

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศิลาเคมีและนัยสำคัญทางเทคโนโลยีของหินภูเขาไฟในจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดอุทัยธานี ประเทศไทย		
ผู้เขียน	นางพัชรินทร์ โคสุวรรณ จันทร์ดี		
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ธรณีวิทยา)		
คณะกรรมการที่ปรึกษา	ผศ. ดร. พิสิษฐ์ ลีมีตระกูล	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	
	รศ. ดร. อภิเชษฐ์ บุญสูง	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	
	รศ. ดร. ยืนยง ปัญจสวัสดิ์วงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

บทคัดย่อ

หินอัคนีในพื้นที่ท่าตะโกและพื้นที่โกรกพระ (จังหวัดนครสวรรค์) และพื้นที่ชุมตาบง (จังหวัดอุทัยธานี) ซึ่งอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนบนของประเทศไทย เป็นหินสีจางและหินสีเข้ม และมีลักษณะการเกิดแบบลาวาหลาก ลำหิน และพองหิน หินเหล่านี้ ก่อให้เกิดแนวของเนินเขาขนาดเล็กหรือเทือกเขา ที่มีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และมวลหินอัคนีแทรกซอนที่มีขนาดเล็กในหินตะกอน หินที่ทำการศึกษา สามารถจำแนกเป็น 5 กลุ่มหินชนิด ได้แก่ กลุ่ม I กลุ่ม II กลุ่ม III กลุ่ม IV และกลุ่ม V โดยอาศัยธาตุอินคอมพาทีเบิลที่เคลื่อนย้ายเป็นปริมาณน้อย

หินกลุ่ม I ประกอบด้วยหินไรโอเดไซต์/หินเดไซต์ หินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์ และหินไดโอไรต์/หินแกรบโบร หินไรโอเดไซต์/หินเดไซต์แสดงเนื้อพอไฟริติก ไมโครฟิโนคริสต์/ฟิโนคริสต์ส่วนใหญ่เป็นแพลจิโอเคลส ร่องลงมาเป็นโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ แอมฟิโบล และแร่ทิบแสง ไมโครฟิโนคริสต์/ฟิโนคริสต์ที่มีจำนวนน้อยได้เป็นควอร์ตซ์และไบโอไทต์ กราวแมสแสดงเนื้อแก้วที่เคยผ่านกระบวนการตกผลึกที่อุณหภูมิสูง และ/หรือกระบวนการตกผลึกซ้ำที่อุณหภูมิต่ำเป็นบางส่วน โดยทั่วไป ส่วนประกอบของกราวแมสส่วนใหญ่เป็นแพลจิโอเคลสและควอร์ตซ์ ส่วนน้อยเป็นโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ สเฟอรูลด์ แอมฟิโบล ไบโอไทต์ เซอร์คอน และแร่ทิบแสง หินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์มักแสดงเนื้อพอไฟริติก ฟิโนคริสต์/ไมโครฟิโนคริสต์ที่มีจำนวนมากเป็นแพลจิโอเคลส ฟิโนคริสต์/ไมโครฟิโนคริสต์ที่มีจำนวนร่องลงมาเป็นไคลโนไพรอกซีน แอมฟิโบล และแร่ทิบแสง กราวแมสแสดงเนื้อผลึกล้วน ประกอบด้วยแพลจิโอเคลสและไคลโนไพรอกซีนเป็นส่วนใหญ่ และแร่ทิบแสงเป็นส่วนน้อย หินไดโอไรต์/หินแกรบโบรแสดงเนื้อเชริเอต และประกอบด้วย

แพลงจิโอเคลสเป็นส่วนใหญ่ แร่ที่มีจำนวนรองลงมาเป็นแร่สีเข้มที่ไม่สามารถจำแนกได้และแร่ทึบแสง หินกลุ่ม I มีรูปแบบธาตุหายากแบบหินแคลก์แอลคาลิก โดยมีค่า $(La/Sm)_{cn}$ และ $(Sm/Lu)_{cn} = 1.89-5.38$ และ $1.15-2.48$ ตามลำดับ รูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB ของหินกลุ่ม I คล้ายกับรูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB ของหินเบสิกอายุอีโอซีนตอนปลาย จากผนังหินโซโซ นิติกคูอิตอมในแนวภูเขาไฟรูปโค้งยูเรเมีย-คอกเทอร์ อาเรตสแตนตะวันออกเฉียงเหนือ อิหร่าน ตอนกลาง ซึ่งเกิดในสภาวะแวดล้อมแบบภายหลังการชนกัน หินกลุ่ม I มีอายุของเซอร์คอนโดยวิธี ยูเรเนียม-ตะกั่ว 345.5 ± 3.4 ล้านปี

หินกลุ่ม II เป็นหินไดออไรต์/หินแกรโบรที่แสดงเนื้อเชริเอต และประกอบด้วยแพลงจิโอเคลสเป็นส่วนใหญ่ แร่ที่มีจำนวนรองลงมาเป็นไบโอไทต์ ควอร์ตซ์ ไคลโนไพรอกซีน และแอมฟิโบล แร่ที่มีจำนวนน้อยได้แก่เซอร์คอนและแร่ทึบแสง หินเหล่านี้แสดงรูปแบบธาตุหายากของหินแคลก์แอลคาลิก โดยมีค่า $(La/Sm)_{cn}$ และ $(Sm/Lu)_{cn} = 3.24-4.79$ และ $2.29-2.54$ ตามลำดับ รูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB ของหินกลุ่ม II คล้ายกับรูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB ของหินเคโซอิกอายุควอเทอร์นารี จากภูเขาไฟเออร์ซีเยส แอนนาโกลีตอนกลาง ตุรกี ซึ่งเกิดในสภาวะแวดล้อมแบบเหนือเขตการมุดตัวใต้พื้นทวีป หินกลุ่ม II มีอายุของเซอร์คอนโดยวิธียูเรเนียม-ตะกั่ว 225.4 ± 1.9 ล้านปี

หินกลุ่ม III ประกอบด้วยหินไมโครไดออไรต์/หินไมโครแกรโบร/หินแกรโบร และหินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์ หินพวกแรกแสดงเนื้อเชริเอต และประกอบด้วยแพลงจิโอเคลสเป็นส่วนใหญ่ แร่ที่มีจำนวนรองลงมาเป็น ไคลโนไพรอกซีน แอมฟิโบล ออร์โทไพรอกซีน และแร่ทึบแสง หินพวกหลังแสดงเนื้อเชริเอตและเนื้อพอไฟริติก หินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์ที่แสดงเนื้อเชริเอต ประกอบด้วยแพลงจิโอเคลสเป็นส่วนใหญ่ แร่ที่มีปริมาณรองลงมาได้แก่ ไคลโนไพรอกซีน ออร์โทไพรอกซีน และแร่ทึบแสง หินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์ที่แสดงเนื้อพอไฟริติก มีฟิโนคริสต์/ไมโครฟิโนคริสต์ ส่วนใหญ่เป็นแพลงจิโอเคลส ฟิโนคริสต์/ไมโครฟิโนคริสต์ที่มีปริมาณรองลงมาได้แก่ แร่สีเข้มที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ และแร่ทึบแสง กราวแมสแสดงเนื้อผลึกล้วน ประกอบด้วยแพลงจิโอเคลส และแร่สีเข้มที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้เป็นจำนวนมาก และแร่ทึบแสงเป็นจำนวนน้อย หินกลุ่ม III แสดงรูปแบบธาตุหายากของหินโทเลอิติก โดยมีค่า $(La/Sm)_{cn}$ และ $(Sm/Lu)_{cn} = 1.18-1.53$ และ $1.38-1.85$ ตามลำดับ มีรูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB คล้ายกับหินบะซอลติกแอนดีไซต์ อายุควอเทอร์นารีจากภูเขาไฟมาคา พาตาโกเนียแอนดีส ($\sim 45^\circ S$ ชิลี) ซึ่งปะทุในสภาวะแวดล้อมทางเทคโทนิกแบบเหนือเขตการมุดตัวใต้พื้นทวีป

หินกลุ่ม IV ประกอบด้วยหินไมโครไดออไรต์/หินไมโครแกรโบร และหินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์ หินไมโครไดออไรต์/หินไมโครแกรโบรแสดงเนื้อเซริเอต และประกอบด้วยแฟลจิโอเคลสเป็นส่วนใหญ่ แร่ที่มีจำนวนรองลงมาเป็นแร่สีเข้มที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ ไคลโนไพรอกซีน แอมฟิโบล และแร่ทึบแสง หินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์แสดงเนื้อเซริเอต และเนื้อพอไฟริติกอย่างอ่อน หินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์ที่แสดงเนื้อเซริเอต ประกอบด้วยแฟลจิโอเคลสเป็นส่วนใหญ่ แร่ที่มีจำนวนรองลงมาเป็นแร่สีเข้มที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ และแร่ทึบแสง หินแอนดีไซต์/หินบะซอลต์ที่แสดงเนื้อพอไฟริติกอย่างอ่อน มีฟิโนคริสต์/ไมโครฟิโนคริสต์เป็นแฟลจิโอเคลส ไคลโนไพรอกซีน ออร์โทไพรอกซีน และแร่ทึบแสง กราวเมสแสดงเนื้อผลึกล้วน ประกอบด้วยแฟลจิโอเคลสและไคลโนไพรอกซีนเป็นส่วนใหญ่ และแร่ทึบแสงเป็นส่วนน้อย รูปแบบธาตุหายากของหินกลุ่ม IV เป็นแบบหินโทเลอติก โดยมีค่า $(La/Sm)_{cn}$ และ $(Sm/Lu)_{cn} = 0.87-1.49$ และ $1.25-1.84$ ตามลำดับ การขนาน/เกือบขนานกันของรูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB ของหินกลุ่ม IV และหินบะซอลต์อาซาฮิราอายุไฟลีโอซีน จากเขตตะวันออกของฮอกไกโดตะวันตกเฉียงใต้ ญี่ปุ่นมีนัยสำคัญว่า หินกลุ่ม IV เกิดในสภาวะแวดล้อมแบบเหนือเขตการมุดตัวใต้พื้นทวีป

หินกลุ่ม V เป็นหินไรโอเดไซต์/หินเคไซต์ที่มีลักษณะทางศิลาวรรณคล้ายกับหินไรโอเดไซต์/หินเคไซต์ในกลุ่ม I แต่แสดงรูปแบบธาตุหายากของหินโซโซนิติก โดยมีค่า $(La/Dy)_{cn}$ และ $(Dy/Lu)_{cn} = 5.00-6.72$ และ $1.72-2.22$ ตามลำดับ รูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB ของหินกลุ่ม V เปรียบเทียบได้กับรูปแบบธาตุหายากและรูปแบบ N-MORB ของหินอินเทอร์มีเดียตอายุอีโอซีนตอนปลาย จากผนังหินโซโซนิติกคูอิคอมในแนวภูเขาไฟรูปโค้งยูรูเมียว-ดอกเตอร์ อาเรสแดนตะวันออกเฉียงเหนือ อิหร่านตอนกลาง ซึ่งเกิดในสภาวะแวดล้อมแบบภายหลังการชนกัน

เรื่องเกี่ยวกับเทคนิคของประเทศไทยอาจจะสรุปได้ โดยใช้ข้อเท็จจริงจากงานตีพิมพ์มาแล้ว และงานที่ทำในการศึกษาครั้งนี้ ในยุคโซลูเรียน แผ่นทวีปฉาน-ไทย และแผ่นทวีปอินโดจีนมีมหาสมุทรกว้างคั่นอยู่ โดยมีหินบะซอลต์ที่ปะทุในสภาวะแวดล้อมแบบแนวสันเขากลางมหาสมุทรของแนวย่อย หินภูเขาไฟตอนกลางเป็นตัวแทน แนวการมุดตัวไปทางตะวันตกเกิดขึ้นที่ขอบของแผ่นทวีปฉาน-ไทย ซึ่งทำให้เกิดแนวภูเขาไฟรูปโค้ง แนวภูเขาไฟรูปโค้งอาจแยกตัวออกจากกันในเวลาต่อมา และทำให้เกิดแอ่งหลังแนวภูเขาไฟรูปโค้งปฐมวัย โดยมีหินบะซอลต์และหินแอนดีไซต์ที่ปะทุในสภาวะแวดล้อมแบบแอ่งหลังแนวภูเขาไฟรูปโค้งปฐมวัยของแนวหินภูเขาไฟเชียงราย-เชียงใหม่เป็นตัวแทน ในยุคดีโวเนียน แอ่งหลังแนวภูเขาไฟรูปโค้งปฐมวัยเปิดกว้างขึ้นจนกลายเป็นแอ่งหลังแนวภูเขาไฟรูปโค้งปัจฉิมวัย โดยมีหินราดิโอลาเรียนเชิร์ตอายุดีโวเนียนเป็นตัวแทน ในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น-ยุคเพอร์เมียนตอนกลาง แอ่งหลังแนวภูเขาไฟรูปโค้งปัจฉิมวัยอาจเปิดกว้างมากขึ้นจน

กลายเป็นมหาสมุทรกว้าง โดยมีหินบะซอลต์ที่ปะทุในสภาวะแวดล้อมแบบภูเขาไฟกลางมหาสมุทร และหินแอนดีไซต์-หินบะซอลต์ที่ปะทุในสภาวะแวดล้อมแบบแนวสันเขากลางมหาสมุทรของแนวหินภูเขาไฟเชียงราย-เชียงใหม่เป็นตัวแทน ในขณะที่แอ่งหลังแนวภูเขาไฟรูปโค้งเปิดกว้างขึ้นจนกลายเป็นมหาสมุทรใหม่ มหาสมุทรเดิมก็จะแคบลงและปิดตัวในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น การชนกันของแนวภูเขาไฟรูปโค้งกับแผ่นทวีปอินโดจีนอาจทำให้เกิดหินภูเขาไฟที่เกิดในสภาวะแวดล้อมแบบภายหลังการชนกันในยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น โดยมีหินกลุ่ม I และหินกลุ่ม V เป็นตัวแทน การปิดของมหาสมุทรเดิมทำให้แนวแยกของมหาสมุทรใหม่เปลี่ยนเป็นแนวการมุดตัวไปทางตะวันออกในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย เมื่อเวลาผ่านไป มหาสมุทรใหม่แคบลง และเกิดแนวภูเขาไฟรูปโค้งเหนือแนวการมุดตัวในยุคเพอร์เมียนตอนปลาย-ยุคไทรแอสซิกตอนปลาย โดยมีหินที่เกิดในสภาวะแวดล้อมแบบเหนือเขตการมุดตัวใต้พื้นทวีปในแนวหินภูเขาไฟเลย-เพชรบูรณ์-นครนายก แนวหินภูเขาไฟเชียงของตาก และหินกลุ่ม II, III และ IV เป็นตัวแทน แผ่นทวีปลาน-ไทย และแผ่นทวีปอินโดจีนชนกันอย่างสมบูรณ์ในยุคไทรแอสซิกตอนปลาย และทำให้เกิดรอยตะเข็บน่าน-อุตรดิตถ์ หลังจากนั้นไม่นาน เกิดการปะทุของหินภูเขาไฟในสภาวะแวดล้อมแบบภายหลังการชนกันซ้อนทับแนวหินภูเขาไฟเชียงของ-ตาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Petrochemistry and Tectonic Significance of Volcanic Rocks in Nakhon Sawan and Uthai Thani Provinces, Thailand	
Author	Mrs. Patcharin Kosuwan Jundee	
Degree	Doctor of Philosophy (Geology)	
Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Phisit Limtrakun	Advisor
	Assoc. Prof. Dr. Apichet Boonsoong	Co-advisor
	Assoc. Prof. Dr. Yuenyong Panjasawatwong	Co-advisor

Abstract

Igneous rocks in the areas of Tha Tako and Krok Phra (Nakhon Sawan Province), and Chum Ta Bong (Uthai Thani Province), upper Central Plain Thailand are felsic to mafic, and occur as lava flows, stocks and dikes. They form north-south trending chains of small hills/mountains and smaller intrusive masses in sedimentary rocks. The studied rocks can be separated into five magmatic groups, i.e. Groups I, II, III, IV and V, based on least-mobile, incompatible elements.

The Group I rocks are composed of rhyodacite/dacite, andesite/basalt and diorite/gabbro. The rhyodacite/dacite are porphyritic, with abundant plagioclase, subordinate potassium feldspar, amphibole and opaque minerals, and occasional quartz and biotite phenocrysts/microphenocrysts. The groundmass is glassy, and has partly undergone high-temperature devitrification and/or low-temperature recrystallization. In general, the groundmass constituents are largely plagioclase and quartz, with minor potassium feldspar, spherulite, amphibole, biotite, zircon and opaques. The andesite/basalt commonly show a porphyritic texture, with abundant plagioclase and subordinate clinopyroxene, amphibole and opaques phenocrysts/microphenocrysts. The groundmass is holocrystalline, and consists largely of plagioclase and clinopyroxene, with a small amount of opaques. The diorite/gabbro show a seriate texture, made up mainly of plagioclase, with subordinate unidentified mafic minerals and opaques. The Group I rocks have typical REE patterns of calc-alkalic rocks, with $(La/Sm)_{cn}$ and $(Sm/Lu)_{cn} = 1.89-5.38$ and $1.15-2.48$, respectively. Their REE and N-MORB normalized patterns are analogous to those of the Upper Eocene basic rock from Kuh-e

Dom shoshonitic dikes, Urumieh-Dokhtar magmatic arc, Northeast Aradestan, Central Iran that has been developed in a post-tectonic setting. The Group I rocks have a U-Pb zircon age of 345.5 ± 3.4 Ma.

The Group II rocks are seriate-textured diorite/gabbro, consisting mainly of plagioclase, with subordinate biotite, quartz, clinopyroxene and amphibole, and minor zircon and opaques. These rocks show typical REE patterns of calc-alkalic rocks, with $(La/Sm)_{cn}$ and $(Sm/Lu)_{cn} = 3.24-4.79$ and $2.29-2.54$, respectively. Their REE and N-MORB normalized patterns are very similar to those of the Quaternary dacite from Erciyes volcano, Central Anatolia, Turkey that has been erupted in an active continental margin. The U-Pb zircon age for Group II rock is 225.4 ± 1.9 Ma.

The Group III rocks comprise microdiorite/microgabbro/gabbro and andesite/basalt. The former is seriate-textured, and consists mainly of plagioclase, with subordinate clinopyroxene, amphibole, orthopyroxene and opaques. The latter is either seriate-textured or porphyritic. The seriate-textured andesite/basalt are made up mainly of plagioclase, with subordinate clinopyroxene, orthopyroxene and opaques. The porphyritic andesite/basalt contain abundant plagioclase, and subordinate unidentified mafic minerals and opaques phenocrysts/microphenocrysts. The groundmass is holocrystalline, with abundant plagioclase and unidentified mafic minerals, and minor opaques. The Group III rocks show REE patterns typical of tholeiitic rocks, with $(La/Sm)_{cn}$ and $(Sm/Lu)_{cn} = 1.18-1.53$ and $1.38-1.85$, respectively. Their modern analog, in terms of REE and N-MORB normalized patterns, is the Quaternary basaltic andesite from the Maca volcano, Patagonian Andes ($\sim 45^\circ S$, Chile) that has been erupted in an active continental margin.

The Group IV rocks are constituted by microdiorite/microgabbro and andesite/basalt. The microdiorite/microgabbro show a seriate texture, comprising abundant plagioclase, and subordinate unidentified mafic minerals, clinopyroxene, amphibole and opaques. The andesite/basalt have seriate and slightly porphyritic textures. The seriate-textured andesite/basalt consist mainly of plagioclase, with subordinate unidentified mafic minerals and opaques. The slightly porphyritic andesite/basalt contains phenocrysts/microphenocrysts of plagioclase, clinopyroxene, orthopyroxene and opaques. Their groundmass is holocrystalline, consisting largely of plagioclase and

clinopyroxene, with minor opaques. The REE patterns for the Group IV rocks are tholeiitic, with $(La/Sm)_{cn}$ and $(Sm/Lu)_{cn} = 0.87-1.49$ and $1.25-1.84$, respectively. The parallel/subparallel REE patterns and N-MORB normalized patterns of the Group IV rocks and the Pliocene Asahiura basalt from Eastern zone, Southwest Hokkaido, Japan signifies that the Group IV rocks have been formed in an active continental margin.

The Group V rocks are rhyodacite/dacite. They have similar petrographic features to the rhyodacite/dacite in Group I rocks, however, they show typical REE patterns of shoshonitic rocks, with $(La/Dy)_{cn} = 5.00-6.72$ and $(Dy/Lu)_{cn} = 1.72-2.22$, respectively. Their REE and N-MORB normalized patterns are comparable to those of the Upper Eocene intermediate rock from Kuh-e Dom shoshonitic dikes from the Urumieh-Dokhtar magmatic arc, Northeast Aradestan, Central Iran that has been erupted in a post-tectonic setting.

The tectonic scenario of Thailand may be outlined using the facts obtained from literature and this study. In the Silurian, the Shan-Thai and Indochina terranes were separated by a major ocean basin, represented by the mid-ocean ridge basalt of Central Loei volcanic sub-belt. A west-dipping subduction zone formed at the leading edge of the Shan-Thai terrane, leading to a volcanic arc. Subsequently, this arc may have been rifted, forming an immature back-arc basin, represented by the immature back-arc basin basalt and andesite in the Chiang Rai – Chiang Mai volcanic belt. In the Devonian, a mature back-arc basin, represented by the Devonian radiolarian chert, have been developed. In the Early Carboniferous to Middle Permian, the mature back-arc basin might have been continued spreading, leading to a major ocean basin, represented by ocean-island basalt and mid-ocean ridge andesite-basalt in the Chiang Rai – Chiang Mai volcanic belt. While the back-arc basin became wider to be a new ocean basin, the older ocean basin became narrower and then closed in the Early Carboniferous. The amalgamation of arc and Indochina terrane might have been followed by post-orogenic magmatism, represented by the Groups I and V rocks, in the Early Carboniferous. The closer of the older major ocean basin resulted in changing the spreading center of the new major ocean basin to a new subduction with reverse polarity to the extinct older one in the Late Permian. The new ocean basin then became narrow and a new arc formed above the subduction zone in the Late Permian – Late Triassic, represented by

volcanic arc rocks in the Loei – Phetchabun – Nakhon Nayok volcanic belt, the Chiang Khong – Tak volcanic belt, and the Groups II, III and IV rocks. Finally, the Shan-Thai and Indochina terranes might have been completely collided in the Late Triassic, giving rise to the Nan – Uttaradit suture, and the immediately followed by post-orogenic eruption that superimposed on the Chiang Khong – Tak volcanic belt.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved