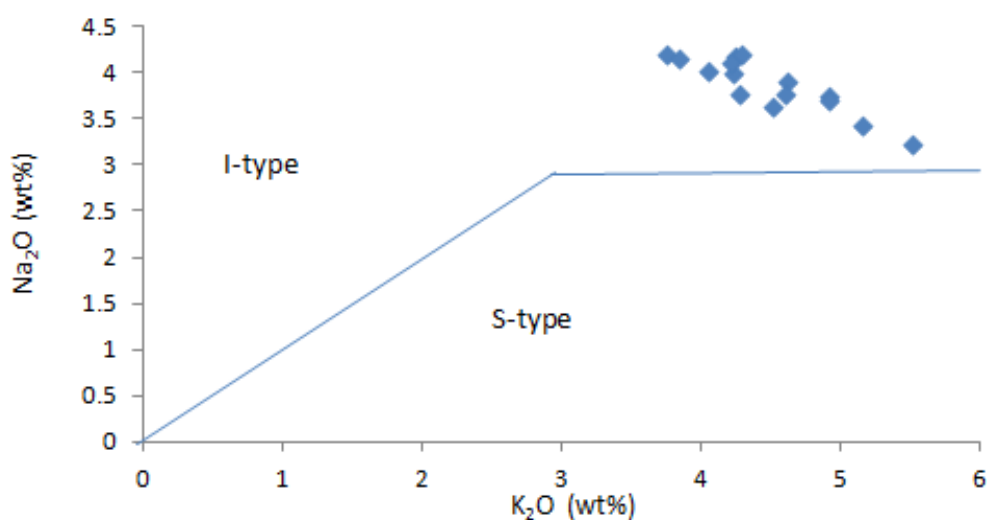
***BDL = Below Detection Limit

จากการวิเคราะห์ธรณีเคมีหินทั้งก้อน(Whole-rock geochemistry) ของหินแกรนิตในพื้นที่ศึกษาโดยเครื่องมือ X-ray Fluorescence Spectrometer (XRFs) (ตารางที่ 3.4) ประกอบด้วย SiO_2 มีปริมาณอยู่ในช่วง 72.10 – 75.46 %, TiO_2 มีปริมาณอยู่ในช่วง 0 – 0.19 %, Al_2O_3 มีปริมาณอยู่ในช่วง 12.49 - 14.02%, Fe_2O_3 มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.20 -1.24 %, CaO มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.34 - 0.99 %, MgO มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.54 - 0.92%, MnO มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.01 – 0.04 %, K_2O มีปริมาณอยู่ในช่วง 3.75 - 5.52 % Na_2O มีปริมาณอยู่ในช่วง 3.21 - 4.20 % และ P_2O_5 มีปริมาณอยู่ในช่วง 0 - 0.05% (ตามตารางที่ 3.4)

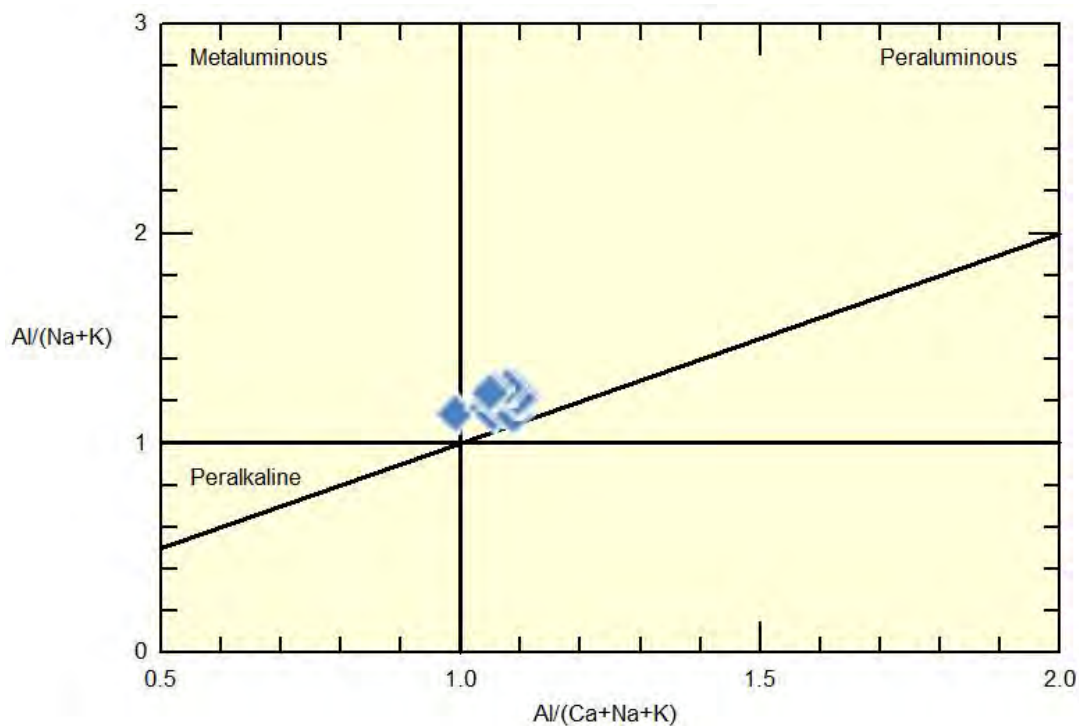


รูปที่ 3.8 แสดง Harker variation diagram ระหว่าง SiO₂ กับ Major Oxides และ Minor Oxides ประกอบด้วยค่า TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, MnO, K₂O, Na₂O และ P₂O₅ ที่กระจายตัวค่าแตกต่างกัน

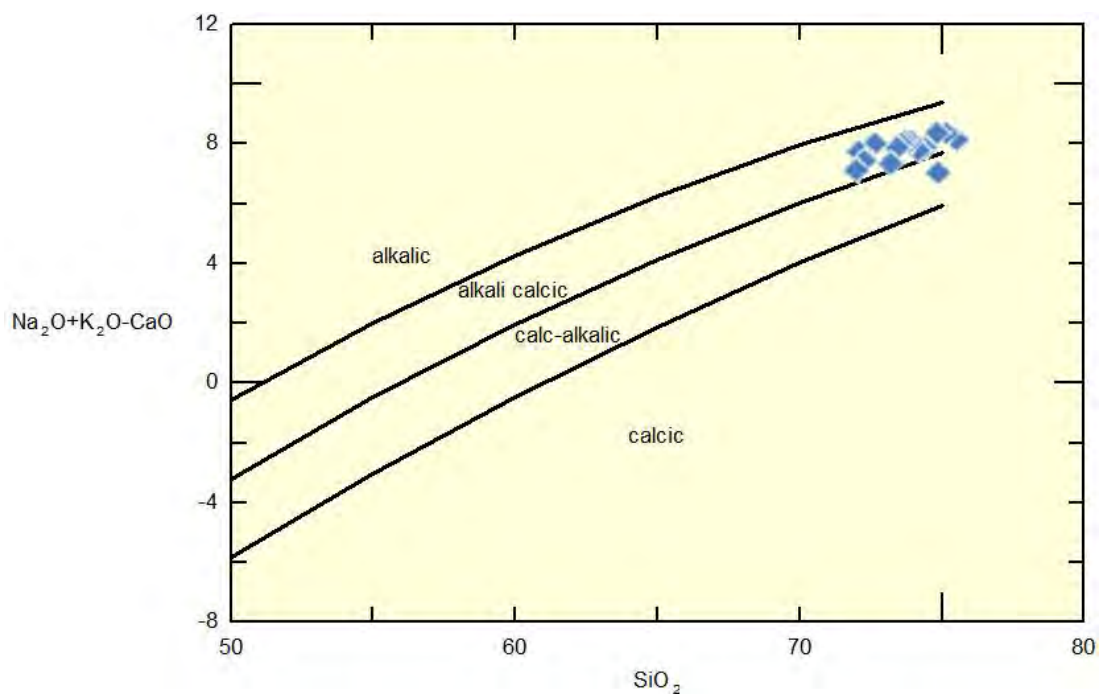
จาก Harker variation diagrams เป็นการพล็อตกราฟระหว่าง SiO_2 กับปริมาณ Major Oxide และ Minor Oxide อื่นซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.8 พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณ SiO_2 มีความสัมพันธ์กับปริมาณ Al_2O_3 , CaO , MgO , P_2O_5 , TiO_2 , MnO , Fe_2O_3 ที่ลดลง ขณะที่ปริมาณ K_2O และ Na_2O คงที่ ซึ่งหินในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดมีแนวการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่สัมพันธ์กัน และทำการพล็อตกราฟระหว่าง Na_2O กับ K_2O (Chappell and White, 2001) เพื่อจำแนกประเภทของหินแกรนิตพบว่าเป็น I-type granite (รูปที่ 3.9) ขณะที่การพล็อตระหว่าง Shand's index diagram (Maniar-Piccoli, 1989) แสดงว่าเป็นหินหนืดอะลูมิเนียมสูง (Peraluminous) (รูปที่ 3.10) และกราฟระหว่าง $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ ต่อ SiO_2 (Frost et al., 2001) แสดงชุดอัลคาไลแคลซิก (Alkali calcic) (รูปที่ 3.11)



รูปที่ 3.9 แสดงกราฟระหว่าง Na_2O กับ K_2O (Chappell and White, 2001) ของหินตัวอย่าง จากหินทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่ม I-type granite



รูปที่ 3.10 กราฟ Shand's index diagram (Shand, 1951) แสดงสัดส่วนระหว่าง $Al/(Na+K)$ กับ $Al/(Ca+Na+K)$ ซึ่งกลุ่มหินตัวอย่างจัดอยู่ในกลุ่ม Peraluminous



รูปที่ 3.11 กราฟแสดงสัดส่วนระหว่าง SiO_2 กับ Na_2O+K_2O-CaO ซึ่งกลุ่มหินตัวอย่างจัดอยู่ในกลุ่ม ชุดอัลคาไลแคลซิก (Alkali calcic) (Frost et al., 2001)

บทที่ 4: อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

กำเนิดหินอัคนี

สรุปผลการวิจัย

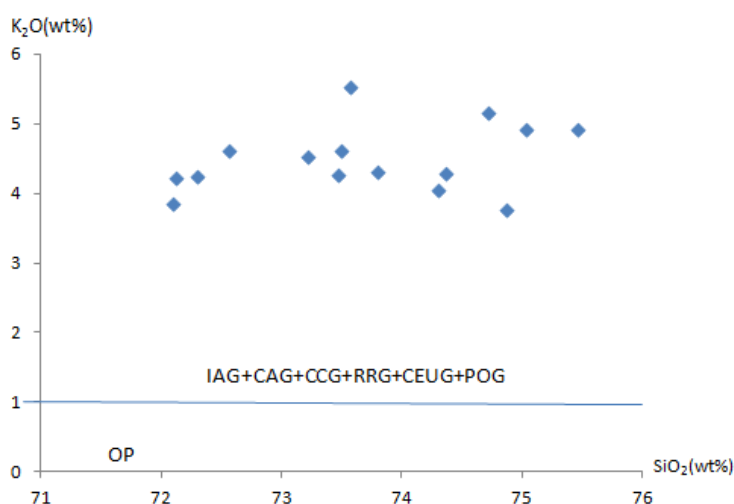
บทที่ 4

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

4.1 กำเนิดหินอัคนี

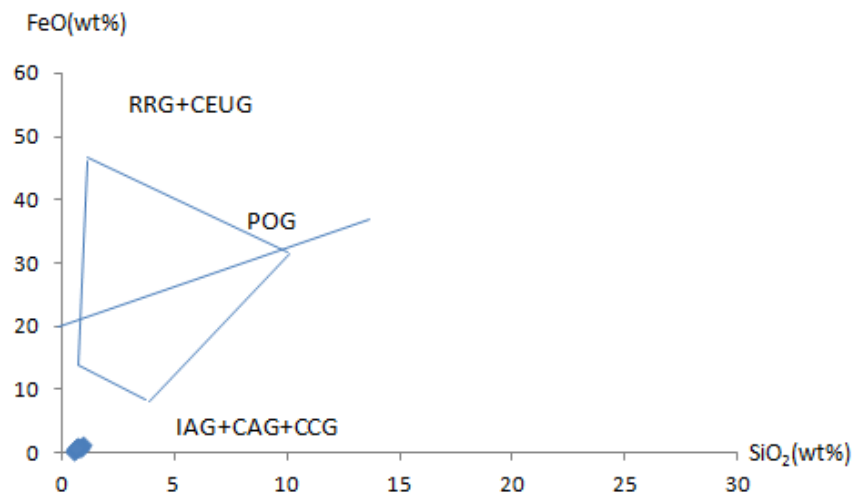
กลุ่มหินตัวอย่างทั้งหมดจัดอยู่ในประเภทหินมอนโซแกรนิตซึ่งมีแร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่ควอตซ์ แร่เฟลจีโอเคลส (กลุ่มแอลไบต์-แอนดีซีน) ,แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์(กลุ่มออร์โทเคลส) และแร่ไบโอไทต์ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแร่ของหินทั้งก้อน พบว่า เมื่อพล็อต Harker variation diagrams แสดงให้เห็นการเพิ่มขึ้นของปริมาณ SiO_2 มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TiO_2 , Al_2O_3 , MnO , MgO , CaO , P_2O_5 ที่ลดลง ขณะที่ปริมาณ Na_2O และ K_2O คงที่ ซึ่งมีแนวการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่สัมพันธ์กัน โดยหินทั้งหมดมาจากแหล่งกำเนิดของหินชนิดเดียวกัน คือชุดอัลคาไลแคลซิกและมีความเกี่ยวข้องกับการตกผลึกลำดับส่วนโดยตรงจากหินหนืด (magma differentiation) ดังนั้นหินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาจัดเป็น I- type granite

จากผลวิเคราะห์เคมีหินทั้งก้อนใช้ในการจำแนกประเภทการเกิดธรณีแปรสัณฐาน(รูปที่ 4.1-4.4)

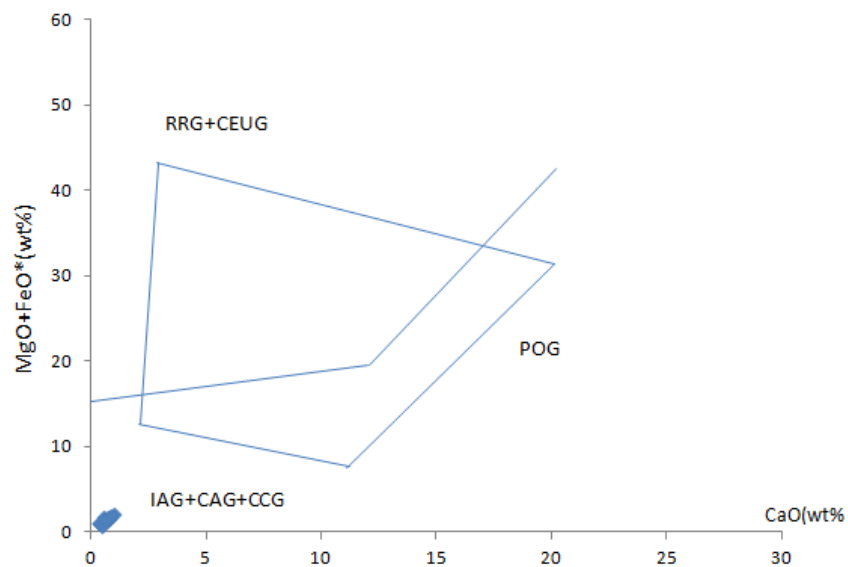


Note: IAG=Island arc granitoids, CAG= Continental arc granitoids, CCG=Continental collision granitoids, RRG=Rift-related granitoids, CEUG=Continental epigenic uplift granitoids, POG=Post-orogenic granitoids, OP=Oceanic plagiogranites.

รูปที่ 4.1 แสดงค่าระหว่าง K_2O กับ SiO_2 (Maniar and Piccoli, 1989) ในการจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งหินในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม IAG+CAG+CCG+RRG+CEUG+POG



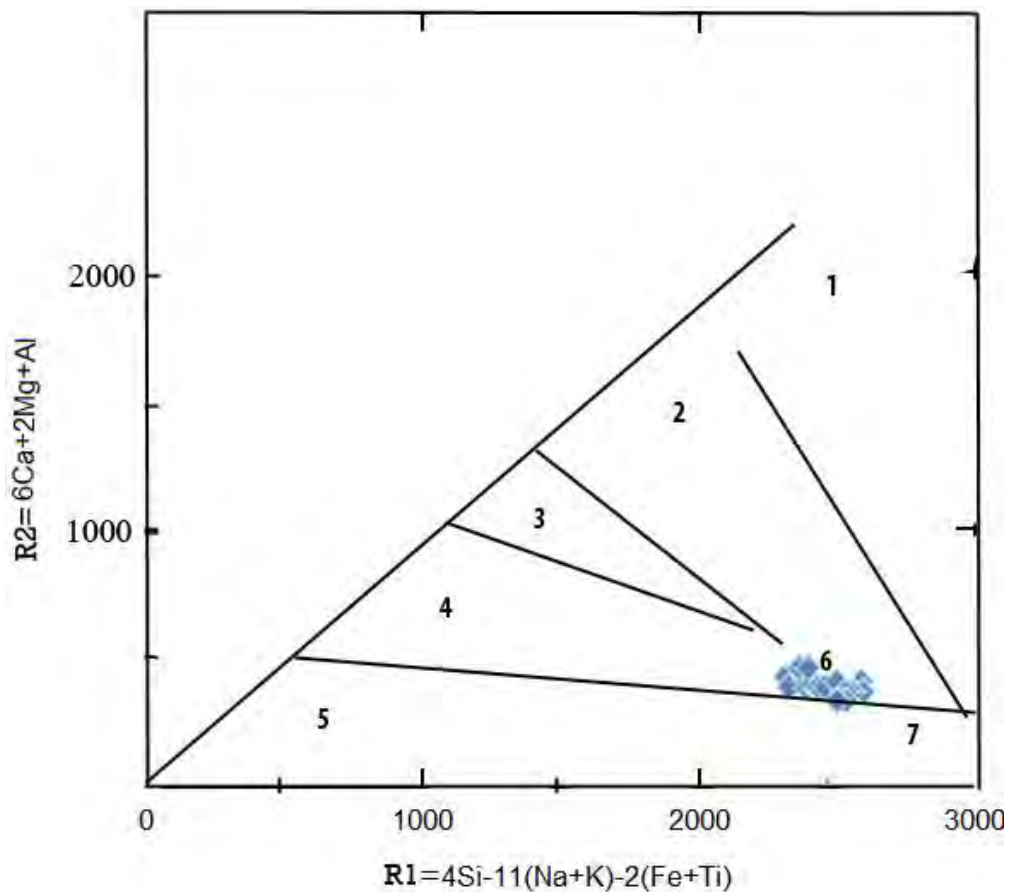
รูปที่ 4.2 แสดงค่าระหว่าง FeO กับ SiO_2 (Maniar and Piccoli, 1989) ในการจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งหินในพื้นที่ที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม IAG+CAG+CCG



Note: IAG=Island arc granitoids, CAG= Continental arc granitoids, CCG=Continental collision granitoids, RRG=Rift-related granitoids, CEUG=Continental epigenic uplift granitoids, POG=Post-orogenic granitoids, OP=Oceanic plagiogranites.

รูปที่ 4.3 แสดงค่าระหว่าง $\text{MgO}+\text{FeO}^*$ กับ CaO (Maniar and Piccoli, 1989) ในการจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐาน ซึ่งหินในพื้นที่ที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม IAG+CAG+CCG

จากการเมื่อดูกราฟระหว่าง SiO_2 กับ K_2O พบว่าอยู่ในกลุ่มที่เกิดจากธรณีแปรสัณฐานแบบ Island arc, Continental arc, Continental collision, Rift-related, Continentall epigenic uplift และ Post-orogenic ตามแผนภูมิของ Maniar and Piccoli, 1989 แต่เมื่อพล็อตค่าระหว่าง SiO_2 กับ FeO และ $\text{MgO}+\text{FeO}$ พบว่าค่านั้นอยู่ในกลุ่ม Island arc, Continental arc และ Continental collision ตามแผนภูมิของ Maniar and Piccoli, 1989 และเมื่อพล็อต R1 กับ R2 หินในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม Syn-collision ตามแผนภูมิของการจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐานของ Batchelor and Bowden (1985)



Note: 1 แทน Mantle Fractionates, 2 แทน Pre-plate collision, 3 แทน Post-collision uplift, 4 แทน Late-orogenic, 5 แทน Anorogenic, 6 แทน Syn-collision, 7 แทน Post-orogenic

รูปที่ 4.4 แสดงแผนภูมิการจำแนกประเภทธรณีแปรสัณฐานของ Batchelor and Bowden (1985) โดยคำนวณจากค่า R1 กับ R2 ใน ซึ่งหินในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่ม Syn-collision

งานวิจัยของจริญญา โนนสูง(2553) ได้ศึกษาหินแกรนิตบริเวณ กม.80 อำเภอนาดี้จังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งตั้งอยู่บริเวณทางใต้ของพื้นที่ศึกษา ค่อนไปทางตะวันออก พบว่าหินแกรนิตที่พบจัดอยู่ในกลุ่มมอนโซแกรนิต แกรโนไดโอไรต์ และมอนโซไดโอไรต์ ตามแผนภาพ QAP (Streckeisen, 1976) และจากการวิเคราะห์เคมีของหินทั้งก้อนพบว่า หินแกรนิตที่พบเกิดจากการตกผลึกตามลำดับจากหินหนืดที่หลอมมาจากหินอัคนี (I-type) สัมพันธ์กับผลวิเคราะห์ธรณีเคมีของหินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นหินแกรนิตที่พบเกิดจากการตกผลึกตามลำดับจากหินหนืดที่หลอมมาจากหินอัคนี (I-type)ซึ่งบ่งชี้ว่าหินแกรนิตในพื้นที่ศึกษาเป็นหินแกรนิตแนวตะวันออกจากข้อมูลทางเคมีและที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้หินแกรนิตบริเวณ กม.80 เป็นหินหนืดชนิด Calc-Alkaline ส่วนหินในพื้นที่ศึกษาเป็นหินหนืดชนิด Alkali-Calcic ที่เกิดการหลอมเหลวในบริเวณส่วนที่มุดตัวระดับตื้น น้ำทะเลสามารถปะปนระหว่างการหลอมกลายเป็นแมกมา ทำให้มีธาตุแคลเซียมปะปนสูงธาตุกลุ่มอัลคาไลน์ โดย จริญญา โนนสูง(2553) จัดธรณีแปรสัณฐานในอดีตในบริเวณ กม.80 อยู่ในกลุ่มแนวภูเขาไฟโค้งในมหาสมุทร(Oceanic Island Arc) สัมพันธ์กับหินในพื้นที่ศึกษาซึ่งจัดอยู่ในธรณีแปรสัณฐานแบบแนวภูเขาไฟโค้งในมหาสมุทรและทวีปและการชนกันของแผ่นทวีปตามแผนภูมิของ Maniar and Piccoli, 1989

หลักฐานจากงานวิจัยของ Jiratitipat (2010) สนับสนุนข้อมูลทางธรณีแปรสัณฐานเนื่องจากศึกษาหินแอมไฟโบไลต์ อำเภอวังน้ำเขียว ซึ่งอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา พบหินแอมไฟโบไลต์ที่มีองค์ประกอบเดิมเหมือนกับ Picrite basalt ที่เกิดในบริเวณ Oceanic island และ Oceanic Ridge ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเกิดรอยตะเข็บนำาน-อุตรดิตถ์ของ Charusiri et al.,2002 บริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ทางด้านเหนือของแนวรอยตะเข็บ ดังนั้นหินในพื้นที่ศึกษาอาจมีความสัมพันธ์กับแนวรอยตะเข็บนำาน-อุตรดิตถ์ และการชนของแผ่นฉาน-ไทยและแผ่นอินโดจีน เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลเคมีของหินทั้งก้อนในพื้นที่ศึกษา หินแกรนิตของพื้นที่เกิดบริเวณธรณีแปรสัณฐานแบบแนวภูเขาไฟโค้งในมหาสมุทรและทวีปและการชนกันของแผ่นทวีป

4.2 สรุปผลการวิจัย

กลุ่มหินตัวอย่างทั้งหมดจัดอยู่ในประเภท หินมอนโซแกรนิตซึ่งมีแร่องค์ประกอบหลัก คือ แร่ควอตซ์, แร่เฟลจีโอเคลส (กลุ่มแอลไบต์-แอนดีซีน), แร่อัลคาไลเฟลด์สปาร์(กลุ่มออร์โทเคลส) และแร่ไบโอไทต์ ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีแร่ของหินทั้งก้อนแสดงบนแผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของฮาร์เกอร์ (Harker variation diagrams) พบปริมาณ SiO_2 ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณ TiO_2 , Al_2O_3 , MnO , MgO , CaO , P_2O_5 ที่ลดลง ขณะที่ปริมาณ Na_2O และ K_2O คงที่ ซึ่งมีแนวการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่สัมพันธ์กัน โดยเกิดจากหินหนืดที่หลอมละลายหินอัคนี (I- type) และตกผลึกลำดับส่วนโดยตรงจากหินหนืดดังกล่าว (Magma differentiation) หินทั้งหมดมาจากแหล่งกำเนิดของหินหนืดเดียวกัน คือชุดอัลคาไลแคลซิก (Alkali-calcic) และเกิดธรณีแปรสัณฐานแบบแนวภูเขาไฟโค้งในมหาสมุทรและทวีปและการชนกันของแผ่นทวีปในช่วงที่กำลังชนกัน

รายการอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2550. ธรณีวิทยาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2(ฉบับปรับปรุง).กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์ดอกเบี๋ย, สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณีวิทยา, 628 หน้า.

จริญญา โนนสูง. 2553. ศิลาเคมีของหินแกรนิตบริเวณบ้านกม.80 อำเภอชาติ จังหวัดปราจีนบุรี,
รายงานตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Batchelor,R.A. and Bowden,P.1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series
using multicationic parameters. Chemical Geology,48:43-55

Brown, WL. and Parsons, I. 1989. Alkali feldspars: ordering rates, phase transformations
and behaviour diagrams for igneous rocks. Mineral Mag 53:25–4.

Bunopas, S.1981.Paleogeographic history of western Thailand and adjacent parts of
Southeast Asia – a plate tectonics interpretation. Ph.D.Thesis, Victoria University
of Wellington , New Zealand. (Reprinted 1982 as Geological Survey Paper No.
5,Department of Mineral Resources, Ministry of Industry,Thailand,810 p.)

Bunopas,S. and Vella,P. 1992. Geotectonics and geologic evolution of Thailand. National
Conference on “Geologic Resources of Thailand: Potential for Future
Development” 17-24 November 1992, Department of Mineral Resources, Bangkok,
Thailand: 209-226.

Chappell, B.W. and White, A.J.R.2001. Two contrasting granite types: 25 years later.
Australian Journal of Earth Sciences 45: 489-499.

Charusiri, P. 1989. Lithophile metallogenic epochs of Thailand: a geological and
geochronological investigation. Unpublished Ph.D. thesis, Queen's University,
Kingston, Canada, 819 pp.

- Charusiri, P., Clark, A.H., Farrar, E., Archibald, D. and Charusiri, B. 1993. Granite belts in Thailand: evidence from the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronological and geological syntheses. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* Vol.8:127-136.
- Charusiri, P., Daorerk V., Archibald D., Hisada Ken-ichiro and Amphiwan T. 2002. Geotectonic evolution of Thailand: Compilation and new synthesis. *Journal of the Geological Society of Thailand* No.1:71-96.
- Charusiri, C., Kosuwan, S. and Imsamut, S. 1997. Tectonic Evolution of Thailand: From Bunopas(1981)s to a new scenario. The International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific Bangkok, Thailand, 19-24 August 1997, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand:414-419.
- Cobbing, E.J., Pitfield, P E J., Darbyshire D.P.F and Mallick, D.I.J. 1992. The granites of the South East Asian tin belt. 10. England: HMSO
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J. 1966. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. 1st published. England: Longman Group Limited
- Frost, B. R., Arculus, R. J., Barnes, C. G., Collins, W. J., Ellis, D. J. and Frost, C. D. 2001. A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology* 42: 2033-2048.
- Funka, A. 2008. Petrography and geochemistry of igneous rocks at Khao Phra-Khao Sung area, Amphoe Nong Bua, Changwat Nakhonsawan. Senior Project, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University. 52p.(unplubl)
- Ishihara, S., Sawata, H., Shibata, K., Terashima, S., Arrykul, S. and Sata, K. 1980. Granites and Sn-W deposits of peninsular Thailand. *Mining Geology* 30:223-305.
- Jiratitipat, T. 2010. Amphibolite and relationship rocks from Amphoe Wang Nam Kaew, Changwat Nakorn Ratchasima. Senior Project, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University. 49p.(unplubl)

- Mahawat, C. 1982. The petrochemistry and geochemistry of the granitic rocks of the Tak Batholith, Thailand. Unpublished Ph.D. thesis, University of Liverpool. 186 pp.
- Maniar, P.D. and Poccili, P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, 101:635-643.
- Nakapadungrat, S. and Putthapiban, P. 1992. *Granites and associated mineralization in Thailand. National Conference on "Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development" 17-24 November 1992*, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand: 153-166.
- Phaisansin, P., Chenrai, P. and Charusiri, P. 2012. *Petrochemistry of Nakhon Ratchasima granitoid, Northeastern Thailand*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences: 90-94.
- Rollinson, Hugh R., 1993. *Using geochemical data: evaluate, presentation, interpretation*. 1st published. Singapore: Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- Shand, S.J., 1951. *Eruptive Rocks*. John Wiley, New York.
- Singharajwarapan, S. and Berry, R. 1999. *Tectonic implications of the Nan Suture Zone and its relationship to the Sukhothai Fold Belt, Northern Thailand*. Journal of Asian Earth Sciences 2000: 1-11.
- Streckeisen, A. L., 1976. *Plutonic rocks – classification and nomenclature*. Geotimes, 1:26-30.