

บทที่ 9

หินอัคนี

IGNEOUS ROCKS

หินอัคนีที่พบในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรือเอเชียอาคเนย์ ประกอบด้วยหินอัคนีระดับลึก (Plutonic rocks) หินภูเขาไฟ (Volcanic rocks) และ หินตะกอนภูเขาไฟ (Volcaniclastic rocks) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ก็มีหินอัคนีระดับตื้น (Hypabyssal rocks) อายุของหินอัคนีเหล่านี้มีตั้งแต่พรีแคมเบรียนจนถึงควอเทอร์นารี

หินอัคนีระดับลึก (Plutonic rocks) เท่าที่พบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรือเอเชียอาคเนย์ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินอัคนีซึ่งอยู่ในกลุ่มของหินแกรนิต (Granite) ในขณะที่หินบะซอลต์ (Basalt) ก็เป็นหินภูเขาไฟ (Volcanic rocks) ที่พบทั่วไปและมีค่าทางเศรษฐกิจมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากหินแกรนิตมีความสำคัญ ในแง่ที่เป็นแหล่งแร่เศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ดีบุก ทังสเตน ฟลูออไรด์ แบไรต์ เป็นต้น ขณะที่หินบะซอลต์บางชนิดก็สามารถที่จะให้พลอยได้ ดังนั้นในรายงานการศึกษาหินอัคนีในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จึงมุ่งเน้นลงไปที่หินอัคนีทั้งสองนี้

9.1. หินแกรนิต

จากพจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา จัดทำขึ้นในปี 2530 ได้ให้คำจำกัดความของหินแกรนิตไว้ว่า หินแกรนิต (Granite) หมายถึง หินอัคนีแทรกซอนชนิดหนึ่ง ซึ่งมีแอลคาไลเฟลด์สปาร์ (Alkali feldspar) และควอร์ตซ (Quartz) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีแร่โซดิกแพลจิโอเคลส (Na-Plagioclase) ซึ่งโดยส่วนมากจะเป็นชนิดโอลิโกเคลส (Oligoclase) และมัสโคไวต์ (Muscovite) ไบโอไทต์ (Biotite) และ/หรือ ฮอรั่นเบลนด์ (Hornblende) หรือ ไพรอกซีน (Pyroxene) เป็นส่วนน้อย ซึ่งแอลคาไลเฟลด์สปาร์ จะต้องมากกว่า 2/3 ของแร่เฟลด์สปาร์ทั้งหมด

ชนิดของหินแกรนิตโดยทั่วไป เป็นที่ทราบกันคืออยู่แล้วว่าแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือกลุ่มแรกเกิดโดยตรงจากแมกมา (Magma) ด้วยขบวนการ Magmatism และกลุ่มที่สองเกิดจากหินอื่นที่ถูกกระทำ

ด้วยแรงด้วยขบวนการ Transformatism จากการศึกษาของ Chappell and White ได้แบ่งหินแกรนิตออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการเกิดดังนี้

1) หินแกรนิตชนิด I-Type ได้แก่ชนิดของหินแกรนิตที่เกิดจาก magma โดยตรง จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีปริมาณ Na > 3.2% ในกรณีที่เป็น Felsic igneous rock และมีปริมาณ Na > 2.2% ในกรณีของ Mafic igneous rock)

- มีค่า mol. $Al_2O_3/(Na_2O + K_2O + CaO) < 1.1$

- มีช่วงของส่วนประกอบทางแร่ประกอบหินที่กว้างตั้งแต่ Felsic-Mafic

- มีค่าของ $^{87}Sr/^{86}Sr$ อยู่ในช่วง 0.704-0.706

2) หินแกรนิตชนิด S-Type เกิดจากหินหนืดที่หลอมละลายจากหินตะกอนอื่น (Sedimentary rock) มีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีปริมาณ Na ต่ำ และมีค่าของ K > 5%

- มีค่า mol. $Al_2O_3/(Na_2O + K_2O + CaO) > 1.1$

- มีค่าของ silica ที่ค่อนข้างสูง

- มีค่าของ $^{87}Sr/^{86}Sr > 0.708$

ต่อมา สามารถแบ่งหินแกรนิตออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ โดยอาศัยการเกิด และลักษณะเนื้อหินแกรนิต (Granite Texture) ได้ดังนี้ (รูปที่ 9-1)

1) Primary Texture Granite (PTG)

- ลักษณะเนื้อหินแกรนิตจะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous)

- มีขนาดของเม็ดแร่ที่เท่ากันในทุกๆแร่

- มีลักษณะของ Coarse grain interlocking

- มักจะพบ K-feldspar megacryst แต่จะไม่พบลักษณะ Ground mass ของ K-feldspar

- เป็น equilibrium เกิดจากการตกผลึกของ granite melt โดยตรง

- ตัวอย่างที่พบ เช่นบริเวณแอฟริกาใต้ ประเทศเปรู แสดงถึงหินแกรนิตที่มา

จาก I-Type Granite แสดงว่ามาจาก Source rock homogeneous

2) Two-Phase Granite (TPG)

- เนื้อหินจะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน แสดงลักษณะของ Heterogeneous บางครั้งพบลักษณะ Sugary texture
- มี ground mass มาก
- พบว่า Megacryst มีทั้งที่เป็นพวก K-feldspar Plagioclase Quartz และเศษชิ้นส่วนของ Mafic rock
- มีลักษณะ Disequilibrium ที่เกิดจากการแทรกของ Volatile-rich ของ granite melt ที่เหลือ เช่น Incipient Two-Phase Texture Advanced Two-Phase Texture และ Microgranite Texture
- พบมากทางแถบทวีปเอเชีย

เนื่องจากหินแกรนิตมีความสำคัญในแง่ที่เป็นแหล่งแร่เศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ดีบุก ทังสเตน ฟลูออไรต์ แบไรต์ เป็นต้น จึงมีผู้ทำการศึกษาวิจัยทางด้านหินแกรนิตมากมาย เช่น Brown et al., 1951 Aranyakanon, 1961 Pitakpaivan, 1969 Burton and Bignell, 1969 Baun et al., 1970 และ Garson et al., 1975 เป็นต้น สำหรับหินแกรนิตในประเทศไทยจะหมายความรวมไปถึงหินแกรนิตไดโอไรต์ (Granodiorite) และไดโอไรต์ (Diorite) กลุ่มหินแกรนิตที่มีการเรียงตัว (Foliated Granite) และกลุ่มหินมิกมาไทต์ (Migmatite) ที่พบเห็นส่วนใหญ่มักจะเป็นส่วนหนึ่งของหินอัคนีมวลไพศาลเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรือเอเชียอาคเนย์ ซึ่งมีความยาวมากกว่า 2500 กิโลเมตร กระจายตัวตั้งแต่มองใต้ของประเทศอินโดนีเซีย พาดผ่านเข้ามายังแหลมไทย-มาเลย์ มุ่งสู่รัฐฉานด้านตะวันออกของพม่า เข้าสู่ภาคเหนือของประเทศไทยและภาคตะวันตกของลาว (Garson et al., 1975 และ Cobbing et al., 1992)

9.1.1. หินแกรนิตในประเทศไทย

หินแกรนิตส่วนใหญ่จะเกิดเป็นหินอัคนีมวลไพศาล (Batholith) กระจายตัวอยู่ทางด้านตะวันตกของประเทศ ต่อลงมาถึงแหลมไทย บางส่วนโผล่เป็นลำหินอัคนี (Stock) มวลขนาดเล็กตามแนวขอบที่ราบสูงโคราช และบริเวณด้านตะวันออกของประเทศ ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 9-2 ในอดีตหินแกรนิตในประเทศไทยมีผู้ศึกษาค้นคว้าเป็นจำนวนมาก Browns et al. (1951) ได้แบ่งหินแกรนิตออกเป็น 2 ยุค คือยุคครีเทเชียส (Cretaceous) และยุคไทรแอสซิก (Triassic) ต่อมา มีการจัดแบ่งเพิ่มเติม ยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) ซึ่ง Burton and Bignell (1961) และ Javanapet (1969) ได้จัดรวบรวมไว้ในแผนที่ธรณีวิทยาของประเทศไทย

ต่อมาในต้นศตวรรษที่ 70 มีการจัดให้หินออร์โทไนส์ (Orthogneiss) เป็นหินแกรนิตใน ยุคพรีแคมเบรียน (Pre-cambrian) ซึ่งเชื่อกันว่าเกิดอยู่ร่วมกันกับกลุ่มหินแปรเกรดสูงของยุคพรีแคมเบรียน Brown (1969) และ Baun et al. (1970) ได้ชี้แนะธรณีวิทยาบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยไว้ว่าน่าจะเป็นหินอัคนีที่เย็นตัวได้เปลือกโลก เกิดขึ้นมาในยุคพรีแคมเบรียน ยุคคาร์บอนิเฟอรัส ยุคไทรแอสซิก และช่วงต่อยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรี (Cretaceous-Tertiary) ซึ่งต่อมาได้รับการปรับปรุงโดย Hutchison (1972) Beckinsale (1979) Nakapakungrat (1982) Mahavat (1982) Cobbling et al. (1986) และ Charusiri (1989) โดยอาศัยข้อมูลทางด้านธรณีวิทยาภาคสนาม ข้อมูลสิลาพรรณา ข้อมูลการหาอายุด้วยวิธี Rb-Sr และ $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ และประเภทของแร่ที่ได้จากหินแกรนิตในบริเวณนั้นๆ

การศึกษาการหาอายุหินแกรนิตในประเทศไทยโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ และ ไอโซโทป ของ ดร. ปัญญา จารุศิริ รศ.ดร. วสันต์ พงศาพิชญ์ อาจารย์ วิโรจน์ ดาวฤกษ์ และ รศ.ดร. ชัยยุทธ ชันชรปราบ ในปี พ.ศ. 2535 พบว่าหินแกรนิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนว (รูปที่ 9-3) ได้แก่แนว ปริมณฑลตะวันออก (Eastern Belt) แนวปริมณฑลตอนกลาง (Central Belt) และแนวปริมณฑล ตะวันตก Western Belt)

9.1.1.1. ลักษณะกายภาพของหินแกรนิตในประเทศไทย

จากการศึกษา พบว่าหินแกรนิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนว (รูปที่ 9-3) ได้แก่แนวปริมณฑลตะวันออก (Eastern Belt) แนวปริมณฑลตอนกลาง (Central Belt) และแนว ปริมณฑลตะวันตก Western Belt) แต่ละแนวปริมณฑลก็มีลักษณะเฉพาะตัว ลักษณะกายภาพของ หินแกรนิตของแต่ละแนว เป็นสิ่งแรกๆที่ควรจะทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบลักษณะที่คล้ายคลึงกันและ ลักษณะที่แตกต่างกัน

9.1.1.1.1. ลักษณะกายภาพของหินแกรนิตแนวปริมณฑลตะวันออก

หินแกรนิตแนวปริมณฑลตะวันออก แผ่กระจายตัวอยู่ด้านตะวันตก ของที่ราบสูงโคราช สามารถแบ่งแยกย่อยออกได้เป็นสองส่วน อันได้แก่ แนวบริเวณจังหวัดเลย- เพชรบูรณ์-นครนายก และแนวบริเวณจังหวัดเชียงราย-ตาก-อุทัยธานี-จันทบุรี สัมพันธ์กับแนวรอยต่อ ทางธรณีวิทยาน่าน-อุตรดิตถ์ (Nan-Uttaradit geosuture) โดยอยู่ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของแนว รอยต่อน่าน-อุตรดิตถ์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังต่อเนื่องลงไปถึงพลูดอนนุเก และคันทอง ในตอนปลายสุด

ของแหลมไทย และยาวพาดผ่านเข้าไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย รวมทั้งบริเวณเกาะบิลลิตันของประเทศอินโดนีเซีย

หินแกรนิตแนวปริมาตรนี้ มีเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของแร่ที่มีช่วงค่อนข้างกว้าง ส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต หินแกรโนไดโอไรต์ และหินโทนาไลต์ แร่ประกอบหินที่พบเสมอๆเป็นแร่ไบโอโทต์ แร่ฮอร์นเบลนด์±แร่ไพรอกซีน แร่สฟีน และแร่แมกนีไทต์ ลักษณะเนื้อของหินในกลุ่มหินสีเขียวเข้มเป็นเนื้อขนาดสม่ำเสมอ โดยขนาดปานกลางถึงหยาบ มีขนาดละเอียดบ้างเล็กน้อย ส่วนในกลุ่มหินสีจางส่วนใหญ่ มีขนาดหยาบ จนถึงลักษณะเนื้อดอก

หินแกรนิตเหล่านี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการเกิดของหินภูเขาไฟที่ตัดแทรกในหินตะกอนของมหาสมุทรโอโซอิกช่วงล่าง มีเพียงหินแกรนิตที่จังหวัดตากเท่านั้นที่ปรากฏเป็นพลูตอนขนาดเล็ก

1) หินเลยแกรนิต (*Loei Granite*)

หินแกรนิตบริเวณจังหวัดเลย โผล่ให้เห็นเป็นพลูตอนขนาดเล็ก ค่อนข้างเป็นเนื้อเดียวกัน มีขนาดละเอียด ถึงปานกลาง ประกอบด้วยหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอโทต์แกรนิต หินแกรโนไดโอไรต์ หินโทนาไลต์ และหินไดโอไรต์

Putthaiban (1987) ได้แบ่งหินแกรนิตบริเวณบ้านธาตุพลูตอนซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดในชุดของหินเลยแกรนิตออกเป็น 3 โซน ดังนี้ (1) โซนขอบนอกสุด (outer zone) กินพื้นที่ 15% ประกอบด้วยหินไบโอโทต์-ฮอร์นเบลนด์ แกรนิต ขนาดเม็ดหยาบถึงหยาบมาก จนถึงเนื้อดอก แร่ดอกเป็นแร่โพแทสเซียม-เฟลด์สปาร์สีชมพู (2) โซนช่วงใน (inner zone) โผล่ให้เห็นมากที่สุดประมาณ 80% เป็นหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอโทต์แกรนิต หินแกรโนไดโอไรต์ และหินไบโอโทต์แกรนิต เนื้อขนาดเดียวกันสม่ำเสมอ ขนาดค่อนข้างหยาบ สีเทาถึงเทาเข้ม และ (3) โซนแกนกลาง (core zone) มีประมาณ 5% เป็นหินไบโอโทต์แกรนิต ขนาดเม็ดละเอียดเนื้อสม่ำเสมอ และเป็นหินลูโคแกรนิต

2) หินตากแกรนิต (*Tak Granite*)

หินแกรนิตบริเวณนี้ Mahawat (1982) ได้จัดแบ่งเป็น 4 พลูตอน ได้แก่ พลูตอนตะวันออก (Eastern Pluton) พลูตอนช่วงตะวันตก (Western Main Range Pluton) แม่สอดพลูตอน (Mae Sod Pluton) และตากพลูตอน (Tak Pluton)

พลูตอนตะวันออก มีความแตกต่างจากพลูตอนอื่นๆ โดยเป็นหินอัคนีชนิดแคล-อัลคาไลน์ ซึ่งประกอบด้วยหินควอร์ตซ์-ไดโอไรต์ หินแกรโนไดโอไรต์ และหินแกรนิต ซึ่งบางแห่งให้แร่พลวง แร่ลูลแฟลม แร่แบไรต์ และแร่ฟลูออไรต์

ในขณะที่พลูตอนอื่นๆ เป็นหินอัคนีชนิดกึ่งอัลคาไลน์ที่ไม่ให้สินแร่เลย และประกอบด้วยหินควอร์ตซ์มอนซิไนต์ หรือหินมอนซิไดโอไรต์ หรือหินมอนซิแกรนิต จนถึงไซยีนแกรนิต จากขอบนอก เข้ามาหาใจกลาง ส่วนมากให้สีค่อนข้างเป็นสีชมพู นอกจากนี้ยังพบว่ามีการตัดแทรกเข้ามาของผนังหินอัคนีของหินไมโครแกรนิต และหินแอฟไฟต์

9.1.1.1.2. ลักษณะกายภาพของหินแกรนิตแนวปริมณฑลตอนกลาง

หินแกรนิตปริมณฑลนี้ครอบคลุมพื้นที่สามในสี่ของหินแกรนิตทั้งหมดของประเทศ แผ่กระจายตั้งแต่จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ตาก อุทัยธานี ราชอง และชายฝั่งตะวันออกของแหลมไทย ไปถึงภาคตะวันตกของประเทศมาเลเซีย

หินแกรนิตเหล่านี้ได้ตัดแทรกเข้าไปในหินตะกอนของยุคแคมเบรียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส ไม่พบลักษณะที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์กับหินภูเขาไฟ โดยส่วนใหญ่พบว่าเป็นหินไบโอไทต์แกรนิต และหินมัสโคไวต์แกรนิต สำหรับหินฮอร์นเบลต์-ไบโอไทต์แกรนิต ไม่ค่อยพบในปริมณฑลนี้

หินแกรนิตปริมณฑลตอนกลางนี้ค่อนข้างซับซ้อนมาก สามารถแบ่งได้ 4 ชนิดดังนี้ (1) หินมิกมาติกแกรนิตหรือหินออร์โธไนส์ (Migmatitic Granite or Orthogneiss) (2) หินแกรนิตที่เรียงตัว (Foliated Granite) (3) หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก (Megacrystic Biotite Granite) และ (4) กลุ่มหินอัลคาไลน์ (Alkaline Complex)

1) หินมิกมาติกแกรนิตหรือหินออร์โธไนส์ (Migmatitic Granite or Orthogneiss) หินส่วนใหญ่มีเนื้อหยาบ แต่สามารถพบได้ทั้งหินเนื้อดอกและหินเนื้อขนาดสม่ำเสมอ จากเนื้อหินพบว่าหินน่าจะถูกขบวนการแปรอย่างรุนแรง รอยริ้วขนานวางตัวเกือบอยู่ในแนวราบ Cobbing *et al.* (1986) พบว่าลักษณะเนื้อหินดั้งเดิมไม่หลงเหลือแล้ว ส่วนมากเกิดปะปนอยู่กับหินชีสต์

(หรือหินไมกาชีสต์) สอดคล้องกับการศึกษาของ Nutalaya (1973) ซึ่งได้รายงานไว้ว่า น่าจะเกิด ขบวนการแปรขึ้นประมาณ 4 ครั้ง โดยมีการเปลี่ยนแปลงแบบพลาสติก 2 ครั้ง เกิดขึ้นในหินมิกมาติก แกรนิตและหินชีสต์ ของพื้นที่บริเวณเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก

ขบวนการแปรครั้งแรกที่เกิดขึ้นนั้น ทำให้ทั้งหินตะกอนและหินอัคนี เกิดการตกผลึกใหม่ด้วยความร้อนและความดันที่สูงในระดับ อัลมานดิน-แอมฟิโบไลต์เฟชีส (Almandine-amphibolite facies) การแปรสภาพครั้งที่สองนั้น เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ หินในลักษณะแบบพลาสติก ครั้งที่สามของการเกิดขบวนการแปรทำให้ได้แร่ไมโครไค แร่การ์เนต และแร่ไบโอไทต์ ซึ่งถูกแทนที่ด้วยแร่เซอร์พิไซต์ และแร่คลอไรต์ สำหรับแร่คอร์ดีไรต์ (?) ถูกแทนที่ด้วย แร่พิไนต์

หินมิกมาติกแกรนิต โผล่ให้เห็นบริเวณตะวันตกของจังหวัดเชียงใหม่ แม่แจ่ม (Baun *et al.*, 1970) น้ำตกกลางสาบ (Campkell, 1973 และ Nutalaya, 1973) จันทบุรี (บ้านหนองใหญ่) และหัวหิน (Dheeradilok, 1973 Putthapiban and Luensilpong, 1978 Porgsapich *et al.*, 1980 และ Tulyatid, 1991) ขนอม (Nakinbodi *et al.*, 1985) เขาหลวง (Nakapadungrat *et al.*, 1987) และยะลา (Ishihara *et al.*, 1980)

2) หินแกรนิตเรียงตัว (Foliated Granite) การเรียงตัวของเม็ดแร่ ปรากฏในเนื้อหินขนาดสม่ำเสมอ จนถึงแร่ดอกของอัลคาไลน์เฟลด์สปาร์ ในหินไบโอไทต์ ± มัสโค ไวต์แกรนิต และพบว่าบางแห่งไม่มีการเรียงตัว

ตัวอย่างที่ดีของหินแกรนิตเรียงตัวนี้ อยู่บริเวณบ้านทองหลาง ประกอบด้วยหินอัลลาไนท์-ไบโอไทต์แกรนิต หินลูโลกเคติกแกรนิต และหินแอฟไฟล์ หนึ่งในสามของการเรียงตัว มีรอยร้าวขนานอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และเอียงจากแนวราบ 20-60 องศา ความรุนแรงของการแปรสภาพจะมีมากบริเวณตะวันออกของปลูตตอน และค่อยๆลดลงไป ทางตะวันตก จนถึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย

3) หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก (Megacrystic Biotite Granite) หินแกรนิตชนิดนี้พบว่าเป็นหินที่พบเป็นส่วนใหญ่ของหินแกรนิตในบริเวณปริมาตรตอนกลาง Brown *et al.* (1970) ได้อธิบายถึงหินชนิดนี้ว่าเป็นหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก มีขนาดของเม็ดแร่ ขนาดปานกลางถึงหยาบจะถูกตัดแทรกด้วยหินมัสโคไวต์-ไบโอไทต์ แกรนิต เม็ดแร่ขนาดปานกลาง

และเม็ดแร่ขนาดละเอียดของ หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์ แกรนิต แผ่กระจายอยู่บริเวณฝาง-แม่สาย (Baun *et al.*, 1970) คอยสะกืด-เวียงป่าเป้า (Nakapadungrat *et al.*, 1985) ชุนताल (Suensilpong *et al.*, 1977 และ Teggin *et al.*, 1975) สะเมิง (Teggin, 1975 และ Punyaprasiddhi, 1980) แม่เจดีย์ (Hansawek *et al.*, 1986) ระยอง-บางละมุง (Nakapadungrat *et al.*, 1985) คาราคีรี (Ishihara *et al.*, 1980 และ Nakapadungrat *et al.*, 1988b)

นอกจากนี้ อาจจะมีหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์ แกรนิต บริเวณแม่สะเรียงและเชียงราย (Teggin, 1975 และ Pitfield, 1988)

4) *กลุ่มหินอัลคาไลน์ (Alkaline Complex)* หินชนิดนี้มีลักษณะเป็น แผ่นผนังและลำหินอักษณขนาดเล็ก ซึ่งค่อนข้างมีหินแกรนิตปะปนกันหลายชนิด หินกลุ่มนี้บางส่วนตัดแทรกเข้าไปในตอนกลางของหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก บริเวณตอนเหนือของหินอักษณมวลไพศาลสะเมิงและเชียงดาว นอกจากนี้ยังพบบริเวณแม่แจ้พลูตอง กลุ่มหินอัลคาไลน์แม่ยาน และลำหินอักษณขนาดเล็ก บริเวณบ้านแม่ทะมาน

แม่แจ้พลูตอง มีโซนของหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์ แกรนิต เนื้อผลึกหยาบถึงเนื้อดอกอยู่แกนกลาง และมีรอบนอกเป็นหินไบโอไทต์ฮอร์นเบลนด์แกรนิต เนื้อผลึกขนาดเล็กสม่ำเสมอ

กลุ่มหินอัลคาไลน์แม่ยาน ประกอบไปด้วยหินหลายชนิด บริเวณตอนกลางเป็นการปะปนกันของหินมอนโซไนต์โอไรต์ที่มีแร่โซดิกไพรอกซีน และ/หรือ แร่แอมฟิโบล กับหินไซยไนต์/หินควอร์ตซ์-ไซยไนต์ รวมทั้งมีหินไบโอไทต์ แกรนิตสีชมพู และหินควอร์ตซ์-มอนโซไนต์ นอกจากนี้ช่วงรอบนอกเป็นหินไบโอไทต์ ± ฮอร์นเบลนด์ แกรนิต และหินแกรโนไดโอไรต์ (Pitfield, 1988)

9.1.1.1.3. ลักษณะกายภาพของหินแกรนิตแนวปริมาตรตะวันตก

หินแกรนิตของปริมาตรตะวันตกนี้แผ่กระจายตั้งแต่แม่ละมานในภาคเหนือ เาะลงทางใต้ตามภาคตะวันตก ปีลือก เขาแดน ระนอง ตะกั่วป่า ลงไปเกาะภูเก็ตทางภาคใต้ พาดผ่านไปทางซีกตะวันตกของเกาะสุมาตราในประเทศอินโดนีเซีย และนอกจากนี้ยังรวมไปถึงแหลมพม่าด้วย (Mitchell, 1977 Hutchison and Taylor, 1978 และ Beckinsale, 1979) หินแกรนิตปริมาตร

ตะวันตกนี้ มีนักธรณีวิทยาที่สนใจเข้ามาศึกษากันมากมายหลายท่านด้วยกัน ดังเช่น Aranyakanon (1961) Hummel and Phawandan (1967) Garson *et al.* (1975) Pitragool and Panupaisal (1979) Putthapiban and Grey (1983) Nakapadungrat *et al.* (1988a) Suwimonprecha (1989) และ Nakapadungrat and Maneenai (1991)

โดยรวมแล้ว หินที่เด่นๆเป็นหินมัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิต หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์แกรนิต และหินไบโอไทต์แกรนิต มักปรากฏเป็นหินอัคนีมวลไพศาลขนาดใหญ่ และมีลักษณะเนื้อหินเป็นเนื้อดอกและเนื้อขนาดสม่ำเสมอ โดในช่วงปานกลางถึงหยาบ ในหินไบโอไทต์แกรนิต มักมีแร่อัลคาไลน์ และสฟีนเป็นแร่รอง และมักมีการเรียงตัวของเม็ดแร่ได้รอยร้าวขนานอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เอียงเทจากแนวราบประมาณ 40-60 องศา ดังเช่นบริเวณหาดกะตะ ซึ่งศึกษาโดย Putthapiban and Grey (1983) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหินมัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิต หรือที่ Nakapadungrat and Maneenai (1991) เรียกว่าหินลำปีแกรนิต จะโผล่ให้เห็นเป็นส่วนใหญ่ในหินแกรนิตของปริมาตรตะวันตก ส่วนหินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์แกรนิตจะโผล่ให้เห็นน้อยที่สุด ในขณะที่หินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต ซึ่งมีแร่ดอกของอัลคาไลน์เฟลด์สปาร์สีชมพู ปรากฏให้เห็นเป็นพืดตอนขนาดเล็กๆ เช่นบริเวณเขาปะทิว และเกาะภูเก็ต อย่างไรก็ตามพบว่าหินแกรนิตที่เขापนมเบญจา ซึ่งอยู่ซีกตะวันออกของปริมาตรมีลักษณะคล้ายกับหินที่เขापะทิว

หินแกรนิตเหล่านี้ตัดแทรกเข้าไปในหินตะกอนของยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน ที่ประกอบด้วยหินไดอะมิคไทต์ หินโคลน และหินทราย (Stanffer, 1983 และ Santiwanit *et al.*, 1983)

หินภูเก็ตแกรนิต (Phuket Granite) คือกลุ่มหินแกรนิตบนเกาะภูเก็ต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหินแกรนิตจริงๆ ส่วนหินควอร์ตซ์มอนโซไนต์และหินควอร์ตซ์มอนโซไดโอไรต์ จะพบเฉพาะบริเวณตามขอบของบางพืดตอนเท่านั้น หินวางตัวเป็นแนวยาวเหนือ-ใต้ แบ่งได้เป็น 2 ช่วง เขา คือช่วงเขาตะวันตก และช่วงเขาตะวันออก (เขาปะทิว) (Putthapiban, 1984) หินภูเก็ตแกรนิต (Phuket Granite) สามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้

1) **หินเขาปะทิวแกรนิต (G-1)** ประกอบด้วยหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ แกรนิต เนื้อหินสม่ำเสมอขนาดปานกลางถึงหยาบ และเป็นเนื้อดอก บางครั้งพบแร่ดอกเป็นสีชมพู แร่แฟลกจิโอเคลสแสดงเป็นชั้นๆไม่เป็นระบบ มีแร่รองเป็นแร่สฟีน แร่อัลคาไลน์ และแมกนีไทต์

2) หินกะตะบิชแกรนิต (G-2) เป็นหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ แกรนิต เนื้อหยาบมากจนถึงเป็นเนื้อดอก มีแร่ดอกขนาดใหญ่มาก ยาวมากกว่า 8 ซม. มีแร่สฟีนแร้อัลลาไนต์ และอิลมิไนต์ เป็นแร่รอง

3) หินไนทอนบิชแกรนิต (G-3) ประกอบด้วยหินไบโอไทต์+มัสโคไวต์แกรนิต เนื้อหยาบถึงเป็นเนื้อดอก

4) หินเขาโต๊ะแซะแกรนิต (G-4) เป็นหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต เนื้อปานกลางถึงหยาบ จนถึงเนื้อดอก

9.1.1.2. ลักษณะธรณีเคมีของหินแกรนิตในประเทศไทย

เนื่องจากการศึกษาพบว่า หินแกรนิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนว (รูปที่ 9-3) ได้แก่แนวปริมหตตะวันตก (Eastern Belt) แนวปริมหตตอนกลาง (Central Belt) และแนวปริมหตตะวันออก (Western Belt) แต่ละแนวปริมหตก็มีลักษณะเฉพาะตัว ลักษณะธรณีเคมีของหินแกรนิตก็เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละแนว

9.1.1.2.1. ลักษณะธรณีเคมีของหินแกรนิตแนวปริมหตตะวันตก

หินจำนวน 24 ตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือก ในการวิเคราะห์ทางเคมีของหินตากแกรนิต (TK1-TK10) หินเลยแกรนิต (L11-L20) และหินบ้านหนองใหญ่ออร์โธไนส์ (NY1-NY4) ในตารางที่ 9-1

พบว่าหินตากแกรนิตและหินเลยแกรนิต มีปริมาณของ SiO_2 อยู่ในช่วง 62-77% Al_2O_3 อยู่ในช่วง 12-19% TiO_2 อยู่ในช่วง 0.1-0.6% CaO อยู่ในช่วง 0.5-4.5% MgO อยู่ในช่วง 0.1-2.0% FeO อยู่ในช่วง 0.3-4.6% และ Fe_2O_3 อยู่ในช่วง 0.2-1.6% หากพิจารณาจากกราฟของ Harker Variatian (รูปที่ 9-4a) พบว่าเมื่อค่าของ SiO_2 เพิ่มมากขึ้น ค่า Al_2O_3 TiO_2 CaO MgO FeO และ Fe_2O_3 มีแนวโน้มที่ลดลง จากกราฟความสัมพันธ์ของ Na_2O และ K_2O (รูปที่ 9-4b) พบว่ามีปริมาณของ Na_2O อยู่ในช่วง 2.94-4.35% ขณะที่ค่า K_2O อยู่ในช่วง 2.38-5.7% นอกจากนี้ อัตราส่วน $\text{Al}/(\text{Ca}/2+\text{Na}+\text{K})$ จากตารางที่ 9-1 แสดงให้เห็นว่าหินตากแกรนิตและหินเลยแกรนิตเป็นประเภท Peraluminous และ Metaluminous มีค่าอยู่ในช่วง 1.00-1.83

สำหรับหินบ้านหนองใหญ่ออร์โทไนส์พบว่าแนวโน้มและการกระจายตัวคล้ายกับของหินตากแกรนิตและหินเลยแกรนิต เพียงแต่มีปริมาณต่ำกว่าเท่านั้น ในกราฟความสัมพันธ์ของ Na_2O และ K_2O พบว่ามีปริมาณของ Na_2O อยู่ในช่วง 3.96-4.63% ขณะที่ค่า K_2O อยู่ในช่วง 1.26-3.63% แสดงให้เห็นว่าหินบ้านหนองใหญ่ออร์โทไนส์มีปริมาณของ Na_2O สูงกว่าและ K_2O ต่ำกว่าหินตากแกรนิตและหินเลยแกรนิต

จากข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ว่าหินแกรนิตในปริมาตรตลอดวันออกเป็นชนิด I-Type (Chappell and White, 1974) เกิดขึ้นเนื่องมาจากการมุดตัวของแผ่นเปลือกทวีปพื้นสมุทร เข้าหาแผ่นดิน ในลักษณะเป็นคู่แฝดแยกกันมุดตัวทั้งสองด้าน (Paired Benioff Zone) คือใน ส่วนบริเวณจังหวัดเลย-เพชรบูรณ์-นครนายก มุดตัวไปด้านตะวันออกเข้าหาอินโดจีน และมุดตัวไปด้านตะวันตกเข้าหาลานไทย (รูปที่ 9-5)

9.1.1.2.2. ลักษณะธรณีเคมีของหินแกรนิตแนวปริมาตรตอนกลาง

หินจำนวน 30 ตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกจากหินมิกมาติกแกรนิต หินแกรนิตเรียงตัว หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอกและกลุ่มหินอัลคาไลน์ (ตารางที่ 9-2)

จากกราฟความสัมพันธ์ในรูปที่ 9-6a หากพิจารณาเฉพาะหินแกรนิตเรียงตัวและหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก พบว่าปริมาณของ SiO_2 อยู่ในช่วงแคบๆ ประมาณ 69-77% ปริมาณ Al_2O_3 อยู่ในช่วง 12-15% TiO_2 อยู่ในช่วง 0.1-2.6% CaO อยู่ในช่วง 0.5-2.1% MgO อยู่ในช่วง 0.2-2.0% FeO อยู่ในช่วง 0.6-3.1% และมีปริมาณ Fe_2O_3 อยู่ในช่วง 0.0-2.8%

สำหรับหินมิกมาติกแกรนิต มีค่าปริมาณของ SiO_2 อยู่ในช่วง 66-73% มีค่าของ FeO Fe_2O_3 CaO และ TiO_2 สูงกว่าของหินแกรนิตเรียงตัวและหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ส่วนกลุ่มหินอัลคาไลน์มีค่า SiO_2 อยู่ในช่วง 56-72% และมีปริมาณของ Fe_2O_3 และ CaO สูงกว่าหินกลุ่มอื่นๆ

ในกราฟความสัมพันธ์ของ Na_2O และ K_2O (รูปที่ 9-6b) พบว่าปริมาณ Na_2O ของหินแกรนิตเรียงตัวและหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก มีค่าอยู่ในช่วง 2.2-3.5% หรือเฉลี่ยประมาณ 2.9% และปริมาณ K_2O อยู่ในช่วง 4.0-5.5% หรือเฉลี่ยประมาณ 4.9% เห็นว่า หินมิกมาไทต์แกรนิตมีค่าของ K_2O ต่ำสุด ในขณะที่กลุ่มหินอัลคาไลน์มีปริมาณของ K_2O สูงสุด

หากพิจารณาจากข้อมูลเบื้องต้นสรุปได้ว่าหินแกรนิตเรียงตัวและหินไบโอไทต์ แกรนิตเนื้อดอก เป็นหินแกรนิตชนิด S-Type (Chappell and White, 1974) จากการชนกันของฉานไทยกับอินโดจีน (รูปที่ 9-5)

9.1.1.2.3. ลักษณะธรณีเคมีของหินแกรนิตแนวปริมหาลตะวันตก

ตัวอย่างหินจำนวน 24 ตัวอย่าง (ตารางที่ 9-3) ที่ได้รับการคัดเลือกมาทำการวิเคราะห์ด้านเคมี มาจากพื้นที่แม่ละมา เขาแดน โป่งกระทิง-สินบุง ตะกั่วป่า-พังงา หาดกะตะ เขาประทีพ นกสูง และเขาพนมเบญจา

ตัวอย่างหินเหล่านี้จัดแบ่งแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

	S-Type	I-Type
SiO ₂	67-75%	65-73%
Al ₂ O ₃	12-16%	13-16%
TiO ₂	0.3-0.8%	0.2-0.6%
Fe ₂ O ₃	0.0-2.5%	0.3-2.5%
FeO	0.5-5.2%	1.0-2.7%
MgO	0.1-1.1%	0.3-1.5%
CaO	0.4-3.0%	0.8-3.8%

กราฟความสัมพันธ์ของ Na₂O/K₂O อยู่ในรูปที่ 9-7b แสดงให้เห็นว่าหินแกรนิตชนิด I-Type มีค่า Na₂O และค่าอัตราส่วน Na₂O/K₂O สูงกว่าหินแกรนิตชนิด S-Type เนื่องจากในปริมหาลตะวันตกนี้มีหินแกรนิตทั้งชนิด S-Type และ I-Type อีกทั้งหินแกรนิตชนิด I-Type เองมีอายุถึง 2 ช่วงจึงเป็นการยากที่จะอธิบายถึงรูปแบบเทคโทนิคการเกิดได้ แต่หลายๆท่านแนะนำว่าหินแกรนิตปริมหาลนี้น่าจะเป็นผลจากแผ่นพื้นที่องทะเลมุดตัวไปด้านตะวันออกเข้าหาบริเวณแอ่งตามขอบ (Marginal sea) ของแผ่นดินพม่า แล้วเข้าชนกับแผ่นดินฉานไทย

9.1.1.3. อายุของหินแกรนิตในประเทศไทย

หินแกรนิตในประเทศไทยได้รับการจำแนกครั้งแรกออกเป็น หินแกรนิตยุค ไทรแอสซิก และยุคครีเทเชียส โดยอาศัยหลักฐานข้อมูลภาคสนามของ Brown et al. (1951) ต่อมา ภายหลัง การหาอายุหินแกรนิตในประเทศไทยด้วยวิธีไอโซโทปแบบต่างๆ (รูปที่ 9-8 และ 9-9) ก็ได้ แพร่หลายมากยิ่งขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ.1969 เป็นต้นมา เริ่มต้นด้วยวิธี K-Ar โดย Pitakpaivan (1969) Burton and Bignell (1976) Teggins (1975) Garson et al. (1975) Braun et al. (1976) Beckinsale et al. (1979) Ishihara et al. (1980) และ Nakapadungrat (1982) นอกจากนี้ก็มีวิธี Rb-Sr โดย Braun et al. (1976) วิธี Rb-Sr ไอโซครอนของหินทั้งก้อนโดย Teggins (1975) Braun et al. (1976) Beckinsale et al. (1979) Punyaprasiddhi (1980) Nakapadungrat (1982) Putthapiban (1984) และ Darbyshire (1988) และวิธี Fission Trace โดย Putthapiban (1984)

การหาอายุของหินด้วยวิธี Rb-Sr ไอโซครอนของหินทั้งก้อน (ตารางที่ 9-4) ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการหาอายุหินแกรนิตมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 (Faure and Powell, 1972 Faure, 1977 และ Beckinsale et al., 1979) ค่าอัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) ที่หาได้ด้วย วิธีนี้ยังบ่งบอกถึงแหล่งที่มาของหินแกรนิตนั้น (Petrogenetic trace) โดยทั่วไป ค่าอัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) สูงๆ ประมาณ 0.710 ซึ่งถึงแหล่งกำเนิดของหินแกรนิตว่ามาจากชั้นของ เปลือกโลก ขณะที่อัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) ต่ำ ประมาณ 0.703-0.705 ซึ่งให้เห็นว่ามาจากชั้นแมนเทิล (Faure, 1977) นอกจากนี้ยังสามารถให้ค่า Sr_i เป็นตัวบ่งบอกที่สำคัญถึงลักษณะชนิดของหินแกรนิตได้ (Mitchell, 1977 Beckinsale et al., 1979 Cobbing et al., 1986 Pitfield, 1988 Darbyshire, 1988 และ Charusiri et al., 1991a) จากการศึกษาของ Nakapadungrat ตั้งแต่ปี 1982 โดย ยึดหลักการหาอายุด้วยวิธี Rb-Sr โสรอกไอโซครอน (Whole rock isochron) สามารถสรุปอายุของ หินแกรนิตในประเทศไทยได้ 4 ยุคดังนี้

- 1) ยุคไทรแอสซิกตอนต้น (~240 ล้านปี)
- 2) ยุคจูแรสซิกตอนปลาย (200-220 ล้านปี)
- 3) ยุคครีเทเชียสตอนต้น (130 ล้านปี)
- 4) ยุคครีเทเชียสตอนปลาย (75-90 ล้านปี)

การหาอายุหินแกรนิตในประเทศไทยด้วยวิธีไอโซโทปด้วยวิธีที่ทันสมัยและ น่าสนใจอีกวิธีหนึ่ง ดูเหมือนจะเป็นวิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ซึ่งศึกษาโดย Charusiri (1989) และ Tulyatid (1991)

จากการสรุปของ Charusiri (1989) และ Charusiri et al. (1991a, b and c) โดยใช้วิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ในการแบ่งหินแกรนิตได้อายุของหินแกรนิตเป็น 5 ช่วงอายุดังต่อไปนี้ (รูปที่ 9-10a ถึง 9-10e)

- 1) ยุคไทรแอสซิกตอนต้น-ตอนปลาย (245-210 ล้านปี)
- 2) ยุคไทรแอสซิกตอนปลาย-จูแรสซิกตอนต้น (220-180 ล้านปี)
- 3) ยุคครีเทเชียสตอนปลาย (65-88 ล้านปี)
- 4) สมัยพาลีโอซีน-อีโอซีน (60-50 ล้านปี)
- 5) สมัยอีโอซีน-ไมโอซีนตอนต้น (45-20 ล้านปี)

หินแกรนิตในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนว (รูปที่ 9-3) ได้แก่ แนวปริมหทลตะวันออก (Eastern Belt) แนวปริมหทลตอนกลาง (Central Belt) และแนวปริมหทลตะวันตก (Western Belt) เป็นที่แน่นอนว่าแต่ละแนวปริมหทลก็มีลักษณะเฉพาะตัว ดังนั้นจึงมีการหาอายุของหินแกรนิตแยกออกจากกันของแต่ละแนวปริมหทล

9.1.1.3.1. อายุของหินแกรนิตแนวปริมหทลตะวันออก

จากการหาอายุไอโซโทปด้วยวิธี Rb-Sr ไอโซครอนของหินทั้งก้อน (ตารางที่ 9-4) พบว่าหินดากแกรนิตชนิดสีขาและสีชมพู มีอายุประมาณ 213 ± 10 และ 219 ± 12 ล้านปี ตามลำดับ โดยมีอัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เป็น 0.7158 ± 0.0013 และ 0.7104 ± 0.0019 ตามลำดับ หรือเกิดขึ้นมาในช่วงยุคไทรแอสซิก (Teggins, 1975) ในหินบ้านหนองใหญ่ออร์โธไนส์ ได้ อายุ 75 ± 22 ล้านปี ด้วยอัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เป็น 0.7050 ± 0.0002 Darbyshire (1988) ซึ่งน่าจะการที่ได้อายุผิดพลาดไปมากน่าจะเป็นผลกระทบจากข้อจำกัดของการกระจายของค่าอัตราส่วน Rb-Sr

Charusiri (1989) ได้ศึกษาหาอายุไอโซครอนของหินแกรนิตในปริมหทลนี้ด้วยวิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ได้อายุ 220-245 ล้านปี หรืออยู่ในช่วงยุคไทรแอสซิกตอนต้นถึงตอนปลาย

9.1.1.3.2. อายุของหินแกรนิตแนวปริมหทลตอนกลาง

จากหลักฐานในสนาม คณะผู้จัดทำแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย เชื่อว่าหินมิกมาติกแกรนิตมีอายุพรีแคมเบรียน อย่างไรก็ตาม Cobbling et al. (1986) แนะนำว่า หินมิกมาติกแกรนิตบริเวณภาคเหนือของไทย เป็นไปได้ที่จะมีอายุไทรแอสซิก Macdonald et al. (1991) ศึกษาอายุด้วยวิธี U-Pb ของแร่เซอร์คอนจากหินมิกมาติกแกรนิตได้ 207-213 ล้านปี หรืออยู่ในช่วงยุค

ไทรแอสซิกตอนปลาย ถึงยุคจูแรสซิกตอนต้น และผลจากการหาอายุของแร่โมนาไซต์บอกถึง ขบวนการแปรอย่างรุนแรง ที่เกิดขึ้นในช่วงยุคครีเทเชียสตอนปลาย (72 ± 1 ล้านปี) Darbyshire (1988) ได้รายงานไว้ว่า หินออร์โทไนต์บริเวณบ้านหนองใหญ่ มีอายุครีเทเชียส แต่อย่างไรก็ตาม Tulyatid (1991) ได้ใช้วิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ กับหินออร์โทไนต์บริเวณหัวหิน ได้อายุเทอร์เชียรี (34 ล้านปี) จึงเป็นไปได้ว่า หินออร์โทไนต์เกิดขึ้นมาก่อนที่จะเกิดการยกตัวของยุคครีเทเชียส (ประมาณ 67 ล้านปี) และถูกรอยเลื่อนกระทำในยุคเทอร์เชียรี (34 ล้านปี)

จากผลของการอายุด้วยวิธี Rb-Sr ไอโซครอนของหินทั้งก้อน ของ กลุ่มหินแกรนิตที่บ้านทองหลวง (Nakapadungrat, 1982) ได้อายุ 237 ± 25 ล้านปี ด้วยอัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เท่ากับ 0.7258 ± 0.0021 (ตารางที่ 9-4) และวิธี K-Ar ในแร่ไบโอไทต์ ได้ประมาณ 72 ล้านปี แสดงว่าหินแกรนิตกลุ่มนี้เกิดขึ้นมาในช่วงยุคไทรแอสซิก และถูกแรงเข้ามากระทำ ทำให้เกิดการเรียงตัวในยุคครีเทเชียส ในขณะที่หินแอฟไฟลด์ดันตัวตัดแทรกเข้ามา หลังจากมีขบวนการแปรสภาพเกิดขึ้น (Nakapadungrat, 1982)

นอกจากนี้พบว่าหินแกรนิตเรียงตัวโผล่ให้เห็นในพื้นที่ตะวันตกของ จังหวัดเชียงใหม่ (Cobbing et al., 1986) และในส่วนตอนเหนือของเขาลวง (Ishihara et al., 1980 และ Kosuwan and Nakapadungrat, 1992) หินแกรนิตที่เรียงตัวบริเวณหุบกระพง (ตารางที่ 9-4) อาจจะถูกแรงกระทำทางเทคโทนิกในช่วงเวลาเดียวกันกับกลุ่มหินแกรนิตที่บ้านทองหลวง ซึ่งมีค่าอายุไอโซโทป จากการหาค่าด้วยวิธี Rb-Sr ไอโซครอนของหินทั้งก้อนได้ 210 ± 4 ล้านปี อันมีค่า $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เป็น 0.7237 ± 0.0006 (Beckinsale et al., 1979)

การหาอายุโดยไอโซโทปของหินทั้งก้อนตัวอย่างจากเชิงดาว-แม่ ยาน (ตารางที่ 9-4) ด้วยวิธี Rb-Sr ได้อายุ 100 ± 12 ล้านปี ซึ่งใช้อัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เป็น 0.7103 ± 0.0002 (Darbyshire, 1988) อายุของหินแกรนิตที่แทรกดันขึ้นมาในช่วงเวลา 179-220 ล้านปี หรือยุคไทรแอสซิกตอนปลาย ถึงจูแรสซิกตอนต้น (รูปที่ 9-10b) ซึ่งได้จากวิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (Charusiri, 1989) นั้นพบว่าส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตในปริมาตรตอนกลาง

9.1.1.3.2. อายุของหินแกรนิตแนวปริมาตรตะวันตก

จากข้อมูลในตารางที่ 9-4 อันเป็นวิธีการหาอายุด้วยวิธี Rb-Sr ไอโซครอนของหินทั้งก้อน ซึ่งถึงหินแกรนิตในปริมาตรตะวันตกมีทั้งชนิด S-Type และ I-Type หินแกรนิตที่

แม่ละมาและเขาปะทิว เป็นชนิด I-Type ที่ค้นขึ้นมาในช่วงเวลา 130.4 ± 4.4 ล้านปี และ 82 ± 4 ล้านปี ด้วยอัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เป็น 0.7086 ± 0.0007 และ 0.7144 ± 0.0002 ตามลำดับ ขณะที่หินแกรนิตชนิด S-Type ในปริมาตรตะวันตกมีอายุอยู่ในช่วง 74 ± 4 ถึง 100 ± 6 ล้านปี และมีอัตราส่วน $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เป็น 0.7193 ± 0.0012 และ 0.7453 ± 0.0006

การหาอายุด้วยวิธี Rb-Sr ของหินทั้งก้อน ในพื้นที่เกาะภูเก็ต สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มอายุ คือ ยุคครีเทเชียสช่วงกลาง (100 ± 6 ถึง 93 ± 4 ล้านปี) ยุคครีเทเชียสช่วงปลาย (78 ล้านปี) และสมัยไมโอซีน (57 ± 4 ถึง 45 ± 2 ล้านปี)

Charusiri et al. (1991a) ชี้แนะว่า การที่หินแม่ละมาแกรนิตมีอายุ 130 ล้านปี จากการหาอายุของ Beckinsale et al. (1979) ที่จริงแล้ว เป็นผลจากข้อมูลสถิติของไอโซครอนมีค่า MSWD เป็น 1.22 เขาเสนอว่า หินแม่ละมาแกรนิตควรมีอายุ 70 ล้านปี จากการหาอายุด้วยวิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ของแร่มีสโคไวต์ และเป็นช่วงเวลาเดียวกับการเกิดของแร่ทั้งสะเตน

อย่างไรก็ตาม จากการรวบรวมข้อมูลของ Rb-Sr ทั้งหมด และนำเสนออายุของไอโซครอนใหม่เป็น 77 ล้านปี ด้วยค่า $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ เริ่มต้น (initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) เป็น 0.7181 โดยไม่ได้ใช้ค่านี้นับชี้ว่าหินแม่ละมาแกรนิตเป็นหินแกรนิตเป็นชนิด S-Type แต่ชี้แนะว่าหินแม่ละมาแกรนิตเป็นชนิด S-Type เนื่องจากมีค่าอัตราส่วนของสตรอนเตียมสูง

9.1.1.4. แหล่งแร่ในหินแกรนิตในประเทศไทย

แหล่งแร่ในหินแกรนิตในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 บริเวณตามแนวของหินแกรนิตปริมาตรต่างๆ ซึ่งแต่ละแนวปริมาตรก็มีลักษณะเฉพาะตัว

9.1.1.4.1. แหล่งแร่ในหินแกรนิตแนวปริมาตรตะวันออก

สินแร่ที่เกิดร่วมกับหินแกรนิตในบริเวณนี้ ประกอบด้วยแร่โลหะพื้นฐาน ได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี ทองคำ ทองคำขาว พลวง แบไรต์ เฟลด์สปาร์ และทั้งสะเตน หินกรวดเหลี่ยมที่เหมืองคอยง้อย จังหวัดแพร่ มีแร่เฟอร์เบอไรต์-สติปไนต์-ฟลูออไรต์ เกิดร่วมด้วยกัน (Wannakasem, 1980) พบแหล่งแร่ทองแดงคอกขนาดใหญ่สะสมตัวที่จังหวัดเลยและตาก (Jacobson et al., 1969 และ Shawe, 1984) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบแร่ทองคำขาวบ้างเล็กน้อยที่บ้านน้ำขุ่น

จังหวัดจันทบุรี (Brown et al., 1951 และ Hughes and Bateson, 1967) และมีแร่ทองคำที่จังหวัดเชียงราย เลย ปรายจันทบุรี และนราธิวาส เป็นที่น่าสังเกตว่า ปัจจุบันจังหวัดตากเป็นแหล่งผลิตหินประดับชนิด แกรนิตที่สำคัญ และมีปริมาณมากเช่นเดียวกับจังหวัดเลย และอำเภอถานสัก จังหวัดอุทัยธานี

9.1.1.4.2. แหล่งแร่ในหินแกรนิตแนวปริมณฑลตอนกลาง

สินแร่สำคัญที่เกิดในแนวปริมณฑลนี้ เป็นแหล่งแร่ดีบุก ทั้งสะเตน และฟลูออไรต์ แหล่งแร่ดีบุกที่พบในปริมาณมากเป็นแหล่งสะสมตัวในชั้นตะกอนดินปัจจุบันของ บริเวณแหลมไทย เช่น แหล่งบ้านนาสาร สีชล ร่อนพิบูลย์ (ด้านตะวันตก ตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ ของหินมวลไพศาลเขาหลวง) ตรัง สงขลา และยะลา โดยที่แร่ดีบุกเหล่านี้เป็นแหล่งแร่ทุติยภูมิที่ได้มาจากการผุพังและพัดพาจากแหล่งแร่ปฐมภูมิ เช่นเป็นสายผนัง (Vein) กระจายปะปนอยู่ในเนื้อหิน (Argillic Dissemination) และบริเวณรอยสัมผัสกับหินแปร (Contact Metasomatism)

ในส่วนของแหล่งแร่ปฐมภูมิที่เป็นสายผนังของแร่ดีบุก-วุลแฟลมที่ตัดแทรกในหินแกรนิตที่สามารถเปิดดำเนินการทำเหมืองได้ ก็มีเหมืองยอดน้ำ จังหวัดนครศรีธรรมราช และเหมือแม่เจดีย์ จังหวัดเชียงราย ส่วนที่เป็นสายผนังของแร่ดีบุก-วุลแฟลมที่ตัดเข้าไปในหินข้างเคียง พบที่เหมืองบ้านสำนักเนียน ตอนเหนือของเหมืองยอดน้ำ แหล่งแร่ดีบุกที่กระจายอยู่บริเวณรอยสัมผัสกับหินแปร พบที่เหมืองยูโรไมน์ อำเภอปิ่นเขายะ จังหวัดยะลา และที่ค้อยหมอก จังหวัดเชียงราย ตัวอย่างของเหมืองแร่ดีบุกที่มีการเกิดแบบกระจายปะปนอยู่ในเนื้อหินแกรนิตพบได้ที่เหมืองทุ่งโพ-ทุ่งขมิ้น จังหวัดสงขลา และเหมืองทุ่งหลวง จังหวัดลำปาง สำหรับแร่ดีบุกที่อยู่ในสายเพกมาไทต์ พบที่บ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี และแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

นอกจากนี้ยังมีแหล่งแร่ที่สำคัญ เป็นแร่พลวง แร่แบไรต์ ที่เด่นและมีปริมาณการผลิตมากเป็นแร่เฟลด์สปาร์ ที่ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

9.1.1.4.3. แหล่งแร่ในหินแกรนิตแนวปริมณฑลตะวันตก

แร่ดีบุก นับว่าเป็นสินแร่ที่สำคัญมากของผลิตผลเศรษฐกิจในแนว ปริมณฑลตะวันตก พบกระจัดกระจายเป็นลานแร่ ตั้งแต่จังหวัดระนอง ลงมาทางตะกั่วป่า ผ่านพังงา ตลอดจนถึงภูเก็ต ให้ปริมาณผลผลิตของแร่ดีบุกมากกว่า 500,000 ตัน นับตั้งแต่ปี ค.ศ.1961-1991 (ที่มา จากกรมทรัพยากรธรณี) นอกจากนี้ยังมีแร่พลอยได้ที่สำคัญ ได้แก่ แร่อิลมิไนต์ แร่โมนาไซต์ แร่โคลัมไบต์-แทนทาไรต์ แร่เซอร์คอน แร่วุลแฟลม และแร่ซีโนไทต์

เขาแดน จังหวัดกาญจนบุรี เป็นแหล่งลานแร่ดีบุกที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย ส่วนที่เหมืองปิล็อกและเหมืองแม่ละมา เป็นแหล่งแร่ทั้งตะเควน-ดีบุกที่สำคัญ ตัวอย่างของแหล่งแร่ดีบุกที่กระจายปะปนอยู่ในเนื้อหินแกรนิต พบบริเวณเหมืองหาดส้มแป้น บางนอน และทุ่งคา จังหวัดระนอง เหมืองพรุปากน้ำ จังหวัดพังงา และเหมืองสหกิจ จังหวัดภูเก็ต แหล่งแร่ดีบุกในสายเพกมาไทต์ พบที่เหมืองกะทู้ บนเกาะภูเก็ต และเหมืองพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร

ปัจจุบันจังหวัดระนองได้มีการทำเหมืองแร่ดินขาว (Kaolinite) ในบริเวณที่เป็น หินทัวร์มาลีน-มัสโคไรต์แกรนิต หินลูโกลิเกรติกแกรนิต และหินมัสโคไรต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เป็นเหมืองดีบุกเดิมนั่นเอง

9.1.2. หินแกรนิตในประเทศมาเลเซีย

หินแกรนิตในประเทศมาเลเซียสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน (รูปที่ 9-11 ถึง 9-14) คือพลูตอนแนวหลัก (Main Range Pluton) พลูตอนแนวปริมาตรตอนกลาง (Central Belt Pluton) พลูตอนแนวปริมาตรตะวันออก (Eastern Belt Pluton) และ พลูตอนยุคครีเทเชียส (Cretaceous Pluton) แต่ก็มีรายงานการศึกษาที่แบ่งหินแกรนิตออกเป็น 3 แนวปริมาตร ดังต่อไปนี้

แนวปริมาตรตะวันออก (Eastern Belt)

- หินท้องที่ได้แก่ชุดหิน Carboniferous-Permian Shelf Strata/Triassic flysh
- สภาพธรณีแปรสัณฐานเป็นแบบ intermediate to acid tectonic, volcanic arc
- มีลักษณะของ narrow thermal aureole
- ชนิดของหินแกรนิตที่พบ ได้แก่ หินแกรนิตชนิด I-Type หินแกรโบร(gabbro) หิน Monzogranite อาจจะมีช่วงอยู่ในหิน biotite/biotite-hornblende diorite and tonalite
- พบ oval micro diorite enclave (xenolith)
- อายุของหินแกรนิตในแนวปริมาตรตะวันออก ได้แก่ ช่วงยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก (Permian-Triassic) ประมาณ 200-280 Ma
- จากการศึกษาพบว่า Sr มีค่าประมาณ 0.708 - 0.712

แนวปริมณฑลตอนกลาง (Central Belt) ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

- 1) Main Rang
- 2) Northern Thailand
- 3) Migmatite Complex

- หินท้องที่คาดว่าเคยเป็นส่วนหนึ่งของ Gondwana Land เก่า อายุช่วง Ordovician-Devonian มีลักษณะ deep water facies
- มีช่วงของส่วนประกอบทางแร่ค่อนข้างแคบ
- พบทั้งที่เป็น PTG -biotite, biotite-muscovite และ TPG -pegmatite, aplite
- Northern Thailand พบพืดอนขนาดใหญ่กว่า 130 km³ ลักษณะเด่นคือมี biotite >30%
- เป็น monzogranite มี migmatite complex พบ gneiss ร่วมด้วย
- อายุของหินแกรนิตในแนวปริมณฑลตอนกลาง ได้แก่ ช่วงยุคไทรแอสซิก (Triassic) ประมาณ 200 - 230 Ma
- จากการศึกษพบว่า Sr_i มีค่าประมาณ 0.711 - 0.719

แนวปริมณฑลตะวันตก (Western Belt)

- หินท้องที่มีช่วงอายุ Carboniferous-Permian ส่วนมากพบเป็นหินตะกอนพวก diamictite (pebbly mudstone)
- ลักษณะของพืดอน Composite Batholith พบทั้งชนิด S-Type และ I-Type
- อายุของหินแกรนิตในแนวปริมณฑลตอนกลาง ได้แก่ ช่วงยุค Cretaceous-Tertiary ประมาณ 80-35 Ma
- จากการศึกษพบว่า Sr_i มีค่าประมาณ 0.709 - 0.740

ต่อมา Cobbing et al., 1992 ได้ทำการแบ่งหินแกรนิตในประเทศมาเลเซียออกเป็น 5 กลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

- 1) Coarse Primary Texture Biotite Granite
- 2) Medium to Fine Primary Texture Biotite Granite
- 3) Secondary magmatic varience and microgranite
- 4) Corse Primary Texture Honblende Granite
- 5) Medium to Fine Primary Texture Honblende Granite

9.1.3. หินแกรนิตในประเทศไทย

หินแกรนิตในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนวปริมาตร (รูปที่ 9-15) คือ แนวแกรนิตปริมาตรตะวันตก (Western Granitoid Belt) แนวแกรนิตปริมาตรตอนกลาง (Central Granitoid Belt) และแนวแกรนิตปริมาตรตะวันออก (Eastern Granitoid Belt) ดังมีรายละเอียดดังนี้

1) *แนวแกรนิตปริมาตรตะวันตก (Western Granitoid Belt)* ประกอบด้วย หิน biotite-hornblende granodiorite

2) *แนวแกรนิตปริมาตรตอนกลาง (Central Granitoid Belt)* ประกอบด้วย หิน calc-alkali granite และ granodiorite มีทั้งชนิด S-Type และ I-Type มีอายุประมาณ Cretaceous แนวแกรนิตนี้อาจจะเทียบได้กับหินแกรนิตแนวปริมาตรตะวันตก (Western Belt) ของประเทศไทย

3) *แนวแกรนิตปริมาตรตะวันออก (Eastern Granitoid Belt)* ประกอบด้วย หินแกรนิตที่เป็นชนิด S-Type granite มีอายุประมาณ Cretaceous แนวแกรนิตนี้อาจจะเทียบได้กับ หินแกรนิตแนวปริมาตรตอนกลาง (Central Belt) ของประเทศไทย

9.1.4. หินแกรนิตในประเทศอินโดนีเซีย

หินแกรนิตในประเทศอินโดนีเซียมีการกระจายตัวทั้งที่เป็นประเภท S-Type และ I-Type ดังรูปที่ 9-16 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พื้นที่ดังนี้

1) *Rhiae Archipelago* พบหินแกรนิตประเภท S-Type และ I-Type เป็น Magmatite series

2) *Bangka and Belitung Islands* พบหินแกรนิตประเภท S-Type และ I-Type เป็น Illiminitic series พบว่าหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ (Meta-sedimentary rock) ซึ่งมีอายุเพอร์เมียนที่บริเวณ

Bangka เป็นพวก homogeneous ขณะที่ลำดับหิน flysch sequence มีอายุอยู่ในช่วง Late Triassic เป็นส่วนใหญ่

9.1.5. หินแกรนิตในประเทศไทย

หินแกรนิตในประเทศไทยสามารถแบ่งตามอายุได้ดังนี้

9.1.5.1. มหายุคพรีแคมเบรียม (Precambrian)

1) *Kontum Massif* ประกอบด้วยหินสองประเภทที่ให้อายุต่างกันดังนี้

- หิน granite-migmatite 230 Ma
- หิน gabbro-amphibolite 530-1600 Ma

2) *Northern Vietnam* ประกอบด้วยหินสองประเภทที่ให้อายุต่างกันดังนี้

- หิน hornblende schist, meta gabbro 2070-2300 Ma
- หิน microcline granite, alaskitegv 718-1381 Ma

9.1.5.2. มหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย (Late Paleozoic)

Kontum Massif ประกอบด้วยหินสองประเภทที่ให้อายุต่างกันดังนี้

- หิน gneissic granite-granodiorite 389-530 Ma
- Trungson complex of granite, granodiorite ซึ่งมีขนาดใหญ่มากกว่า

800 ตารางกิโลเมตร พบทั้งชนิด S-Type และ I-Type 299-377 Ma

9.1.5.3. มหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลายถึงยุคไทรแอสซิก (Late Paleozoic-Triassic)

Kontum Massif ประกอบด้วยหินสองประเภทที่ให้อายุต่างกันดังนี้

- หิน granite-granodiorite 250-360 Ma
- หิน gabbro, norite, subvolcanic granite 190-250 Ma

Northern Vietnam ประกอบด้วยหิน gabbro, norite, pyroxene-bearing diorite, hornblende-pyroxene granodiorite, biotite granite, leuco-granite 235-266 Ma

9.1.6. หินแกรนิตในประเทศไทย

กลุ่มหินแกรนิตในประเทศไทย ได้แก่ Paklay-Lung Prabang ประกอบด้วยหิน granodiorite และ tonalite อายุประมาณ 255-264 Ma

9.1.7. หินแกรนิตในประเทศจีน

จากการศึกษาของ Xu et al., 1980 and 1982 สามารถจัดแบ่งหินแกรนิตของประเทศจีนออกได้เป็นดังนี้

- 1) *S-Type Granite* มี $Sr_i > 0.710$ ในช่วงอายุ
 - Precambrian
 - Post Caledonian (Late Paleozoic)
 - Hercynian-Indosinian
- 2) *I-Type Granite* มี $Sr_i < 0.710$
 - Indosinian (Triassic)
 - Volcanic Associated
- 3) *Precambrian mafic and ophiolite relate granitoid* มี $Sr_i < 0.705$ (1340 - 1550 Ma)
- 4) *A-Type* วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ยาวประมาณ 500 กิโลเมตร โดยมี $Sr_i < 0.711$

สรุปอายุของหินแกรนิตในประเทศจีน

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1) Donganian | 1340 - 1550 Ma |
| 2) Xerefengian | 700 - 800 Ma |
| 3) Caledonian | (Lower Paleozoic ~ 400 Ma) |
| 4) Hercynian-Indosinian | 185 - 340 Ma |
| 5) Early Yenshanian | (Jurassic) |
| 6) Late Yenshanian | (Cretaceous) |

บริเวณ Ninling Rang ทางด้านตะวันตกและตะวันตกเฉียงเหนือ พบลักษณะหินเป็นแบบ multi-cyclic intrusion เกิดซ้ำซ้อนกันหลายครั้งเป็นผลทำให้ Yenshanian granite มีแรมามากมาย บางส่วนพบแผ่กระจายไปในทะเลจีนใต้ ทำให้เป็นหินอุ้มน้ำมัน

9.2. หินบะซอลต์

หินบะซอลต์ (Basalt) คือหินอัคนีภูเขาไฟชนิดหนึ่ง มีเนื้อละเอียดสีเข้ม ประกอบด้วยแคลซิก แพลจิโอเคลส (Calcic plagioclase) ชนิดแลบราโดไรต์ (Labradorite) หรือไบโทว์ไนต์ (Bytownite) และไพรอกซีน (Pyroxene) เป็นส่วนใหญ่ อาจมีโอลิวีน (Olivine) หรือไม่มีก็ได้ มักพบอะพาไทต์ (Apatite) และแมกนีไทต์ (Magnetite) เป็นแร่รองเสมอ บางชนิดอาจมีเนื้อพื้นเป็นแก้วสีดำ หินบะซอลต์หลายแห่งในประเทศไทย เป็นต้นกำเนิดของพลอยแซฟไฟร์ (Sapphire) และทับทิม เช่นที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดแพร่

9.2.1. หินบะซอลต์ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

หินบะซอลต์ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนใหญ่อยู่ในยุคซีโนโซอิกตอนปลาย ซึ่งเกิดใน Continental volcanic province จากการศึกษานี้ของ Barr and Macdonald ในปี 1981 พบว่ามีความสัมพันธ์กับหินบะซอลต์ในแถบออสเตรเลียตะวันออกเฉียงและอเมริกาตะวันตก สำหรับในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบกระจายตัวเป็นจุดเล็กๆ (small provinces) ในบริเวณทางตอนเหนือและตะวันออกของไทย ทางตะวันตกของกัมพูชา และพบกระจายตัวเป็นบริเวณกว้างทางตะวันออกของกัมพูชา ทางใต้ของลาวและเวียดนาม นอกจากนี้ยังพบกระจายตัวอยู่ในบางส่วนของประเทศมาเลเซียและทางตอนใต้ของประเทศจีน (รูปที่ 9-17) อายุของหินบะซอลต์ประมาณ 12 ล้านปีซึ่งคาดว่าเป็นช่วงที่เกิด complex regional tectonic phenomena ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นที่น่าสังเกตว่าหินบะซอลต์ในช่วงอายุนี้อาจพบพลอย (Gem) ประเภท Ruby Sapphire และ Zircon ซึ่งพบมากในประเทศไทย และกัมพูชา

จากการศึกษาของ Barr and Macdonald (1981) พบว่าลักษณะของหินบะซอลต์ในบางพื้นที่มีความหนาแน่น ทำให้ได้ลักษณะภูมิประเทศแบบ vents ปล่องภูเขาไฟ (Crater) และธรณีสัณฐานภูเขาไฟ (Volcanic landforms) หินบะซอลต์นี้ยังมีสินแร่ตาลแดง

จากรายงานของ Barr and Macdonald (1981) ได้แบ่งหินบะซอลต์ในยุคซีโนโซอิกของบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ออกเป็น 10 พื้นที่ (รูปที่ 9-17 และ 9-18) ดังนี้

- ตอนใต้ของประเทศจีนและตอนเหนือของประเทศเวียดนาม
- ตอนเหนือและตอนกลางของประเทศเวียดนามและพื้นที่ข้างเคียง
- ที่ราบสูง Bolovens และที่ราบสูง Kasseng
- ที่ราบสูง Bokeo
- ตะวันออกของกัมพูชาและตอนใต้ของเวียดนาม
- ตะวันตกของกัมพูชาและตะวันออกของประเทศไทย
- บ่อพลอยในประเทศไทย
- ที่ราบสูงโคราชในประเทศไทย
- ตอนเหนือของประเทศไทย
- มาเลเซีย

9.2.1.1. *ตอนใต้ของประเทศจีนและตอนเหนือของประเทศเวียดนาม (Southern China and Northern Vietnam)*

หินบะซอลต์ในยุคซีโนโซอิกในพื้นที่นี้มักเกิดในบริเวณ Kouang Tcheou Wan และบนเกาะ Hainan (รูปที่ 9-17) โดยจะแสดงลักษณะเฉพาะของธรณีสัณฐานของภูเขาไฟในรูปทะเลสาบปล่องภูเขาไฟ

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างหินบะซอลต์ของ Lacroix ในปี 1933 พบว่าเป็นชนิด Tholeiitic basalts ซึ่งเหมือนกับหินบะซอลต์ที่พบบริเวณตอนกลางของประเทศเวียดนาม

9.2.1.2. *ตอนเหนือและตอนกลางของประเทศเวียดนามและพื้นที่ข้างเคียง (Northern and Central Vietnam and Adjacent areas)*

หินบะซอลต์ในพื้นที่นี้พบกระจายตัวเป็นหย่อมๆบริเวณตอนเหนือ มีลักษณะเป็นที่ราบสูงบะซอลต์ทางตอนใต้ของประเทศ ผลจากการผุพังของหินบะซอลต์ทำให้ได้ดินลูกรังสีแดงปกคลุมอยู่ทั่วไปในพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบลักษณะของกรวยภูเขาไฟที่เพิ่งเกิดใหม่บนลานหินบะซอลต์เดิม

บริเวณที่ราบสูง Pleiku Darlac Haut Chhlong และ Djiring จะพบธรณี
สัณฐานของหินภูเขาไฟในลักษณะกรวยภูเขาไฟ (Cones) ทะเลสาบปล่องภูเขาไฟ (Crater lakes)
เทือกเขาภูเขาไฟ (Volcanic mountains) และลักษณะของลาวาไหล (Lava flows) สำหรับบริเวณที่ราบ
สูง Haut Chhlong และที่ราบสูง Djiring พบว่าถูกปกคลุมไปด้วยหินบะซอลต์หลาก ส่วนในบริเวณ
ตะวันออกของที่ราบสูงพบลักษณะของบะซอลต์หลากและกรวยภูเขาไฟ

หินบะซอลต์ในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชนิด Tholeiite ถึง Alkali basalt บางครั้ง
อาจพบ Alkali olivine basalt Hawaiite และ Mugearite บ้าง

จากผลการหาอายุของ Barr and Macdonald (1981) ด้วยวิธี K/Ar ages พบว่า
หินบะซอลต์ในที่ราบสูง Djiring Plateau ได้อายุ 8.8 ± 0.3 ล้านปีและ 13.3 ± 1.1 ล้านปี และหินบะ
ซอลต์ในที่ราบสูง Pleiku และที่ราบสูง Darlac ได้อายุ 11.6 ± 0.3 ล้านปี

9.2.1.3. ที่ราบสูง Bolovens และที่ราบสูง Kasseng (Bolovens and Kasseng Plateaus)

ที่ราบสูง Bolovenst อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,000-1,200 เมตร พบหินบะ
ซอลต์หลากในช่วงยุคควอเตอร์นารี จากรายงานของ Hoffet (1933a) พบผลึกของ Zircon เกิดร่วมกับ
ซึ่งคล้ายคลึงกับหินบะซอลต์ที่พบที่บริเวณที่ราบสูง Kasseng

จากผลการวิเคราะห์หาอายุของหินบะซอลต์ พบว่ามีอายุอยู่ในช่วง $1.36 \pm$
 0.09 ล้านปี และจากการหาอายุของ Zircon จากที่ราบสูง Bokeo พบว่ามีอายุ 1.29 ± 0.23 ล้านปี
(Carbonnel et al., 1972) จึงคาดว่าหินบะซอลต์ที่พบที่ที่ราบสูง Bolovens และที่ราบสูง Kasseng จะ
เหมือนกับหินบะซอลต์ที่พบที่บริเวณที่ราบสูง Bokeo

9.2.1.4. ที่ราบสูง Bokeo (Bokeo Plateau)

บริเวณที่ราบสูง Bokeo อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 100-500 เมตร ประกอบด้วย
หินบะซอลต์หลาก มีความหนาประมาณ 40 เมตร โดยมีบริเวณรอบๆ เป็นหินแปร ลักษณะของธรณี
สัณฐานของภูเขาไฟที่พบจะเป็นพวกกรวยภูเขาไฟ และทะเลสาบปล่องภูเขาไฟ (Lacombe, 1969) พื้นที่
ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยดินลูกรังสีแดงซึ่งเป็นผลมาจากการผุพังของหินบะซอลต์ พบผลึกควอร์ตซ์
เซอร์คอน การ์เน็ต Titanomagnetite Chromopicitote Picotite และ Anorthoclase เกิดร่วม

จากข้อมูลสนามแม่เหล็กโลกในอดีต (Paleomagnetic data) Lacombe (1969) ได้แบ่งหินบะซอลต์ตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก และอายุที่ได้ ออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ

- 1) สนามแม่เหล็กกลับทิศ จะได้หินบะซอลต์อายุ 0.7-2.3 ล้านปี
- 2) สนามแม่เหล็กปกติ จะได้หินบะซอลต์อายุน้อยกว่า 0.7 ล้านปี

ส่วนประกอบทางเคมีของหินบะซอลต์พบว่ามีค่า Alkali สูง ประกอบด้วย Tholeiites Hawaiiites Mugearites Alkali olivine basalts Nepheline mugearites Nepheline hawaiiites และ Basanites

9.2.1.5. ตะวันตกของกัมพูชาและทางใต้ของเวียดนาม (Eastern Kampuchea and Southern Vietnam)

หินบะซอลต์ชุดนี้ต่อเนื่องมาจากทางตะวันออกของกัมพูชาและทางตอนใต้ของเวียดนาม (Kompong Cham Suong, Mimot Snoul และ Xuan Loc) ลักษณะธรณีฐานพบเป็นปล่องภูเขาไฟ ทะเลสาบปล่องภูเขาไฟ และกรวยภูเขาไฟ สามารถพบผลึกของควอไรต์และเซอร์คอน เกิดร่วมกับก้อนกรวดภูเขาไฟบนที่ราบสูง Xuan Loc (Carbonnel et al., 1972)

จากการหาอายุของผลึกเซอร์คอนด้วยวิธี Fission-track dating พบว่าได้อายุ 0.63 ± 0.9 ล้านปี ด้วยวิธี K/Ar age ได้อายุ 2.6 ± 0.2 ล้านปี (Barr and Macdonald, 1981)

เป็นที่น่าสังเกตว่าหินบะซอลต์ที่มีอายุอ่อนเมื่อพุ่ง จะพบการสะสมตัวของพลอยร่วมกับกรวด ส่วนประกอบทางเคมีของหินบะซอลต์ในบริเวณนี้พบว่ามีค่า Alkali สูงทำให้ได้หินบะซอลต์ชนิดหิน Nepheline Hawaiiite หิน Tholeiite หิน Basanite และหิน Hawaiiite

9.2.1.6. ตะวันตกของกัมพูชาและทางตะวันออกของประเทศไทย (Western Kampuchea and Eastern Thailand)

หินบะซอลต์ในพื้นที่นี้พบกระจายตัวเป็นหย่อมๆ ลักษณะที่สำคัญของหินบะซอลต์บริเวณนี้ คือคาดว่าเป็นต้นกำเนิดของ Ruby และ Sapphire พื้นที่ดังกล่าวถูกปกคลุมไปด้วย Lateritic soil (Carbonnel, 1973) สีนํ้าตาลแดงโดยเฉพาะบริเวณ Cardamomes Massif พบว่ามีหินบะซอลต์กระจายตัวในแนวทิศใต้-ตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับ Sapphire และ Zircon ที่พบมีการสะสมตัวแบบซึมชะ (Eluvial) และตะกอนน้ำพา (Alluvial) องค์ประกอบทางเคมีของหินบะซอลต์ที่พบบริเวณ

Cardamomes Massif จะมีปริมาณซิลิกาค่อนข้างสูง และปริมาณอัลคาไลต่ำไม่สูงนัก จัดเป็นหินพวก Hawaiiite Mugearite และ Tholeiite

หินบะซอลต์ที่อำเภอไพลิน ประเทศกัมพูชา เกิดในหินแปรในมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งสังเกตได้ว่า มีปริมาณอัลคาไลสูง ปริมาณซิลิกาต่ำ ประกอบด้วยหิน Basanite และหิน Nepheline hawaiiite เป็นส่วนใหญ่ และจะพบพลอยพวก Ruby Sapphire Zircon และ Granet เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบในหินทรายชนิดเกรวอกในยุคนิวไทรแอสซิก บริเวณเทือกเขา Phnum O Tang Phnum Ko Ngoap และ Phnum Yat หินบะซอลต์ที่อำเภอไพลินพบเป็นลักษณะกรวยภูเขาไฟ จากการศึกษาหาอายุของ Carbonnel et al. (1973) ด้วยวิธี Fission-track ages พบว่าหินบะซอลต์บริเวณนี้มีอายุประมาณ 2.42 ± 0.18 ล้านปี

จากการศึกษา พบว่าหินบะซอลต์ที่พบที่จังหวัดจันทบุรี มีลักษณะคล้ายคลึงกับหินบะซอลต์ที่พบที่อำเภอไพลิน ประเทศกัมพูชา คือเป็นหินบะซอลต์ที่ให้พลอย จากการศึกษาหาอายุของหินบะซอลต์บริเวณหนองบอน จังหวัดตราดของ Barr and Macdonald (1981) ด้วยวิธี K/Ar age ได้อายุ 1.13 ± 0.17 ล้านปี แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Carbonnel et al. (1972) ด้วยวิธี Fission-track age ได้อายุหินบะซอลต์บริเวณเดียวกันเป็น 2.57 ± 0.02 ล้านปี

จากรายงานของ Bignell and Snelling (1977) พบว่าอายุของหินบะซอลต์บริเวณเกาะ Ko Kut ทางตอนใต้ของจังหวัดตราด มีอายุ 8.5 ± 1.0 ล้านปี (วิธี K/Ar age) ต่อมา Sutthirat et al. (1994) ได้รายงานการหาอายุของหินบะซอลต์บริเวณเกาะ Ko Kut และอำเภอท่าใหม่ ด้วยวิธี Ar/Ar พบว่ายังเป็นหินบะซอลต์ที่มีอายุอ่อน คือประมาณ 0.44 ± 0.11 ล้านปี

9.2.1.7. บ่อพลอย (Bo Phoi Area)

หินบะซอลต์บริเวณบ่อพลอยมีลักษณะเป็น Plug ปกคลุมพื้นที่ประมาณ 1 ตารางกิโลเมตร ในบริเวณข้างเคียงจะพบหินควอร์ตไซต์ในยุคนิวไทรแอสซิก-ดีโวเนียน จากรายงานของ Barr and Macdonald (1981) พบว่าหินบะซอลต์ในพื้นที่นี้มีอายุประมาณ 3.14 ± 0.17 ล้านปี (วิธี K/Ar age) ต่อมา Sutthirat et al. (1994) ได้ทำการ dating หาอายุของหินบะซอลต์ด้วยวิธี Ar/Ar ได้อายุประมาณ 4.17 ± 0.11 ล้านปี

เป็นที่น่าสังเกตว่าหินบะซอลต์บริเวณดังกล่าวให้พลอย โดยจะมีลักษณะการสะสมตัวแบบตะกอนน้ำพา (Alluvial) และเศษหินเชิงเขา (Colluvial) แร่อื่นๆที่เกิดร่วมด้วย

ประกอบด้วย Olivine Nepheline Anorthoclase Clinopyroxene และ Spinel จากข้อมูลทางด้านองค์ประกอบเคมีพบว่า หินบะซอลต์นี้มีปริมาณ Na สูงและ Al ต่ำ ลักษณะคล้ายหิน Nepheline hawaiite จากอำเภอไพลินในกัมพูชา

9.2.1.8. ที่ราบสูงโคราช (Khorat Plateau)

จากรายงานของ Barr and Macdonald (1981) บริเวณที่ราบสูงโคราชซึ่งประกอบด้วยหินในมหายุคมีโซโซอิก สามารถพบหินโผล่พวกบะซอลต์ทางด้านใต้และด้านตะวันตกของที่ราบสูง

- อายุของหินบะซอลต์จากเขากระโดงประมาณ 0.92 ± 0.30 ล้านปี (K-Ar method)

- ตัวอย่างที่มาจากเขาภูฝ้าย ได้อายุประมาณ 3.28 ± 0.48 ล้านปี (K-Ar method)

- ตัวอย่างที่มาจากลำน้ำรายณ์ ได้อายุประมาณ 11.29 ± 0.64 ล้านปี (Barr and Macdonald, 1981)

- ตัวอย่างที่มาจากวิเชียรบุรีได้อายุประมาณ 8.82 ± 0.09 และ 11.03 ± 0.03 ล้านปี (Charusiri, 1989) ด้วยวิธี Ar-Ar method

แร่เศรษฐกิจที่พบในพื้นที่ประกอบด้วย Corundum Zircon และ Garnet คาดว่า Garnet มี Source มาจากเขาภูฝ้าย

9.2.1.9. ตอนเหนือของประเทศไทย (Northern Thailand)

บริเวณอำเภอเด่นชัย พบว่ามีลาวาหลากของหินบะซอลต์จำนวน 7 ชั้น วางตัวอยู่บนหินมหายุคมีโซโซอิก จากรายงานของ Barr and Macdonald (1981) พบว่าชั้นบนสุดมีอายุ 5.64 ± 0.28 ล้านปี พบแร่เซอร์คอนและควอรันดัมเกิดร่วมกับหินบะซอลต์ จากข้อมูลทางด้านเคมีพบว่า หินบะซอลต์ดังกล่าวเป็นพวก Tholeiitic (oldest basalt) ถึง Hawaiite และ Basanite (youngest basalt)

บริเวณจังหวัดลำปาง พบว่าหินภูเขาไฟจะมีการหลากจากทางด้านตะวันออกไปทางตะวันตกเฉียงใต้ Barr and Macdonald (1981) ได้ทำการหาอายุของหินบะซอลต์บริเวณจังหวัดลำปางด้วยวิธี K/Ar ages ได้อายุประมาณ 0.8 ± 0.3 และ 0.6 ± 0.2 ล้านปี จากรายงานของ Sasada et

al. (1987) ได้อายุประมาณ 0.59 ± 0.05 ล้านปี (Ar/Ar age) จากรายงานของ Sutthirat et al. (1994) กล่าวไว้ว่าหินบะซอลต์บริเวณนี้จัดเป็นหินประเภท Hawaiites ซึ่งเหมือนบริเวณอำเภอเด่นชัย

นอกจากนั้นยังพบกระจายตัวอยู่บริเวณแม่ละมา เชียงของ ซึ่งเกิดบริเวณของฝั่งของแม่น้ำโขง หินบะซอลต์บริเวณนี้จะพบผลึกของแร่ Clinopyroxene สีดำ ซึ่งคล้ายกับที่พบที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

9.2.1.10. มาเลเซีย (Malaysian Peninsula)

ลักษณะของหินบะซอลต์ที่พบในคาบสมุทรมมาเลเซียจะเป็นพวก Alkali olivine basalt series และ Nephelinite series (Chakraborty, 1977) จากข้อมูลทางด้านเคมีพบว่าปริมาณของ Alkali สูง จัดเป็นจำพวกหิน Hawaiite Nepheline hawaiiite Basanite และ Nephelinite

หินบะซอลต์ที่พบ ที่ Segamat มีโปแทสเซียมสูง จากข้อมูลการ dating ด้วยวิธี K/Ar method ได้อายุประมาณ 62 ล้านปี (Bignell and Snelling, 1977) ส่วนหินบะซอลต์ที่พบที่ Kuantan ได้มีนักธรณีวิทยาหลายท่านได้ทำการศึกษา เช่น Fitch (1952) Hutchison (1973) และ Chakraborty (1977) เป็นต้น และจากการหาอายุด้วยวิธี K/Ar method ได้อายุประมาณ 1.6 ± 0.2 ล้านปี (Bignell and Snelling, 1977)

9.2.2. หินบะซอลต์ที่ให้พลอยในประเทศไทย

การกระจายตัวของหินบะซอลต์ในยุคซีโนโซอิกพบเป็นบริเวณกว้างทางตอนเหนือ ตะวันออก และตอนกลางของประเทศ (รูปที่ 9-19) หินบะซอลต์ในยุคซีโนโซอิกตอนปลายในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ (Vichit, 1992) ได้แก่

- หินบะซอลต์ที่ให้พลอย
- หินบะซอลต์ที่ไม่ให้พลอย

โดยหินบะซอลต์ที่ไม่ให้พลอยประกอบด้วยกลุ่มหิน Basanitoids และกลุ่มหิน Hawaiite basalts (Barr and Macdonald, 1978) โดยกลุ่มหินจำพวก Basanitoids จะประกอบด้วยหิน Nephelinite Basanite Nepheline hawaiiite และ Nepheline mugearite สำหรับกลุ่มหินจำพวก

Hawaiite basalts ประกอบด้วยหิน Alkali olivine basalt Hawaiite และ Mugearite (Sutthirat, 1992 และ Jungyusuk and Khositant, 1992)

แหล่งพลอยที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่พบในลักษณะของ Secondary deposit ในบริเวณลานแร่ซิมซะหรือลานแร่ตะกอนน้ำพา และดิน Residual soils (Vichit, 1992) โดยแบ่งเป็น 6 พื้นที่ด้วยกัน ดังนี้

- จันทบุรี-ตราด
- กาญจนบุรี
- แพร่-สุโขทัย
- วิเชียรบุรี
- อุบลราชธานี-ศรีสะเกษ และ
- เชียงของ (เชียงราย)

9.2.2.1. จันทบุรี-ตราด

พบในบริเวณอำเภอขลุง อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี และอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด Barr and Macdonald (1981) ได้ศึกษาหินบะซอลต์ในบริเวณเขาพลอยแหวน พบว่ามีลักษณะเป็นเนินเขา ลักษณะของหินบะซอลต์มีสีดำ เนื้อละเอียด เป็นพวกหิน Nephelinite เป็นส่วนใหญ่ จากการหาอายุด้วยวิธี K/Ar method พบว่ามีอายุอยู่ในช่วง 0.44 ± 0.11 ล้านปี

จากการ dating บะซอลต์ที่บริเวณเขาหัว ด้วยวิธี Ar/Ar โดย Sutthirat et al. (1994) ได้อายุ 3 ± 0.19 ล้านปี ผลึกที่เกิดรวมประกอบด้วย Clinopyroxene Garnet Spinel Ilmenite และ Ultramafic modules จากการหาอายุของผลึก Nepheline และ Opaque minerals ด้วยวิธี K/Ar age ได้อายุประมาณ 1.13 ± 0.7 ล้านปี (Barr and Macdonald, 1981) และด้วยวิธี Ar/Ar age ได้อายุประมาณ 238 ± 0.16 ล้านปี (Sutthirat et al., 1994)

9.2.2.2. กาญจนบุรี (บ่อพลอย)

พลอยที่พบที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ส่วนใหญ่จะเป็นแซปไฟร์สีน้ำเงิน ที่บริเวณเขาวงจินดารัม โดยหินบะซอลต์จะมีลักษณะเนื้อละเอียดสีดำ เนื้อแน่น โดยมีผลึกของแร่ Spinel Lherzolite Clinopyroxene megacrysts Sanidine และ Olivine ซึ่งจะเรียกหินบะซอลต์บริเวณนี้ว่า Nepheline-olivine basalt (Bunopas and Bunjitradulya, 1975)

Barr and Macdonald (1981) และ Yamniyom (1982) ได้ทำการหาอายุของ Nepheline hawaiite ด้วยวิธี K/Ar method ได้อายุประมาณ 3.14 ± 0.17 ล้านปี และด้วยวิธี Ar/Ar ได้อายุประมาณ 4.17 ± 0.11 ล้านปี (Sutthirat et al., 1994)

9.2.2.3. แพร่-สุโขทัย

บริเวณบ้านบ่อแก้ว อำเภอเด่นชัย พบหินบะซอลต์หลายชั้นที่หลากอยู่บนหินตะกอนยุค Permo-Carboniferous sedimentary rocks บริเวณตัวอำเภอเด่นชัยเองมีการหลากถึง 7 ชั้น (Barr and Macdonald, 1981) จากข้อมูลทางด้านเคมีพบว่า

ลาวาหลากชั้นที่ 1-4	หิน Hawaiiite
ลาวาหลากชั้นที่ 5-6	หิน Hawaiiite และ
ลาวาหลากชั้นที่ 7	หิน Basanite

หินบะซอลต์ในลาวาหลากชั้นที่ 1-6 มีลักษณะเนื้อละเอียดถึงปานกลาง มีผลึกของแร่ Olivine ปนมาก นอกจากนี้ยังพบ Spinel lherzolite nodules (หนาประมาณ 1 เมตร) โดยในชั้นที่ 7 พบลักษณะรอยแยกรูปเสา (Columnar joint) ซึ่งแตกต่างไปจากชั้นอื่นๆ

จากรายงานด้านอายุของ Barr and Macdonald (1981) ด้วยวิธี K/Ar method ได้อายุประมาณ 5.64 ± 0.28 ล้านปี

9.2.2.4. วิเชียรบุรี

หินบะซอลต์ที่ให้พลอยในบริเวณนี้ มักเกิดในบริเวณพื้นที่ที่เป็น High relief hilly terrane สามารถพบลักษณะรอยแยกรูปเสา (Columnar jointing) พบว่ามีการ set ตัวในยุค Permian และ Tertiary (Jungyusuk et al., 1989) มีสีดำ เนื้อละเอียด มีหินอัลตราแมฟิก และแร่ Spinel สีดำ เกิดร่วมด้วย

จากการหาอายุของ Intasopa (1993) ด้วยวิธี Ar/Ar dating ได้อายุ 9.08 ± 0.29 ล้านปี ต่อมาในปี 1994 จักรพันธ์ สุทธิรัตน์ และคณะ ได้หาอายุของหินบะซอลต์ในบริเวณนี้ พบว่ามีอายุในช่วง 8.82 ± 0.09 ล้านปี และ 11.03 ± 0.03 ล้านปี

9.2.2.5. อุบลราชธานี-ศรีสะเกษ

หินบะซอลต์ในจังหวัดศรีสะเกษพบในบริเวณ Phu Ngoen Phu Kom และ Phu Khamint หินบะซอลต์บริเวณ Phu Ngoen มีลักษณะเนื้อแก้วมีหินแปลกปลอม (Xenoliths) ของพวกหินทราย หินทรายแป้งและหินอัลตราเมฟิกในตอนกลางของชั้น ส่วนหินบะซอลต์บริเวณ Phu Khamint มักมีสีเทาดำ เนื้อละเอียด-ปานกลาง บางส่วนเป็น Diabasic textures ผลจากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าหินบะซอลต์ในบริเวณ Phu Khamint นี้เป็นพวกหิน Hawaiiite หินบะซอลต์บริเวณ Phu Fai จะเป็นพวก Shallow intrusive (subvolcanic) basalts จากการศึกษาก่อนของ จักรพันธ์ สุทธิรัตน์ ในปี 1992 ได้แบ่งหินบะซอลต์ในบริเวณ Phu Fai นี้ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) coarsed-grained gabbroid (2) medium-grained gabbroid และ (3) fine-grained gabbroid

ส่วนประกอบหลักของหินบะซอลต์ในบริเวณของ Phu Fai ประกอบด้วยแร่ Plagioclase Clinopyroxene Olivine Apatite Ilmenite ผลการวิเคราะห์ Nepheline mugearite โดย Barr and Macdonald (1981) และ Nepheline hawaiiite โดย Sutthirat (1992) ด้วยวิธี K/Ar method ได้อายุอยู่ในช่วง 3.28 ± 0.48 ล้านปี

หินบะซอลต์ที่พบทางใต้ของจังหวัดอุบลราชธานี พบบริเวณบ้านหนองขุ่น และเขาน้อยศิริบรรพต อำเภอน้ำยืน มีลักษณะสีเทาดำ เนื้อแก้วละเอียด ประกอบด้วยแร่ Olivine และผลึก Tugite พบในลักษณะ Intergranular groundmass ของ Plagioclase laths Clinopyroxene Magnetite และ Sphene จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าหินบะซอลต์ในบริเวณนี้เป็นพวก Hawaiiite ซึ่งให้ผลลย โดยเฉพาะที่บริเวณบ้านน้ำยืน

9.2.2.6. เชียงของ (เชียงราย)

หินบะซอลต์ ในบริเวณเชียงของ พบกระจายตัวอยู่ตามฝั่งของแม่น้ำโขง และเลยเข้าไปในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ลักษณะที่พบมีสีดำและมีเนื้อละเอียด จากการศึกษาก่อนของ Sukvattanant (1989) พบว่ามีแร่ Black spinel Olivine และ Plagioclase เป็นผลึกอยู่ในหินบะซอลต์ บางตัวอย่างพบว่ามีปริมาณโปแทสเซียมสูง จึงจัดให้เป็นพวกหิน Basanite

จากการหาอายุของหินบะซอลต์ด้วยวิธี K/Ar method ของ Barr and Macdonald (1981) ในบริเวณนี้ พบว่าอยู่ในช่วงประมาณ 1.74 ± 0.12 ล้านปี และยังพบว่าหินบะซอลต์ในพื้นที่นี้มักมีผลลยเกิดร่วมด้วย