หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่วิธีการเก็บตัวอย่างหินจากสนามจนถึงการจำแนกชื่อหินอัคนีจากผลโปรแกรมตามไดอะแกรม Q-A-P ของ ไอ ยู จี เอส อาจกล่าวโดยละเอียดได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 การเก็บตัวอย่างหินจากสนาม

หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์ทางธรณีวิทยาได้ออกไปสำรวจภาคสนามในท้องที่แล้ว จึงจำเป็นที่จะต้องนำหินตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ในห้องทดลองเพื่อการจำแนกชื่อหินที่ถูกต้อง วิธีการที่นำหินมาจากบริเวณที่สำรวจ โดยปกติมักอาศัยฆ้อนธรณี (geologic hammer) โดยต่อยออกมาจากหินโผล่ (outcrop) ให้มีขนาดประมาณเท่าฝ่ามือ แต่ในด้านการหาอายุหิน (dating) หรือด้านการวิจัยทางวิชาแร่ เช่น การหาผลึกแร่ การหาองค์ประกอบแร่ในหิน การศึกษาลักษณะการรวมตัวของแร่ต่าง ๆ ในหินและอื่น ๆ จะต้องใช้หินที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติพอสมควร สำหรับการจำแนกชื่อหินตามระบบ ซี ไอ พี ดับบลิว นั้น จะใช้หินที่มีขนาดประมาณ 4 ถึง 10 กิโลกรัม โดยอาศัย jack hammer เจาะเข้าไปในหินโผล่ให้มีความลึกประมาณ $1\frac{1}{2}$ ฟุต ถึง 2 ฟุต แล้วจึงฝังระเบิดเข้าไปในรูที่เจาะ จากนั้นจึงจะดำเนินการระเบิดหินหัวอย่างที่ต้องการออกมา หินตัวอย่างที่จะนำไปวิเคราะห์ทางเคมีในห้องทดลอง จึงอาจใช้หินย่อย ที่ได้จากการระเบิดไปทำการวิเคราะห์หาออกไซด์ธาตุและธาตุต่าง ๆ ตามต้องการ

3.2 การวิเคราะห์ทางเคมีจากหินตัวอย่าง

เมื่อได้หินตัวอย่างจากสนามแล้ว ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ทดลองเคมี จะต้องนำหินตัวอย่างนั้นมาย่อยหรือบดให้มีขนาดประมาณ 1 ถึง 2 ซม. จากนั้นจึงจำเป็นต้องคัด

เลือกหินตัวอย่างที่ไม่มีมลทินจากการย่อยหรือบด หรือจากการกัดกร่อนตามธรรมชาติทั้งทางเคมีและทางฟิสิกซ์ เมื่อได้หินตัวอย่างตามต้องการแล้วจึงสุ่มเอาหินนั้นมา บดต่อจนมีความละเอียดประมาณ 100 mesh แล้วจึงทำผงตัวอย่างที่ได้ประมาณ 0.50 กรัมมาชั่งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด (ซึ่งชั่งได้ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

ตามปกติการวิเคราะห์ทางเคมี จะแบ่งกลุ่มของออกไซด์ธาตุ และธาตุออกเป็น 7 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, H_2O และ TiO_2

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย Na_2O และ K_2O

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ CO_2

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ P_2O_5

กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วย SO_3 และ S

กลุ่มที่ 6 ได้แก่ Cl

กลุ่มที่ 7 ประกอบด้วย F และ MnO

กลุ่มที่ 1 จะใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 7 วัน และกลุ่มที่ 2 ถึงกลุ่มที่ 7 จะใช้เวลาในการวิเคราะห์กลุ่มละประมาณ 1-2 วัน

ในการคำนวณหาออกไซด์ธาตุและธาตุต่าง ๆ ตามปกตินักเคมีจะใช้ทศนิยม 4 ตำแหน่งโดยตลอด หลังจากได้ค่าต่าง ๆ แล้ว จึงทำการปัดทศนิยมให้เหลือเพียง 2 ตำแหน่งตามความต้องการในทางธรณีวิทยา

3.3 การหาแร่นอร์มตามระบบ ซี ไอ ฟี ดับบลิว

เมื่อได้ค่าร้อยละโดยน้ำหนักของออกไซด์ธาตุและธาตุต่าง ๆ แล้ว จึงนำมาหาสัดส่วนโมเลกุลก่อน โดยเอาน้ำหนักโมเลกุลของออกไซด์ธาตุหรือธาตุไปหารค่าร้อยละโดยน้ำหนักที่ได้จากนั้นจึงนำไปคำนวณหาจำนวนโมเลกุลของแร่แต่ละชนิดตามระบบ ซี ไอ ฟี ดับบลิว

ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 หัวข้อ 2.5.3

ค่าต่าง ๆ เหล่านี้ย่อมหมายถึงสัดส่วนโมเลกุลค่าใหม่ ซึ่งได้จากการคำนวณตามระบบ ซี ไอ ดับบลิว และถูกกำหนดไว้ในสดมภ์ที่ 18 ของผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อนำน้ำหนักโมเลกุลของแร่แต่ละตัวคูณกับสัดส่วนโมเลกุลค่าใหม่ ค่าที่ได้จะเป็นค่านอร์มต่าง ๆ จากนั้นจึงนำมาจัดกลุ่มของแรนอร์ม หรือแร่มาตรฐาน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่[1] ดังนี้คือ

3.3.1 กลุ่มซาลิค (Salic group)

กลุ่มซาลิคประกอบด้วย quartz (Q), feldspar (F), lenad หรือ feldspathoids (L) และ corundum

Quartz หมายถึง free quartz

Feldspar หมายถึง orthoclase, albite และ anorthite

Lenad หมายถึง nepheline และ leucite

3.3.2 กลุ่มเฟมิค (Femic group)

กลุ่มเฟมิคประกอบด้วย

P หมายถึง acmite, diopside, wollastonite และ hypersthene

O หมายถึง olivine

M หมายถึง magnetite, hematite และ ilmenite

A หมายถึง pyrite, apatite และ calcite

จากนั้นจึงนำค่าของแรนอร์มเหล่านี้ไปหา differentiation index ซึ่งได้จาก

---

[1] Albert Johannsen, A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks. Introduction, Textures, Classification and Glossary. 1 (Illinois : The University of Chicago Press,Chicago, 1931) :88.

ผลบวกของแร่ quartz, orthoclase, albite, nepheline และ leucite

และเพื่อให้การจำแนกชื่อหินอัคนีประเภทแอซิดเป็นไปตามไดอะแกรม Q-A-P ของไอ ยู จี เอส จะต้องนำค่านอร์มของแร่ quartz, orthoclase และplagioclase มาทำการคำนวณใหม่ด้วยการเทียบให้แร่แต่ละชนิดมีจำนวนเท่ากับ 100 เสียก่อน ทั้งนี้เพราะไดอะแกรมนี้กำหนดให้แร่แต่ละชนิดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 100

3.4 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จุดประสงค์ของผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิจัยนี้ก็เพื่อหากลุ่มของแร่มาตรฐานหรือแร่นอร์ม ค่า differentiation index ค่าเปอร์เซนต์นอร์มที่แท้จริงของแร่ quartz, orthoclase และplagioclase และกำหนดชื่อหินจากผลการคำนวณนอร์มออกมาด้วย ส่วนสำคัญของโปรแกรมจะประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูล ตัวโปรแกรม และหน่วยแสดงผล

3.4.1 ผังงานคอมพิวเตอร์ (Flow chart)

ผังงานหมายถึงสัญญลักษณ์หรือเครื่องหมายต่าง ๆ ที่แสดงถึงลำดับขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผังงานนอกจากจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องแล้ว ยังสามารถช่วยให้บุคคลอื่นที่ไม่มีความรู้ทางภาษาคอมพิวเตอร์ได้เข้าใจถึงการทำงานของโปรแกรม

ผังงานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

3.4.2 ความหมายของสัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สัญญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้นั้นมีความหมายเกี่ยวข้องกับโปรแกรมดังต่อไปนี้

PA (J) = Percentage analyses คือข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี

SAVE (I,J) = Molecular norms ที่เก็บไว้ใน array ต่าง ๆ

XMP (I) = Molecular proportions

NAME (I) = Locality name of data

NSP (I) = Sample number

NMIN (I) = name of normative minerals

MW (J) = Molecular weights of oxides

MWT (I) = Total molecular weight of normative minerals

Q = Normative quartz

F = Normative feldspars (Orthoclose + albite + anorthite)

AL = Lenad or feldspathoids (nepheline + leucite)

C = Normative corundum

P = Sum of acmite, diopside, wollastonite and hypersthene

O = Olivine

AM = Sum of magnetite, hematite and ilmenite

A = Sum of pyrite, apatite and calcite

DI = Differentiation index

QZ = Converted normative quartz

XOR = Converted normative orthoclase

PL = Converted normative plagioclase

3.4.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตัวโปรแกรมได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ได้พิมพ์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แอค 2200/200 ที่คณะวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับระบบของโปรแกรมทั้งหมดได้ใช้ memory ไปประมาณ 8 Kword ใช้เวลาในการคำนวน 4 นาที ต่อข้อมูล 33 ชุด

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้งหมดมีส่วนประกอบตามลำดับดังนี้

3.4.1.1 Control cards

Control cards เป็นบัตรชุดแรกของโปรแกรมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการ compile และแปล source language ให้เป็น machine language

พร้อมทั้งให้พิมพ์ตัวโปรแกรมและผลทั้งหมดออกมา สำหรับเครื่องนี้แอค 2200/200 มีลักษณะของ control card คือ JOBLD, NOLIST โดยเริ่มเจาะตั้งแต่สดมภ์แรก ในบัตรเรื่อยไป

อนึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมี characters ใน control cards แตกต่างกันออกไป การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปใช้งานจึงต้องรู้ลักษณะ control cards ของแต่ละเครื่องว่าเป็นอย่างไรด้วย

3.4.3.2 Source program decks

Source program decks หมายถึงส่วนของโปรแกรมหลักทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยส่วนอ่านข้อมูล ส่วนคำนวณและส่วนพิมพ์ผล

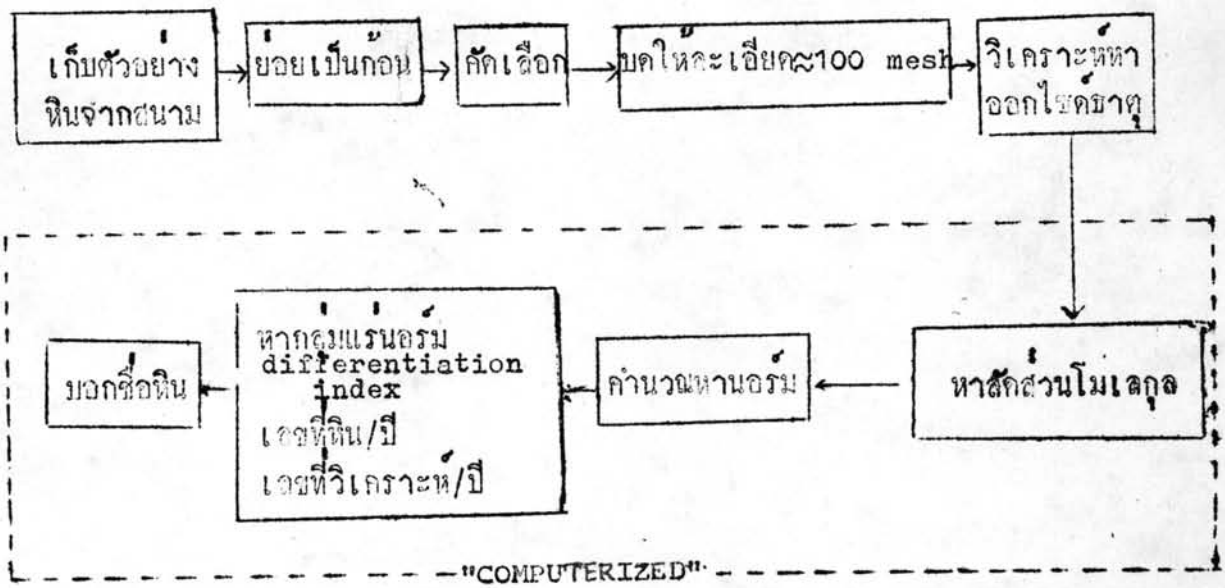
3.4.3.3 Data control card

สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ใช้ data control card ใบเดียวก็เพียงพอสำหรับงานทั่ว ๆ ไป โดยใส่บัตรนี้ไว้หลังกระทงความ END ในตัวโปรแกรม การเจาะบัตรจะเริ่มจากสดมภ์แรกเรื่อยไปดังนี้ *DATA บัตรนี้จะมีหน้าที่บอกให้เครื่องคอมพิวเตอร์นำเอาส่วนของข้อมูลทั้งหมดเข้าไปคำนวณเพื่อหาค่าต่าง ๆ ที่เขียนไว้ในตัวโปรแกรมออกมา

3.4.3.4 Data decks

Data decks เป็นส่วนของบัตรข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลที่ทดลองนี้ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี มีทั้งหมด 33 ชุด และข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี อันเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยการกำเนิดคีมุกจากหินอัคนีประเภทแอซิดตามเส้นทางสอดแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และบริเวณจังหวัดตาก

วิธีการดำเนินงานทั้งหมดอาจแสดงให้เห็นในรูปผังงานอย่างคร่าว ๆ ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงผังงานวิธีการดำเนินงาน

3.5 วิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

เนื่องจากผู้เขียนโปรแกรมแต่ละคนมีแนวความคิดในการเขียนโปรแกรมแตกต่างกัน แต่มีจุดมุ่งหมายเหมือนกันที่จะให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นใช้งานได้ตามความต้องการ ดังนั้นขั้นตอนในการทำงาน ชีดจำกัด ตลอดจนการรับข้อมูล ย่อมแตกต่างกันออกไปด้วย ทั้งนี้แล้วแต่วิธีการที่เขียน และประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง

การได้ศึกษาและเรียนรู้ถึงส่วนสำคัญเหล่านี้ของโปรแกรม นอกจากจะช่วยในการแปลความหมายได้แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์กับหินตัวอย่างประเภทเดียวกันที่ได้จากบริเวณอื่นเพื่อการจำแนกชื่อหินอัคนีอีกด้วย

3.5.1 ชีดจำกัดของโปรแกรม

ตัวโปรแกรมที่เขียนขึ้นทั้งหมดได้ถูกกำหนดให้มีชีดจำกัดเพียงพอในการคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดหินอัคนีประเภทแอซิดดังนี้

3.5.1.1 หน่วยรับข้อมูล ประกอบด้วย

ก. PA (17) มีทั้งหมด 17 ค่า เป็นค่าของผลการวิเคราะห์ทางเคมีของ SiO_2, AL_2O_3, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, H_2O, CO_2, TiO_2, P_2O_5,

SO_3, S, Cl, F และ MnO

ข. MW (17) เป็นค่าน้ำหนักโมเลกุลของออกไซด์ธาตุและธาตุต่าง ๆ ใน PA (17) จึงมีทั้งหมด 17 ค่าเช่นเดียวกัน ในที่นี้กำหนดให้เป็นเลขจำนวนเต็มซึ่งมีค่าคงที่ตลอดเวลาที่ใช้ในการคำนวณข้อมูลแต่ละชุด เรียงตามลำดับดังนี้

SiO_2 = 60

Al_2O_3 = 102

Fe_2O_3 = 160

FeO = 72

MgO = 40

CaO = 56

Na_2O = 62

K_2O = 94

H_2O = 18

CO_2 = 44

TiO_2 = 80

P_2O_5 = 142

SO_3 = 80

S = 32

Cl = 35

F = 19

MnO = 71

ค. MWT (22) เป็นค่าน้ำหนักโมเลกุลของแร่นอร์ม ซึ่งประกอบด้วยออกไซด์ของธาตุต่าง ๆ มีทั้งหมด 22 ค่า และเป็นเลขจำนวนเต็มเช่นเดียวกัน ได้แก่

Quartz = 60

Orthoclase = 556

Albite = 524

Anorthite = 278

Leucite = 436

Nepheline = 234

Corundum = 102

Acmite = 462

Calcium Diopside = 116

Magnesium Diopside = 100

Ferrous Diopside = 132

Wollastonite = 116

Magnesium Hypersthene = 100

Ferrous Hypersthene = 132

Magnesium Olivine = 140

Ferrous Olivine = 204

Magnetite = 232

Hematite = 160

Ilmenite = 152

Pyrite = 120

Apatite = 336

Calcite = 100

ง. NAME (40) มีไว้เพื่อบอกชื่อสถานที่ ตำแหน่ง วันที่ของการเก็บข้อมูลว่ามาจากใคร ที่ไหน เมื่อไร สามารถบอกได้ทั้งตัวเลขและตัวอักษร โดยกำหนดไว้ในบัตรเพียง 1 ใบ เริ่มเจาะบัตรตั้งแต่สดมภ์แรก ถึงสดมภ์สุดท้าย และมีทั้งหมด 80 สดมภ์ด้วยกัน

จ. NSF (4), NLAB, NYR เป็นบัตรข้อมูลอีกใบหนึ่งเพื่อบอกให้รู้ถึงเลขที่หินตัวอย่าง เลขที่จากห้องปฏิบัติการ และปีที่ทำการวิเคราะห์ของข้อมูลแต่ละชุด

โดยสามารถบอกตัวเลขได้สูงสุดถึง 4 ตำแหน่ง บัตรนี้สามารถบอกได้ทั้งตัวเลขและตัวอักษรเช่นกัน

3.5.1.2 ตัวโปรแกรมประกอบด้วย

ก. SAVE (22,19) เป็นค่าต่าง ๆ ของออกไซด์ธาตุ และธาตุที่ได้จากการคำนวณตามระบบซี ไอ ที ดับบลิว โดยเก็บไว้ในรูป array ซึ่งมีทั้งหมด 22 แถว 19 สดมภ์ จึงสามารถให้ค่าสูงสุดได้ทั้งหมด 418 ค่า

ข. XMP (17) เป็นค่า สัดส่วนโมเลกุลที่ได้จากการเอาน้ำหนักโมเลกุลของออกไซด์ของธาตุต่าง ๆ ไปหารค่าที่ได้จากผลการวิเคราะห์ทางเคมี หรือค่า . PA (J) แล้วเก็บไว้ในที่ของ XMP (17) ซึ่งมีทั้งหมด 17 ค่า

ค. NMIN (22) แทนชื่อย่อ แร่นอร์มทั้งหมด ตามข้อ ก. ในหัวข้อ 3.5.1.1 ตามลำดับทั้งหมด 22 ค่า ได้แก่ QZ, OR, AB, AN, LE, NE, C, AC, DI1, DI2, DI3, WO, HY1, HY2, OL1, OL2, MT, HM, IL, PR, และ CC

3.5.1.3 หน่วยแสดงผล

การพิมพ์ข้อมูลและผลลัพธ์ต่าง ๆ นอกจากแสดงไว้ในรูปตารางแล้ว ในขั้นสุดท้ายก่อนการกำหนดชื่อหินยังได้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์พิมพ์ค่าของกลุ่มแร่มาตรฐานหรือกลุ่มแร่นอร์มออกมาอีก ได้แก่ Q, F, L, C, P, O, M,และ A สำหรับความหมายของสัญญลักษณ์ ได้แสดงไว้แล้วในหัวข้อ 3.4.1 โดยที่ AL และ AM คือ L และ M ตามลำดับความแตกต่างนี้เพื่อให้สะดวกในการเขียนโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้ยังได้พิมพ์ค่าของ SALIC, FEMIC, TOTAL, DIFFERENTIATION INDEX, converted QUARTZ, ORTHOCLASE, PLAGLOCLASE, SAMPLE NUMBER, LAB NUMBER และปีที่ทำการวิเคราะห์หินตัวอย่างพร้อมทั้งให้พิมพ์ชื่อหินอัคนีอีกด้วย

ค่าอื่น ๆ นอกเหนือจากค่าเหล่านี้จะไม่ได้พิมพ์ออกมาซึ่งค่าทั้งหมดนี้ก็เพียงพอที่จะนำไปใช้งานการจำแนกชื่อหินอัคนีประเภทแอซิด และการกำเนิดหินอัคนีแล้ว

3.5.2 การจัดลำดับข้อมูล

การจัดลำดับข้อมูลต้องจัดตามลำดับก่อนหลังตามการอ่านของโปรแกรม ดังนี้

บัตรใบที่	สดมภ์ที่	เฟตฟิกัด	ตัวแปร
1	1-68	17F4.0	MW (J)
2	1-66	22F3.0	MWT(I)
3	1-80	40A2	NAME
4-5	1-72 และ 1-30	12F6.2	PA(J)
6	1-18	4A2,1X,A4,1X,A4	NSP,NLAB,NYR

สำหรับบัตรใบที่ 4-5 จะเป็นบัตรข้อมูลที่ได้จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของออกไซด์ธาตุและธาตุต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งหมดไม่เกิน 17 ค่า ส่วนบัตรใบที่ 6 บอกให้รู้ถึงเลขที่ของหินตัวอย่าง เลขที่จากห้องปฏิบัติการทางเคมี และปีที่ทำการวิเคราะห์หินตัวอย่าง ตัวเลขและตัวอักษรเหล่านี้ จะต้องเป็นไปตามเฟตฟิกัดดังกล่าวแล้ว

ในกรณีที่มีข้อมูลหลายชุด ก็สามารถที่จะเรียงซ้อน ๆ กันเข้าไปหลังบัตรใบที่ 6 และบัตรใบสุดท้ายของข้อมูลให้เจาะเครื่องหมายลบไว้หน้าตัวเลขข้อมูลตามเฟตฟิกัดที่กำหนด อาจใช้เพียงค่าแรกค่าเดียวก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ตรวจข้อมูลชุดสุดท้าย พร้อมทั้งนับจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ และสถานที่ที่เก็บหินตัวอย่าง

3.5.3 ตัวอย่างผลโปรแกรม

ตัวอย่างผลโปรแกรมได้แสดงไว้แล้วในภาคผนวก ง. โดยเลือกจากผลตัวอย่างที่แตกต่างกันออกมามีทั้งหมด 6 ตัวอย่าง สำหรับรายละเอียดการอภิปรายผลจะได้กล่าวในบทต่อไป

3.5.4 การแปลความหมายจากผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เมื่อนำค่า MPROP หรือสัดส่วนโมเลกุลค่าใหม่ที่ได้จากการคำนวณหานอร์มในสดมภ์ที่ 18 ของผลโปรแกรมคูณกับน้ำหนักโมเลกุลของแร่ จะได้ค่าของ PNORM หรือเปอร์เซนต์นอร์ม (percentage norms) ในสดมภ์ที่ 19 ของผลโปรแกรม และ

จากค่า PNORM เหล่านี้จึงจะจัดเป็นกลุ่มแร่นอร์ม หรือแร่มาตรฐานขึ้น ในกรณีของหินอัคนีประเภทแอซิด ค่าของ L และ O จะมีค่าเท่ากับศูนย์ เพราะแร่ทั้งสองกลุ่มนี้จะไม่เกิดร่วมกับหินอัคนีประเภทนี้เลย

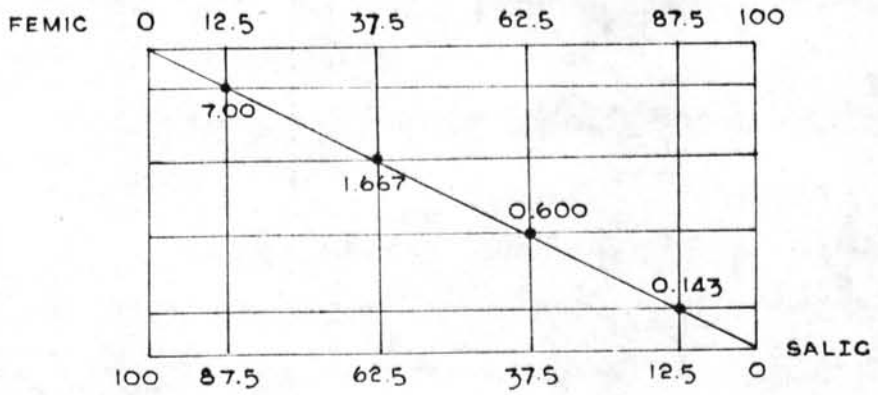
จากค่าของ PNORM จึงนำมาจัดเป็นกลุ่มซาลิค และกลุ่มเฟมิค ตามระบบ ซี ไอ พี ดับบลิว

กลุ่มซาลิค เป็นแร่ที่มีองค์ประกอบของซิลิกาสูง ออกไซด์ของธาตุอะลูมิเนียมและแอลคาไลน์ (โซเดียม, โปแตสเซียม) จะมีปริมาณมากเช่นเดียวกัน ในทางตรงกันข้าม กลุ่มเฟมิกจะหมายถึงแร่ที่มีองค์ประกอบของซิลิกา และออกไซด์ของธาตุอะลูมิเนียมและแอลคาไลน์อยู่น้อยหรือไม่มีเลย ขณะเดียวกันปริมาณธาตุเฟอโรแมกนีเซียมและแคลเซียมจะเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นแร่ประกอบ (accessorial minerals) ซึ่งเป็นแร่ที่มีปริมาณน้อยในหิน อันได้แก่ magnetite, hematite, ilmenite, apatite, pyrite และ calcite จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเฟมิค เช่นเดียวกัน

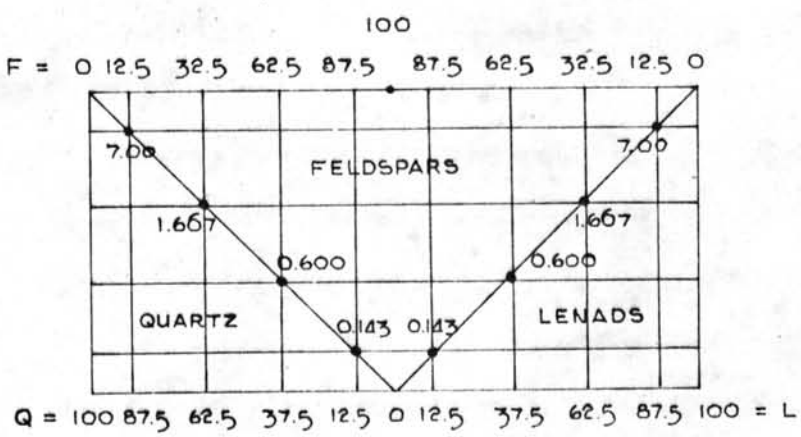
ดังนั้นปริมาณเป็นร้อยละของกลุ่มซาลิคจะได้จากผลรวมของกลุ่มแร่ Q,F,L และ C ส่วนปริมาณเป็นร้อยละของกลุ่มเฟมิคจะได้จากผลรวมของกลุ่มแร่ P,O,M และ C ที่มีอยู่ในหินอัคนี.

หลังจากได้ค่าของกลุ่มซาลิคและกลุ่มเฟมิคแล้ว ในระบบ ซี ไอ พี ดับบลิว ยังได้นำค่าเหล่านี้มาหา Class, Subclass, Order, Suborder, Rang และ Subrang เอีกด้วย โดยกลุ่มย่อยเหล่านี้จะบอกให้รู้ถึงแร่นอร์มตัวไหนมากกว่ากัน:

ในการแบ่งชื่อ Class นั้น จะคิดจากตารางรูปห้าช่อง (fivefold divisions) ค่าในแต่ละช่องจะแบ่งตามค่าจำกัด (li iting value) ซึ่งคิดเป็นร้อยละจากกลุ่มซาลิค และกลุ่มเฟมิค ค่าจำกัดนี้แบ่งได้เป็น 5 ช่วงคือ ตั้งแต่ 100-87.5%, 87.5-62.5%, 62.5-37.5%, 37.5-12.5% และ 12.5-0% เนื่องจาก class ต่าง ๆ คิดจากอัตราส่วนของกลุ่มซาลิคและกลุ่มเฟมิค ค่าเหล่านี้ในตารางจึงเกิดจากจุดตัดของค่าจำกัดกับเส้นทะแยงมุมที่ลากจากจุด 0% ของกลุ่มซาลิคไปยัง 0% ของกลุ่มเฟมิค ตามตารางที่ 3.1



ตารางที่ 3.1 การแบ่งชั้น Classes ต่าง ๆ ในระดับชั้นของตับบาส
จากตารางรูปก้างปลา



ตารางที่ 3.2 การแบ่งชั้น Orders ต่าง ๆ ในระดับชั้นของตับบาส
จากตารางรูปก้างปลา

3.5.4.1 Class ต่าง ๆ ดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 5 Classes ดังนี้

1. Persalic อัตราส่วน Salic: Femic มากกว่า 7.00
2. Dosalic อัตราส่วน Salic: Femic อยู่ระหว่าง 7.00 ถึง 1.667
3. Salfemic อัตราส่วน Salic: Femic อยู่ระหว่าง 1.667 ถึง 0.60
4. Dofemic อัตราส่วน Salic: Femic อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 0.143
5. Perfemic อัตราส่วน Salic: Femic น้อยกว่า 0.143

3.5.4.2 Subclass ขึ้นอยู่กับสัดส่วนบางตัวของกลุ่มซาลิคและกลุ่มเฟมิค ดังนี้

Salic { Part 1 : Q,F,L
Part 2 : C

Famic { Part 1 : P,O,M
Part 2 : A

3.5.4.3 Order ขึ้นอยู่กับสัดส่วนโมเลกุลแร่นอร์มของ Q, F และ L โดยที่ Q และ L ตามทฤษฎีจะไม่อาจเกิดร่วมกันได้ การหา Order จึงหาได้จากอัตราส่วนของ Q กับ F หรือ L กับ F

ค่าของ Order ต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2 และแบ่ง Order ออกตาม class ต่าง ๆ ได้ดังนี้

ก. Order ของ Class 1, 2 และ 3

Order1 (perqualic) : Quartz extreme over feldspars
Order2 (feldoquaric) : Quartz dominant over feldspars
Order3 (Quarfelic) : Quartz and feldspars equal

Order4 (Quardofelic) : Feldspars dominant over quartz

Order5 (perfelic) : Feldspars extreme over quartz or lenads

Order6 (lendofelic) : Feldspars dominant over lenads

Order7 (lenfelic) : Feldspars and lenads equal

Order8 (feldolenic) : Lenads dominant over feldspars

Order9 (perlenic) : Lenads extreme over feldspars

ข. Order ของ Class 4 และ 5

Order1 (perpolic) : P + O extreme over M

Order2 (dopolic) : P + O dominant over M

Order3 (polmitic) : P + O approximately equal to M

Order4 (domitic) : M dominant over P + O

Order5 (permitic) : M extreme over P + O

และ Order 1,2,3 ใน Class 4 และ 5 ยังแบ่งออกเป็น sections ต่าง ๆ คือ

Section1 (perpyric) : P extreme over O

Section2 (dopyric) : P dominant over O

Section3 (pyrolic) : P and O equal

Section4 (domolic) : O dominant over P

Section5 (perolic) : O extreme over P

Order 4 Class4 และ 5 แบ่งออกเป็น

Section1-2(prepyric) : P preponderant over O

Section3 (pyrolic) : P and O equal

Section4-5(preolic) : O extreme over P

ส่วน Order 5 ใน Class 4 และ 5 ไม่ได้แบ่งย่อยออกเป็น Sections

3.5.4.4 Suborder ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งออกมา ทั้งนี้เพราะเกิดในลักษณะที่คล้ายคลึงกับ Order นั่นเอง

3.5.4.5 Rang ในการแบ่ง Rang นี้จะแบ่งตามความแตกต่างโมเลกุลของออกไซด์ขาดุ โดยไม่ได้แบ่งตามโมเลกุลแร่

ก. Rang ใน Class 1,2 และ 3 ได้จากอัตราส่วนของ Total salic alkalies กับ salic lime ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

Rang1 (peralkalic) : Salic alkalies extreme over salic lime

Rang2 (domalkalic) : Salic alkalies dominant over salic lime

Rang3 (calcimiric) : Salic alkalies and salic lime equal

Rang4 (docalcic) : Salic lime extrame over salic alkali

Rang5 (percalcic) : Salic lime extreme over salic alkalies

ข. Rang ใน Class 4 และ 5 ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ Total magnesia, ferrous aside (ไม่รวม Ferric oxide) และ femic alkalies กับ femic lime

Rang1 (permiric) : $MgO+FeO+Na_2O$" extreme over CaO"

Rang2 (domiric) : $MgO+FeO+Na_2O$" dominant over CaO"

Rang3 (calcimiric) : $MgO+FeO+Na_2O$" and CaO" equal

Rang4 (docalcic) : CaO" dominant over $MgO+FeO+Na_2O$"

Rang5 (percalcic) : CaO" extreme over $MgO+FeO+Na_2O$"

3.5.4.6 Subrang

ก. Subrang ใน Class 1, 2 และ 3 ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของ Salic potass และ Salic Soda Subrang นี้แบ่งออกเป็น

Subrang1 (perpotassic): K_2O' extreme over Na_2O'

Subrang2 (dopotassic) : K_2O' dominant over Na_2O'

Subrang3 (sodipotassic): K_2O' and Na_2O' equal

Subrand4 (dosodic) : Na_2O' dominant over K_2O'

Subrang5 (persodic) : Na_2O' extreme over K_2O'

ข. Subrang ใน Rang 4 ของ Class 1, 2 และ 3 แบ่งออกเป็น

Subrang1-2(prepotassic) : K_2O' preponderant over Na_2O'

Subrang3 (sodipotassic) : K_2O' and Na_2O' equal

Subrang4-5(presodic) : Na_2O' preponderant over K_2O'

ค. ใน Rang 5 ของ Class 1, 2 และ 3 ไม่มี Subrang

ง. Subrang ใน Rang 1, 2, 3 ของ Class 4 และ 5 แบ่งออกเป็น

Subrang1 (premagnesic : MgO extreme over $FeO+Na_2O''$

Subrang2 (domagnesic) : MgO dominant over $FeO+Na_2O''$

Subrang3 (magnesiferrous): MgO and $FeO+Na_2O''$ equal

Subrang4 (doferrous) : $FeO+Na_2O''$ dominant over MgO

Subrang5 (perferrous) : $FeO+Na_2O''$ extreme over MgO

จ. Subrang ใน Rang 4 ของ Class 4 และ 5 แบ่งออกเป็น

Subrang 1-2 (premagnesic)

Subrang 3 (magnesiferrous)

Subrang 4-5 (preferrous)

ฉ. Rang 5 ของ Class 4 และ 5 ไม่มี Subrang

หมายเหตุ MeO' หมายถึงออกไซด์ของธาตุโลหะในกลุ่มซาลิค

MeO'' หมายถึงออกไซด์ของธาตุโลหะในกลุ่มของเฟมิค

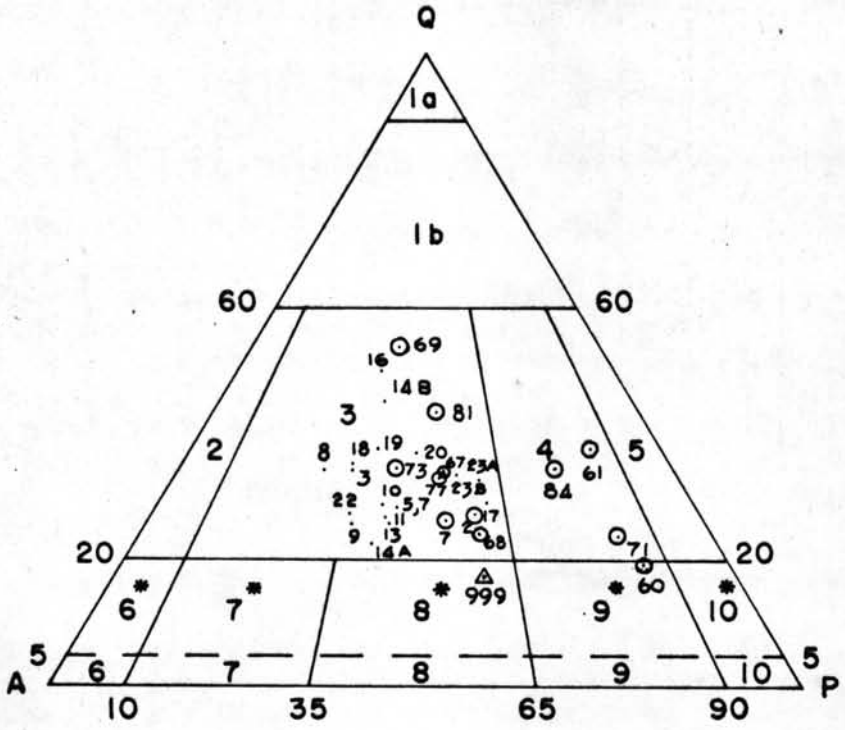
อนึ่งกลุ่มย่อยต่าง ๆ อันได้แก่ Class, Subclass, Order, Suborder, Rang และ Subrang ซึ่งแบ่งย่อยมาจากกลุ่มซาลิคและกลุ่มเฟมิค ไม่มีความจำเป็นมากนักในการจำแนกชนิดหินอัคนี การรู้ปริมาณร้อยละของกลุ่มซาลิค และกลุ่มเฟมิกก็เป็นการเพียงพอที่จะบอกให้รู้ว่าหินอัคนีมีแนวโน้มไปทางหินประเภทแอซิคหรือเบซิค

นอกเหนือจากประโยชน์ของแร่ quartz, orthoclase และ plogioclase ดังกล่าวยังมีประโยชน์ในการชี้ให้เห็นถึงการศึกษาหินตัวอย่างเหล่านี้ว่ามีส่วนประกอบ

ของแร่อะไรบ้าง ซึ่งแร่บางตัวสามารถบ่งถึงการกำเนิดของหินว่ามีต้นกำเนิดมาจากอะไร เช่น magnetite, hematite, ilmenite และ apatite สามารถแสดงให้เห็นถึง Oxidation state ของการเกิดของหินได้ กล่าวคือ magnetite เมื่อถูก Oxidized จะเปลี่ยนเป็น hematite ซึ่งจะเกิดในบริเวณที่เป็น Subduction zone จากอิทธิพลของ plate tectonics เป็นต้น

สำหรับค่า differentiation index สามารถบอกให้รู้ถึงประเภทหินอัคนี รวมทั้งการวิวัฒนาการของหินละลาย และ petrographic provinces ของหินอัคนีได้ ซึ่งค่านี้ได้จากผลบวกของนอร์มของแร่ quartz, orthoclase, nepheline และ leucite และจากโปรแกรมจะเห็นว่าค่าของ H_2O,CO_2,S,Cl และ F นั้นไม่ได้นำมาใช้ในการกำแวดหานอร์มเลย ค่าเหล่านี้สามารถบอกให้รู้ถึงสภาวะการเกิด ชนิดและอุณหภูมิของหินละลายที่เป็นตัวกำเนิดหินอัคนีได้

สำหรับชื่อหินอัคนีที่ได้ในตอนท้าย ได้อาศัยไดอะแกรมรูปบนของรูปที่ 2.5 เป็นมรรหัดฐาน ค่าของแร่ quartz, orthoclase และ plagioclase ที่มีค่ามากกว่าศูนย์จะได้จุดร่วมที่เกิดจากค่าทั้งสามภายในไดอะแกรม และเมื่อค่าใดค่าหนึ่งเท่ากับศูนย์ จุดที่เกิดขึ้นจะตกอยู่บนด้านใกล้ด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นกรณีที่เกิดขึ้นได้ยากมาก จุดหนึ่งจุดจะแทนข้อมูลได้เพียง 1 ชุด เมื่อจุดนั้นตกอยู่ในช่องใด จะสามารถกำหนดชื่อหินอัคนีได้ รูปที่ 3.2 เป็นการแสดงการผลของข้อมูลทั้งหมดจากผลโปรแกรมลงในไดอะแกรมตามวิธีแบบธรรมดา



รูปที่ 3.2 แสดงการพลอตข้อมูลทั้งหมดจากพลิโปรแกรมลงในไดอะแกรม Q-A-P โดยวิธีธรรมดา

. = จาก Mae Sariang Batholith

⊙ = จาก Tak Batholith

▲ = จาก Khun Tan Batholith