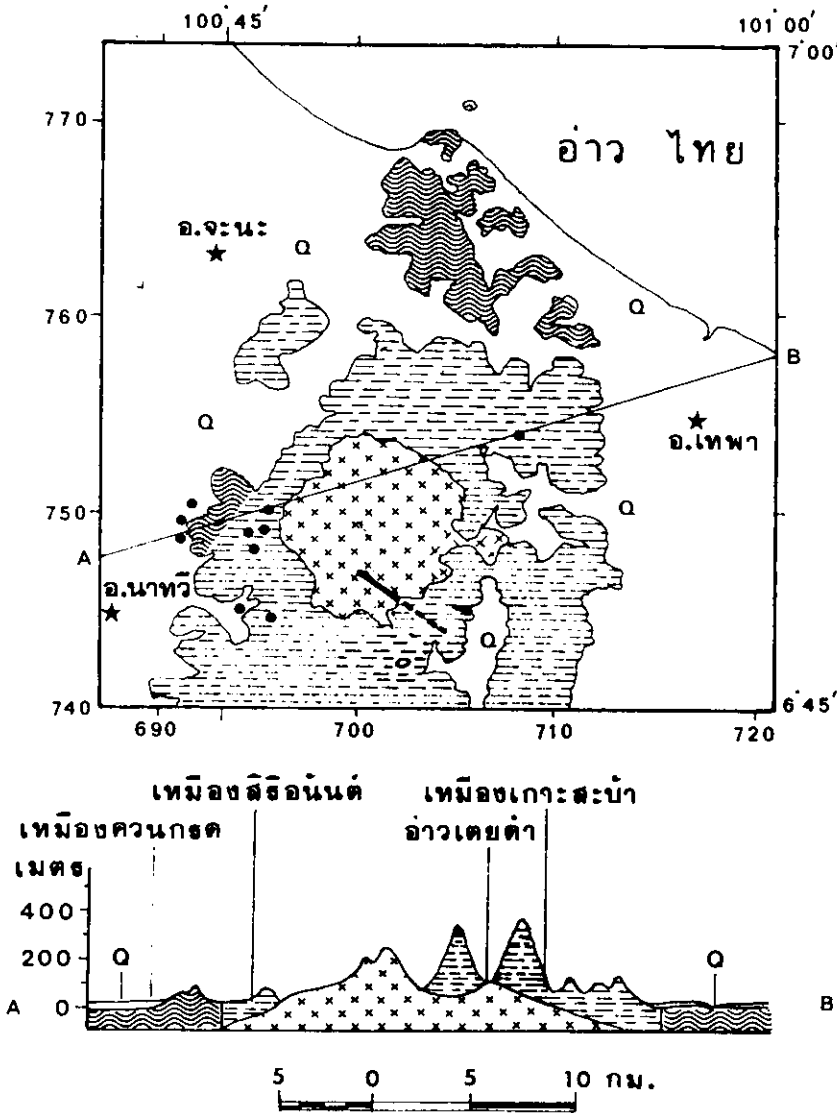


2. ธรณีวิทยาทั่วไป

พื้นที่สำรวจประกอบด้วยหินตะกอน หินแปร หินอัคนี และดินทราย กรวด หินตะกอน และหินแปรอายุประมาณ Middle to Late Triassic จากซากดึกดำบรรพ์ชนิด *Daonella* ที่พบเห็นใน หินดินดาน บ่งถึงอายุ Ladinian-Kamian (Grant-Mackie et al, 1980) หินอัคนีชนิดแกรนิตอายุประมาณ Late Triassic to Early Jurassic ซึ่งแทรกซอนหินตะกอนดังกล่าว จากการสรุปของ Ishihara และคณะ (1980) ในการหาอายุของหินแกรนิตจากเหมืองแร่ทุ่งโพธิ์ โดยวิธี K-Ar ได้ 191 ± 6 ล้านปี และดิน ทราย กรวด ที่สะสมในยุค Quaternary (รูปที่ 2)

รูปที่ 2 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณอำเภอจะนะ-นาทวี-เทพา

จ.สงขลา



Quaternary alluvial and terrace deposits: gravel, sand, silt, and clay; recent and old beach sand



Late Triassic to Early Jurassic biotite granite, aplite and quartz veins



Clastic member: sandstone, siltstone, mudstone, shale, and conglomerate



Chert member: fold bedded chert, mudstone, shale, siltstone, sandstone



Tin mine



Quartz dike

Thawi Formation
Triassic

2.1 หินตะกอน

หินตะกอนในบริเวณนี้ สหัฐและคณะ (2528) ให้อธิบายว่าหมวดหินนาทิวี (Na Thawi Formation) ยุค Triassic ประกอบด้วยหินกรวดมน หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินโคลน และหินเชิร์ต สำหรับหินเชิร์ตนั้นไม่ได้ระบุไว้ในแผนที่ธรณีวิทยาของสหัฐและคณะ หินตะกอนดังกล่าวในบางบริเวณที่สัมผัสกับหินแกรนิตจะถูกแปรสภาพไปเป็นหินที่สมมูลกับหินตะกอนต้นกำเนิด Grant-Mackie และคณะ (1980) สำรวจหินตะกอนที่ไผ่สองข้างทางหลวงหมายเลข 42 จากบ้านคลองแงะ อำเภอสะเดา ผ่านอำเภอนาทิวีไปถึงบ้านลำไพล อำเภอเทพา พบว่าส่วนมากเป็นหินทรายเม็ดเล็กสลับชั้นกับหินทรายแป้ง โดยทั่วไปชั้นหินบาง (thin-bedded) มีการวางชั้นแบบเรียงขนาด (graded bedding) และบิดเบี้ยว ตีความว่าเป็นขุดหิน turbidite ซึ่งเทียบสัมพันธ์ดีกับหมวดหิน Semanggol ทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศมาเลเซีย (Gobbett and Hutchison, 1973)

หมวดหินนาทิวีในบริเวณนี้ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 หมู่หิน (member) ได้แก่ หมู่หินเชิร์ต และหมู่หินเศษหิน

2.1.1 หมู่หินเชิร์ต (Chert member)

ประกอบด้วยหินเชิร์ต หินโคลน หินดินดาน หินทรายแป้ง และหินทรายสลับกัน หมู่หินชุดนี้ พบบริเวณทางเหนือและตะวันตกของพื้นที่วิจัย เช่น บ้านพรุหมพิ (กริด 056,654) ควนบุระ (กริด 077,648) บ้านชะ (กริด 017,575) ควนกรด (กริด 921,492) บ้านปากบาง (กริด 016,674) ลักษณะเด่นของหมู่หิน ได้แก่ ชั้นหินเชิร์ตที่คดโค้ง (fold-bedded chert) คดโค้งนอนทับ (recumbent folds) จัดว่าเป็นหมู่หินที่มีอายุแก่

2.1.1.1 หินวิทยา

1) **หินเชิร์ต** สี light gray N7, medium light gray N6 และมีจุดสีแดงแกมน้ำตาล thin-bedded (3-9 ซม.) ที่บ้านพรุหมพิสลับกับหินโคลนหนา 3 ซม. ที่บ้านชะสลับกับหินทรายเม็ดละเอียด ที่บ้านปากบางสลับกับหินทรายและหินทรายแป้ง และที่ควนกรดสลับกับหินโคลน หินดินดาน และหินทรายแป้ง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หินเชิร์ตจากบ้านพรุหมพิและควนกรด จะมีลักษณะช่องว่างทรงกลม (spherulitic cavity) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05-0.2 มม. บ้างก็เป็นวงรี ประจุด้วย wedge shaped twin crystals ของแร่ tridymite อยู่ในเนื้อพื้น (matrix) ที่มีผลึกจิ๋ว รูปร่างเป็นเส้นประสั้นๆ และมีเส้นแร่ควอร์ตซ์ ขนาด 0.02-0.3 มม. ตัดผ่าน นอกจากนี้ตามรอยแตกของเนื้อหิน จะมีแร่เหล็กออกไซด์

แทรกอยู่

2) **หินทราย** ในบางบริเวณถูกแปรสภาพไปเป็นหินควอร์ตไซต์ เม็ดหยาบ-กลาง-เล็ก very pale orange 10YR 8/2, light gray N7, และ pinkish gray 5YR 8/1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หินทรายจากควมกรด มีเม็ดกลาง เหลี่ยมถึงกึ่งมน การคัดขนาดชั้นเลว เม็ดแร่ควอร์ตซ์ ขนาด 0.1-0.9 มม. เฉลี่ย 0.3-0.5 มม. เนื้อพื้นเป็นพวก argillaceous และประสานด้วยซิลิกา ความหนาของชั้นหินทราย medium-to thick-bedded

3) **หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินโคลน** หินทรายแป้ง โดยทั่วไปมีสี yellowish gray 5Y 7/2 ที่บ้านทุ่งเนียด (กริด 104,591) สี dark reddish brown 10R 3/4 หินดินดานมีสี pale red 5R 6/4 หินโคลน มีสี light gray N7 หินเหล่านี้จะสลับกับหินเชิร์ต บางท้องที่จะสลับกับหินทราย ความหนาของชั้นหินไม่แน่นอน ตั้งแต่ thin-to thick-bedded

2.1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหมู่หิน บริเวณที่หมู่หินเชิร์ตไหล่นอกจากชั้นหินจะคดโค้งแล้ว มักจะมีหินกรวดเหลี่ยม-รอยเลื่อนและรอยเลื่อนพัวรวมอยู่ด้วย แนวสัมผัสกับหมู่หินเศษหินที่มีอายุน้อยกว่าก็เป็นแนวของรอยเลื่อน WNW ซึ่งผ่านบ้านท่าแมงลัก-บ้านเกาะสะบ้า-บ้านเทพา (โดยประมาณ) ส่วนบริเวณควมกรด (กริด 921,491) ก็คงจะมีรอยเลื่อน ที่แยกหมู่หินทั้งสองจากกัน ทำให้ขาดความต่อเนื่อง หมู่หินเชิร์ตมีลักษณะคล้ายกับชุดหินเชิร์ตที่ไหล่ข้างทางหลวงสายอำเภอจะนะ-สงขลา ตรงกริด (843,764) และที่สำนักสงฆ์ขุมศักดิ์ (กริด 676,787) ซึ่งจัดอยู่ในยุค Carboniferous

2.1.2 หมู่หินเศษหิน (Clastic member)

ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินดินดาน และหินโคลน สลับชั้นหินกัน ไม่มีหินเชิร์ต ช่วงล่างของหมู่หินเศษหินเป็นหินกรวดมน-กรวดเหลี่ยม ใล่ที่บ้านต้นชะ (กริด 969,613) หมู่หินนี้วางตัวในแนว NW เหนือทาง NE พบอยู่รอบหินแกรนิตลิว ซึ่งแทรกซอนขึ้นมาภายหลัง ทำให้หมู่หินเศษหินที่อยู่ใกล้รอยสัมผัส ถูกแปรสภาพเป็นหินแปร หินใล่สองข้างทางหลวงหมายเลข 42 ซึ่งอยู่ทางใต้ของพื้นที่วิจัย จากอำเภอนาหวี ถึงบ้านควนหมัก ทางตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ และทางเหนือของลิวฟลูตอน โดยเฉพาะในบริเวณเหมืองแร่สิรินันต์ เหมืองแร่สผล เหมืองแร่กิจจอง และเหมืองแร่เกาะสะบ้า ลักษณะเด่นของหมู่หินเศษหิน คือ การสลับชั้นของหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน หรือหินโคลน โดยไม่มีหินเชิร์ต ใล่ให้เห็นใกล้บริเวณบ้านควนหมัก (กริด 052,424) และที่เนินทางตะวันตกของควนน้ำซับ (กริด 078,448)

2.1.2.1 หินวิทยา

1) **หินกรวดมน-กรวดเหลี่ยม** วางตัวอยู่ล่างสุดของหมู่หินเศษหิน โผล่ที่เขาบบริเวณบ้านต้นชะ (กริด 096,613) พบเป็นก้อนหินมนใหญ่ (boulder) กระจายอยู่บนลาดเขา ประกอบด้วยกรวด (pebble) และกรวดเล็ก (granule) เป็นส่วนใหญ่ในเนื้อพื้นที่เป็นทรายเม็ดหยาบถึงหยาบมาก เม็ดทรายลักษณะเหลี่ยม-กึ่งมน กรวดเป็นหินควอร์ตไซต์ (สีชมพูอ่อน) หินฮอร์นเฟลส์ (สีดำ) หินเชิร์ต (สีขาวขุ่นและเทาอ่อน) แร่คาลซิโดไนต์ (สีแดง) และแร่ควอร์ตซ์ (ไม่มีสี) กรวดที่เป็นหินเชิร์ตพบมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีกรวดเหลี่ยมและ Clasts ที่มีขนาดใหญ่กว่า 10x10 ซม. เป็นหินควอร์ตไซต์ (สีชมพูอ่อน) ลักษณะของ Clast ในหินกรวดมน-กรวดเหลี่ยมนี้คล้ายกับที่ควนเจดีย์ (กริด 041,327) และที่เขาทองตะวันตกของเขาคลองโกน (กริด 004,254) ทางอำเภอสะบ้าย้อย แต่ต่างจากหินกรวดมนที่เขามิเกียรติ (กริด 688,469) ซึ่งแสดงทั้งการวางชั้นเฉียงระดับ (cross bedding) และการวางชั้นแบบเรียงขนาด (graded bedding)

2) **หินทราย** ของหมู่หินเศษหินมีลักษณะเม็ดกลางถึงหยาบ เหลี่ยม-กึ่งเหลี่ยม การคัดขนาดชั้นกลางถึงชั้นเลว (โดยมากเลว) สี grayish pink 5R 8/2, grayish orange-pink 5YR 7/2, yellowish gray 5Y 8/1, light gray N7 ถึง very light gray N8 และ white N9 ความหนาของชั้นหินทรายจัดเป็นพวก thin-bedded (โดยมาก) ประมาณ 5-40 ซม. บริเวณใกล้กับหินแกรนิต หินทรายนี้ถูกแปรสภาพไปเป็นหินควอร์ตไซต์

3) **หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินโคลน** หินทรายแป้งที่พบมักถูกแปรสภาพอ่อนๆ สี light gray N7 หินดินดานบางแห่งแปรสภาพเป็น slaty shale สีของหินดินดาน dark reddish brown 10R 3/4, light brownish gray 5YR 6/1 ส่วนหินโคลนสี bluish white 5B 9/1 ความหนาของชั้นหินมีตั้งแต่ laminated, thin-bedded ถึง medium-bedded

2.1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหมู่หิน ทางหลวงหมายเลข 42 จากอำเภอนาทวี-บ้านลำไพล มีรอยเลื่อนใหญ่ขนาดอยู่ทั้งทางตะวันตกและตะวันออก แนวของรอยเลื่อนประมาณ NNE. รอยเลื่อนทางตะวันตก Grant-Mackie and others (1980) ให้ชื่อว่ารอยเลื่อนนาทวี ผ่านอำเภอนาทวีไปทางเหนือตามที่ราบลุ่มนาทวี ส่วนทางตะวันออกมีรอยเลื่อนผ่านบริเวณตะวันออกของบ้านควนหมัก หรือบ้านควนหมาก (กริด 060,427) ขึ้นไปทางเหนือผ่านบ้านวังใหญ่ (กริด 065,447) Grant-Mackie and others (1980) ได้ประมาณความหนาของชั้นหินด้านตะวันออกของรอยเลื่อนนาทวี เท่ากับ 8,000 ม. หมู่หินเศษหินในช่วงนี้มีชั้นหินคดโค้ง ทำให้เกิดลักษณะชั้นหินโค้งรูปประทุน (anticline) และชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย (syncline)

ตรงเขาใกล้บ้านป่าขี้เหล็ก (กริด 913,422) ชั้นหินแนว NNW. เทไปทาง NE. หินอายุมากกว่าจะอยู่ทางตะวันตก และหินอายุน้อยกว่าอยู่ทางตะวันออก จากรายงานการตรวจพบซาก *Daonella sumatrenis* Voltz ในหินทรายแป้งสีเทาแกมเขียวจากก้อนหินมนใหญ่ในคลองหมักหรือคลองหมากอำเภอนาทวี (เนื่องจากไม่มีการระบุตำแหน่งที่แน่นอนผู้วิจัยเข้าใจว่าคลองหมัก หรือคลองหมากน่าจะเป็นห้วยที่ไหลผ่านหมู่บ้านควนหมัก กริด 052,424) อายุ Kamlian (Kobayashi and Tokuyama, 1959; Kobayashi et al., 1966) ซึ่งจะมีอายุน้อยกว่า *Daonella* จากริมทางหลวง กม. 14/16 ระหว่างคลองแจะ-นาทวี ตามที่ Grant-Mackie and others (1980) ระบุว่ามียอายุ Ladino-Kamlian

2.2 หินแปร

หินแปรในบริเวณวิจัยเกิดจากกระบวนการแปรสัมผัส (contact metamorphism) การแปรสภาพคตะคลาสติก (cataclastic metamorphism) และการเปลี่ยนแปลงสภาพแบบน้ำร้อน (hydrothermal alteration)

2.2.1 การแปรสัมผัส

กระบวนการแปรสัมผัสอันเนื่องมาจากผลutonแกรนิตที่แทรกซอนขึ้นมา ทำให้หินทรายแปรสภาพเป็นหินควอร์ตไซต์ และหินดินดานแปรเป็นหินฮอร์นเฟลส์และหินอาร์จีไลต์ หินควอร์ตไซต์พบบริเวณรอบแกรนิตลิว โดยเฉพาะทางด้านเหนือของผลuton หินควอร์ตไซต์เฝ่ล่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของเขากรวด (กริด 995,569) ซึ่งห่างจากขอบทางเหนือของผลutonประมาณ 3.0 กม. หินฮอร์นเฟลส์พบที่หุบเขาทางตะวัน ออกเฉียงใต้ ของบ้าน ไม้แก่นออก (กริด 011,537) อยู่ติดแนวสัมผัสของผลutonทางเหนือ ลักษณะ bedded หนา 5-10 ซม. สลับกับหินควอร์ตไซต์ หนา 10-45 ซม. และที่อ่าวเตยดำ (กริด 062,535) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีหินแกรนิตเฝ่ล่ลาดๆ อยู่ประมาณ 50x50 ม. หินฮอร์นเฟลส์สลับกับหินควอร์ตไซต์ contact aureole ของหินแกรนิตอ่าวเตยดำ กว้างประมาณ 500 ม. บริเวณหุบเขาซึ่งเป็นแนวสัมผัสของผลutonทางเหนือลักษณะของรอยสัมผัสเป็นแบบ sinuous และตามแนวสัมผัสนี้จะมีผนังควอร์ตซ์แทรกขึ้นมาเป็นระยะๆ แนวประมาณ N.300° ซึ่งใกล้เคียงกับแนวของผนังควอร์ตซ์ใหญ่ทางใต้ของผลuton

2.2.1.1 หินวิทยา

1) หินควอร์ตไซต์ โดยทั่วไปขนาดเม็ดเล็ก-กลาง เหลี่ยม-มน ประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์และหินเชิร์ต ยังพอเห็นเนื้อพื้นพวกทรายแป้งและดินเคลย์ สี medium light gray N6, light bluish gray 5B 7/1 หินควอร์ตไซต์ซึ่งสลับกับหินฮอร์นเฟลส์ที่บ้านไม้แก่นออก และที่เหมืองแร่เกาะสะบ้า ซึ่งเก็บจากบริเวณรอยเลื่อน ประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์ และแร่เอพิโดต (epidote) มาก (เป็นแท่ง 0.2-0.4 มม.) น่าจะเป็น epidote-quartz rock

2) หินฮอร์นเฟลส์ สี dark gray N3, grayish blue 5PB 5/2 และ dusky blue 5PB 3/2 ประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์และไบโอไทต์ เนื้อหินแบบ decussate

2.2.1.2 ข้อสังเกตเกี่ยวกับบริเวณแปรสัณฐาน

อิทธิพลจากการแปรสัณฐานรอบหินแกรนิตแทรกซอน สังเกตได้จากการพบหินแปร-ควอร์ตไซต์ฮอร์นเฟลส์ ซึ่งพบทางด้านเหนือและด้านตะวันตกของตัวพืดตอนส่วนด้านตะวันออกและด้านใต้ นั้น การแปรสภาพไม่เด่นชัด รวมทั้งหินแกรนิตแทรกซอน ที่บ้านคลองใหญ่ (กริด 023,424) ก็ไม่พบหินแปรในบริเวณใกล้เคียง

2.2.2 การแปรสภาพกะทะคลาสติก

การแปรสภาพแบบนี้เกิดจากการเลื่อนของหินขนานไปกับพื้นผิวรอยแตก ทำให้เกิดรอยเลื่อน หินกรวดเหลี่ยมรอยเลื่อน (fault breccia) ในกรณีที่ดินระหว่างรอยเลื่อนเป็นหินควอร์ตไซต์ หินทราย หินทรายแป้งที่แปรสภาพอ่อนๆ และสายแร่ควอร์ตซ์ ส่วนรอยเลื่อนในหินดินดานจะพบลักษณะปนเป็นชั้นละเอียด

หินกรวดเหลี่ยมรอยเลื่อนพบที่บ้านปากบาง (กริด 022,681) บริเวณทางตะวันตกเฉียงใต้ของบ้านปากบาง (กริด 016,674) บ้านทุ่งเนียด (กริด 103,591) ควนสะตอ (กริด 994,473) ในหุบเขาทางเหนือของบ้านลำลอง (กริด 982,442) เขาริมทางเข้าเหมืองแร่สพผล (กริด 935,423) และที่กริด (036,376)

2.2.3 การเปลี่ยนสภาพแบบน้ำร้อน

การเปลี่ยนสภาพแบบน้ำร้อน พบเฉพาะในบริเวณที่ติดกับสายแร่ควอร์ตซ์และสายแร่ซิลไฟด์ ที่นำแร่ดิบขึ้นมา เช่นที่เหมืองแร่สพผล เหมืองแร่กิจจอง เหมืองแร่สิริอนันต์ และเหมืองแร่เกาะสะบ้า ชนิดของการเปลี่ยนสภาพ มี 3 ชนิด ได้แก่ argillization silicification และ sericitization (ดูรายละเอียดในหัวข้อของแต่ละ

ละเหมืองที่ระบุไว้)

2.3 ตะกอนยุค Quaternary

ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเคลย์ ซึ่งสะสมตามลำธาร แม่น้ำ ชายทะเล เขิงเขา ลาดเขา และบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง

สมชาย และคณะ (2531) ได้รายงานเกี่ยวกับทรายที่สะสมตามชายหาด และริมฝั่งทะเล โดยแบ่งออกเป็น

1) แหล่งทรายที่สะสมในสมัยปัจจุบัน (Recent beach deposit) คือ ทรายที่สะสมในบริเวณชายหาดปัจจุบัน ประกอบด้วยทราย ทรายปนกรวดสีเหลือง ขนาด 200-400 ไมครอน การคัดขนาดปานกลาง-ดี และมีเศษเปลือกหอยปน

2) แหล่งทรายที่สะสมในสมัยโบราณ (Old beach deposit) คือ ทรายที่สะสมในบริเวณที่ห่างจากชายทะเลลึกเข้ามาในแผ่นดินหลายร้อยเมตร ประกอบด้วย ทราย ทรายปนกรวด ส่วนล่างเป็นทรายปนกรวด ขนาด 2-3 มม. ส่วนบนเป็นทรายละเอียด ขนาด 100-400 ไมครอน หนาประมาณหนึ่งเมตร พบในบริเวณบ้านกรงอีตา อำเภอกเทพา (กริด 110,635) จัดว่าเป็นบริเวณที่มีศักยภาพของทรายแก้ว

ตะกอนน้ำพาในที่ราบลุ่มน้ำของบางบริเวณเช่น บ้านควนกรด บ้านควนเส้ง บ้านข้างคลอง บ้านเหมืองควนลิวง และเขาขาด ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของพลุดอน คลองวังใหญ่ ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของพลุดอน เป็นแหล่งลานแร่ดีบุก ซึ่งสะสมอยู่ในชั้นกรวด-ทราย ที่เรียกว่า ชั้นกระสะแร่ เกิดจากการสะสมของตะกอนตามบริเวณธารน้ำเก่า ตะกอนในที่ราบลุ่มน้ำนี้บางแห่งลึกถึง 36 ม. จึงเป็นบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุกมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 50 ปีที่ผ่านมา

2.4 หินอัคนี

หินอัคนีในพื้นที่วิจัยได้แก่ หินแกรนิต หินแอฟไลต์ และสายแร่ควอร์ตซ์ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 60 ตร.กม. ยังไม่เคยมีการนำหินแกรนิตจากพลุดอนนี้ไปตรวจอายุโดยวิธีกัมมันตรังสี Pitakpalvan (1969) ได้รายงานการตรวจอายุโดยวิธี K-Ar จากแร่ไมโอโทดซ์ของหินอะตาเมลไลต์จากเขารูปช้างและบ้านน้ำน้อย จังหวัดสงขลา อายุประมาณ 181 ± 6 และ 171 ± 5 ล้านปีตามลำดับ Ishihara and others (1980) ได้ตรวจอายุของหิน corundum-bearing biotite granite จากเหมืองแร่ทุ่งโพธิ์โดยวิธี K-Ar ได้ 191 ± 6 ล้านปี และอ้างถึงการพบ Daonella ในเขตอำเภอนาทวีของ Grant-Mackie and others, (1978) อยู่ใน Middle

Triassic (1978) ว่าอยู่ใน Middle Triassic (Ladinian) พร้อมทั้งสรุปว่าหินแกรนิตในบริเวณ ตั้งแต่อำเภอหาดใหญ่ไปจนถึงจังหวัดนราธิวาสที่แทรกซอนขึ้นมาสัมผัสกับชั้นหินยุค Triassic อาจเกิดขึ้นในตอน Late Triassic-Early Jurassic Charusiri (1989) ได้หาอายุของหินลูโคไนต์แกรนิตที่นำแร่ดีบุกจากเหมืองแร่ทุ่งโพธิ์ และเหมืองแร่ทุ่งขมิ้น โดยวิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ และสรุปอายุของหินแกรนิตในแถบจังหวัดสงขลาประมาณ 206-209 ล้านปีคือ Late Triassic

2.4.1 หินแกรนิต

ขอบเขตของหินแกรนิตที่ตั้งชื่อว่าเทือกแกรนิตลิว หรือ พลูตอนลิว มีหินโผล่เป็นพื้นที่ประมาณ 60 ตร.กม. จัดว่าเป็นพลูตอนที่มีขนาดเป็น stock (ลำหินอัคนี) คิดเป็นร้อยละ 10 ของพื้นที่สำรวจ หากดูรูปร่างของลำหินอัคนีนี้ในแผนที่จะเป็นรูปวงกลม ที่เรียกว่า Boss ซึ่งใช้เรียกลำหินอัคนีที่ค่อนข้างเป็น วงกลมในผังราบ โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 9.0 กม. จากลักษณะของเนื้อหินสามารถแบ่งหินแกรนิตใน บริเวณนี้เป็น 2 กลุ่ม คือ เนื้อหินดอก (porphyritic texture) และเนื้อหินเท่า (equigranular texture)

2.4.1.1 หินแกรนิตเนื้อดอก

ประกอบด้วยแร่ดอก (phenocrysts) ซึ่งเป็นแร่เฟลด์สปาร์ และเนื้อพื้น (groundmass) ซึ่งเป็นแร่ควอร์ตซ์ โฟแตสซีอัมเฟลด์สปาร์และแพลจีโอเคลสเฟลด์สปาร์ แร่ดังกล่าวเป็นแร่หลัก (essential minerals) ส่วนแร่รอง (accessory minerals) ได้แก่ ไบโอไทต์ เซอร์คอน และอะพาไทต์ ที่พบในหินแกรนิตทุกบริเวณ แร่ทัวร์มาลีน และมัสโคไวต์ พบในบางแห่ง นอกจากนี้ยังมีแร่ทุติยภูมิ (secondary minerals) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ (alteration) ของแร่ดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ แร่เซริไซต์ แร่ดิน-เคลโอไลไนต์ ควอร์ตซ์ และแร่เหล็กออกไซด์

ลักษณะของหินแกรนิตเนื้อดอกนี้มีสีอ่อน (leucocratic) เฟลด์สปาร์ที่เป็นแร่ดอกมีขนาดเม็ดกลางถึง 2x4 ซม. มีทั้งสีชมพู และสีขาวขุ่น ส่วนเนื้อพื้นโดยทั่วไปมีขนาดเม็ดกลาง นอกจากบริเวณที่สัมผัสกับหินท้องที่จะมีเนื้อพื้นขนาดเล็ก จากการนับพื้นที่ของแร่ดอกและเนื้อพื้นจากแผ่นหินที่ตัดเรียบ คิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้ แร่ดอก 4-16% เนื้อพื้น 84-96%

หินแกรนิตเนื้อดอกโผล่ให้เห็นเนื่องจากกระบวนการผุพัง-กัดกร่อนหินท้องที่ที่ปิดทับอยู่รวมทั้งหินแกรนิตส่วนบนของพลูตอน ซึ่งมีขนาดเม็ดเล็กลงมาถึงหินแกรนิตเนื้อดอก ในบริเวณเทือกแกรนิตลิว ด้านตะวันตกที่ระดับความสูงประมาณ 200 ม. ลงมาถึงระดับ 50 ม. ที่โผล่ต่ำสุดจะพบพวกหินแกรนิตเนื้อดอกที่มีเนื้อพื้นเม็ดกลาง ตั้งแต่ระดับความสูง 200 ม. ถึง 300 ม. เป็นพวกเนื้อหินดอกที่มีเนื้อพื้นเม็ดเล็กถึงกลาง แต่ค่อนข้างจะเป็น

พวกเนื้อหินเท่าเนื่องจากมีแร่ดอกน้อย ความสูง 300 ม. ขึ้นไปเป็นหินแกรนิตที่มีขนาดเม็ดกลางเท่า (equigranular medium-grained) ความสูงที่กล่าวเป็นความสูงที่ระบุในแผนที่ภูมิประเทศ

2.4.1.2 หินแกรนิตเนื้อเท่า ส่วนประกอบทางแร่เหมือนกับพวกเนื้อดอก ต่างกันตรงเนื้อหิน โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นหินแกรนิตเนื้อเท่า แต่ก็มีบางส่วนที่มีแร่ดอกอยู่บ้างแต่น้อยมาก พบโผล่เป็นบริเวณเล็ก ๆ อยู่ 2 แห่ง แทรกซอนเข้าในหมู่หินเศษชิ้นที่อ่าวเตยดำ (กริด 061,535) และที่บ้านคลองใหญ่ (กริด 024,424) ทั้ง 2 แห่งเป็นส่วนของ bos ที่กั้นด้วย roof pendant ซึ่งเป็นหินท้องที่ นอกจากสองบริเวณนี้แล้ว หินแกรนิตเนื้อเท่า ยังพบในบริเวณทางใต้และตะวันออกของฟลูตตอนที่สัมผัสกับหินท้องที่ ส่วนทางตะวันตก โผล่ที่ระดับความสูง 300 ม. ขึ้นไป ทางตะวันออกเป็นหินแกรนิตดู คลุมพื้นที่ประมาณ 1.5 ตร.กม. ตั้งแต่บ้านโละบอน (กริด 065,473) ถึงบ้านพรุกง (กริด 065,492)

หินแกรนิตอ่าวเตยดำ โผล่ในแนวราบเป็นบริเวณประมาณ 50x50 ม. ที่ระดับความสูง 100-120 ม. แสดงการผุพังแบบ exfoliation (การขยายของหินเป็นกาบ) ไม่มีรอยแยกในแนวอื่น หินทรายและหินดินดานบริเวณนี้ถูกแปรสภาพเป็นหินควอร์ตไซต์และหินฮอร์นเฟลส์ หินแกรนิตอ่าวเตยดำเป็นส่วนบนของห่อมหินอัคนี (cupola) อีกห่อมหนึ่ง ที่โผล่อยู่ใต้หมู่หินเศษชิ้นที่ปกคลุมหนา เป็นมวลหินแกรนิตที่อยู่ใกล้กับเหมืองแร่เกาะสะบ้า

หินแกรนิตบ้านคลองใหญ่ โผล่เป็นเนินเตี้ยที่กม. 47 ทางใต้ของทางหลวงหมายเลข 42 เป็นบริเวณประมาณ 200x50 ม. มีชุดรอยแยก (joint set) แนว N 90° เท 75° ไปทางใต้ ระยะระหว่างรอยแยก 2.5-30 ซม. การแปรสภาพของหินท้องที่ไม่เด่นชัด หินแกรนิตบ้านคลองใหญ่เป็นส่วนบนของห่อมหินอัคนีที่โผล่อยู่ทางใต้

2.4.1.3 ศิลาวรรณนา (Petrography)

1) Medium-grained porphyritic biotite granite

In samples examined in thin sections, quartz is generally clear and locally undulated. It occurred as anhedral and myrmekitic along contacts of potash feldspar and plagioclase. Perthite and flame perthite are common among the potash feldspar and being intensely altered. The potash feldspar is euhedral to subhedral, occurred as phenocrysts and groundmass. Granophytic intergrowth of quartz and alkali feldspar in fine-grained groundmass is found from

one porphyritic fine-grained granite (sample number 6). Microcline is very rare except one sample from the southern contact (grid 014,451), enclosing potash feldspar and quartz. Plagioclase forms subhedral crystals, mainly oligoclase although in some specimens are albite particularly those consisting of abundant tourmaline. Plagioclase crystals are altered, some are highly altered to clay minerals, sericite, and epidote. Biotite is brown or greenish brown, showing pleochroism, occurring as flakes in potash feldspar, plagioclase and quartz, also as cluster in some specimens. Radioactive halos are common surrounding zircon crystals of tiny prismatic in size embedded in biotite. Apatite is another accessory mineral commonly presented, both in prismatic and cross-sectional crystals. Tourmaline is common in some specimens and occurs as late phase filling along fracture-grains of quartz, potash feldspar and plagioclase, replacement is locally occurred in potash feldspar. Muscovite is rather seldom as primary mineral which is enclosed in potash feldspar as corroded flakes, but it can be occurred as secondary mineral and fresh. Opaque mineral and secondary chlorite frequently presented in biotite. Potassium feldsparization is found in some specimens where potash feldspar is enclosed in plagioclase.

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ในหินแกรนิตเนื้อดอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แสดงในตารางที่ 1 และส่วนประกอบทางออกไซด์ของธาตุ และปริมาณของ trace elements ในหินแกรนิตเนื้อดอกแสดงในตารางที่ 4 และที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 Modal analyses of porphyritic biotite granite (volume %)

| Sample No. | Qt | Kf | Pl | Bi | To | Ms | Ep | Gr | Tot. | alk.f. |
|-------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|------------|
| grid ref. | | | | | | | | | counts | alk.f.+Pl. |
| 2(976,506) | 33.90 | 43.44 | 12.30 | 9.24 | - | 0.16 | 0.96 | - | 3,488 | 0.78 |
| 3(995,446) | 38.70 | 48.62 | 5.13 | 3.05 | 4.50 | - | - | - | 4,000 | 0.90 |
| 4(979,495) | 48.00 | 35.96 | 8.49 | 2.93 | 4.62 | - | - | - | 6,500* | 0.81 |
| 6(969,489) | 21.45 | 44.75 | 9.55 | 2.55 | - | - | 6.10 | 15.6 | 4,000 | 0.82 |
| 8(995,523) | 50.58 | 29.89 | 11.90 | 7.63 | - | - | - | - | 5,000* | 0.72 |
| 17(014,451) | 46.67 | 41.25 | 11.88 | 0.15 | 0.05 | - | - | - | 4,000 | 0.78 |
| 18(041,492) | 45.83 | 43.97 | 3.93 | 4.90 | 0.27 | 1.10 | - | - | 3,000 | 0.92 |
| 19(976,479) | 43.23 | 39.10 | 13.97 | 3.07 | - | - | 0.63 | - | 3,000 | 0.74 |

Qt = Quartz; Kf = potash feldspar

Pl = plagioclase; Bi = biotite; To = tourmaline

Ms = muscovite, opaque mineral; Ep = epidote

Gr = granophyre; alk. f. = alkali feldspar

* average from two sections

N.B. Sample No. 2,3,4,6,8 from the same localities as shown in Table 4

2) Medium-grained equigranular biotite granite

It consists essentially of quartz, and potassium feldspar being about two to three times of plagioclase. Common accessory minerals are biotite, apatite, and zircon. Tourmaline is not uncommon and being a late mineral.

Quartz is clear, free of alteration, anhedral about 0.2-1.4 mm av. 0.75 mm in size. Potash feldspar is partially altered to intensely altered, most of which is perthite and flame perthite, about 1.5 mm in size. Plagioclase is partly altered to sericite, clay mineral and epidote. It is found as fragment in quartz and potassium feldspar. The composition is albite to oligoclase. Biotite is pale brown to brown at Ban Klong Yai granite and brown to green at Ao Toei Dum granite. Pleochroic halos in biotite are common. Biotite shows highly alteration to chlorite and epidote. Opaque mineral occurs as minute grains (0.01-0.08 mm) along fractures of biotite. Replacement in biotite is common due to muscovite and potassium feldspar. Apatite and zircon are inclusions in biotite, both are euhedral crystals, 0.02-0.03 mm for apatite is common. Tourmaline occurs late, it replaced along small fissures in plagioclase, potash feldspar, and biotite. Tourmaline shows pleochroism from light brown-olive-bluish green. Secondary muscovite replaced potash feldspar, biotite, and along lamella of plagioclase.

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ในหินแกรนิตเนื้อเท่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แสดงในตารางที่ 2 และส่วนประกอบทางออกไซด์ของธาตุและปริมาณของ trace elements ในหินแกรนิตเนื้อเท่าแสดงในตารางที่ 4 และที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 Modal analyses of equigranular biotite granite (volume %)

| Sample No. grid ref. | Qt | Kf | Pl | Bi | To | Ms | Op | Tot. counts | alk.f. alk.f. + Pl |
|-------------------------|-------|------|-------|------|------|-----|------|----------------|-----------------------|
| 9(011,452) | 37.5 | 48.1 | 13.10 | 0.35 | 0.45 | 0.2 | 0.3 | 4,000 | 0.79 |
| 10(024,424) | 41.5 | 46.1 | 10.75 | 1.12 | 0.18 | - | 0.35 | 4,000 | 0.81 |
| 11(024,424) | 47.5 | 32.0 | 15.33 | 1.95 | 3.22 | - | - | 4,000 | 0.68 |
| 13(061,535) | 41.26 | 37.3 | 19.07 | 2.37 | - | - | - | 3,000 | 0.66 |

Qt = Quartz ; Kf = potash feldspar

Pl = plagioclase ; Bi = biotite ; To = tourmaline

Ms = muscovite ; Op = opaque minerals; alk.f. = alkali feldspar

N.B. Samples from the same localities as shown in Table 4

2.4.2 หินแอฟไลต์

หินแอฟไลต์พบเป็นผนังตัดหินแกรนิตเนื้อดอกทางตะวันตกของเทือกแกรนิตลิวง ที่ระดับความสูง 70 ม. (กริด 977,505) ยาวหลายสิบเมตร ความหนาของผนัง 0.5 ม. แนว N 270° ชัน ผนังอมหินแปลกปลอม ซึ่งเป็นหินแกรนิต ระดับความสูง 100 ม. (กริด 973,482) ผนังหนา 5 ซม. และที่ระดับ 400 ม. (กริด 990,471) ก็พบผนังหินแอฟไลต์ตัดหินแกรนิต ทางใต้ของแกรนิตลิวง (กริด 995,437) ผนังหินแอฟไลต์มี 3 สาย ความหนาแต่ละสายประมาณ 30 ซม. แทรกหินทรายและหินทรายแป้ง ช่วงห่างของผนัง 1.5 ม. และ 4.0 ม. แนวผนัง N.125° ชัน

หินแอฟไลต์ สี leucocratic เนื้อหินเม็ดเล็ก ขนาดเท่าลักษณะ saccharoidal ประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์ เฟลด์สปาร์ ทัวร์มาลีน และมัสโคโดไวต์

2.4.2.1 ทิวาพรรณ

Quartz is anhedral and intergrowth with orthoclase, both of them are very common, locally enclosing fragments of plagioclase. Plagioclase partially altered to clay minerals, sericite, and epidote. It occurs as oligoclase. Albite and microcline are not commonly found. Tourmaline shows pleochroism from light brown-greenish brown to olive, both in triangular and prismatic sections. It is common, 0.3-2.0 mm in size. Muscovite is enclosed in orthoclase, 0.1 mm or smaller.

ผลวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแร่ในหินแอพลิต ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แสดงในตารางที่ 3 และส่วนประกอบทางออกไซด์ของธาตุ และปริมาณของ trace elements ในหินแอพลิต แสดงในตารางที่ 4 และที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 Modal analyses of aplite (volume %)

| | |
|---|-----------|
| Sample No. | 15 |
| grid ref. | (977,505) |
| Quartz | 40.4 % |
| Orthoclase | 40.12 |
| Plagioclase | 13.80 |
| Microcline | 1.95 |
| Tourmaline | 3.48 |
| Muscovite | 0.25 |
| Total counts | 4,000 |
| alkali feldspar/alkali feldspar + plagioclase | 0.75 |

N.B. Sample from the same locality as shown in Table 4

2.4.3 สายแร่ควอร์ตซ์

สายแร่ควอร์ตซ์ในบริเวณวิจัย มีกำเนิดจาก hydrothermal solution มีทั้งนำแร่ดีบุกและไม่นำแร่ดีบุก ความหนาของสายแร่ควอร์ตซ์ มีขนาดหนา 2 มม. ถึงหลายสิบเมตร ที่พบมากโดยเฉลี่ย 3 ซม. ถึง 2 ม. พนักแร่ควอร์ตซ์ขนาดใหญ่ ยาว 3.25 กม. กว้าง 500-750 ม. แนวของสายประมาณ N 305° ซัน (กริดแนวตั้ง 990 ถึง 020 แนวราบ 475 ถึง 455) ความสูงระดับ 100 ม. จากพื้นถึง 459 ม. (ยอดเขา) สูงโดยเฉลี่ยประมาณ 150 ม. พนักนี้แทรกซอนหินแกรนิต สายแร่ควอร์ตซ์ขนาดเล็กตัดหินแกรนิต และหินห้องที่ซึ่งเป็นหินตะกอนและหินแปรในหมู่หินเศษชิ้น โดยเฉพาะในบริเวณเหมืองแร่กิจจองและเหมืองแร่เกาะสะบ้า บริเวณที่พบสายแร่ควอร์ตซ์แทรกเป็นช่วง ๆ และมีแนวประมาณ WNW เริ่มจากบ้านคลองยอ (กริด 070,505) ไปถึงบ้านสะพานไม้แก่นนอก (กริด 990,545) ซึ่งเป็นขอบด้านเหนือของแกรนิตลิวท์ที่สัมผัสกับหมู่หินเศษชิ้น

แนวของสายแร่ควอร์ตซ์ที่ตัดหินแกรนิตมีตั้งแต่ N.280° - N.350° มุมเทค่อนข้างชัน 60° - 90° NE., N.105° - 128° เท 75° SW. และ N.195° - 250° เทประมาณ 90° ส่วนแนวของสายแร่ควอร์ตซ์ที่ตัดหินตะกอนและหินแปร N.290° - 325° เท 25° - 85° NE., N.195° - 258° เท 60° - 90° NW. และ N.90° เท 65°-90°S.

ลักษณะของแร่ควอร์ตซ์ โดยทั่วไปมีสีขาวขุ่น ขาวแกมเทา ชมพู (น้อย) บางแห่งเป็น feldspathic quartz เช่นที่ กริด (976,502) (ดูผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างที่ 16 ตารางที่ 4 และที่ 5) ที่เกิดร่วมกับแร่ทัวร์มาลีนมาก - schorl rock กริด (051,492) และที่เกิดแบบ fissure-filling vein โดยมีผลึกควอร์ตซ์ใสออกเป็นลักษณะ comb structure ที่กริด (056,514)

2.4.4 ธรณีเคมีของหินแกรนิตจากพลูตอนลิวท์

จากผลวิเคราะห์เคมีของตัวอย่างหินแกรนิตที่เก็บจากพลูตอนลิวท์ 13 ตัวอย่าง และหินแอไฟลด์ 2 ตัวอย่าง รวม 15 ตัวอย่าง จากด้านตะวันออก และด้านใต้ของตัวพลูตอน หินแกรนิตอ่าวเตยดำ และหินแกรนิตบ้านคลองวังใหญ่ปริมาณออกไซด์ของธาตุหลักในหินแกรนิต (ตารางที่ 4) และปริมาณของ trace elements (ตารางที่ 5) หินแกรนิตจะมีลักษณะได้แก่ ตัวอย่างที่ 1,3 และ 5 ส่วนตัวอย่างอื่นค่อนข้างสดอึ้งเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับหินแกรนิตทั่วไป จึงได้แสดงปริมาณของธาตุในหินแกรนิตทั่วไปไว้ในภาคผนวกที่ 1

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบทางเคมีของหินแกรนิตลิว (% โดยน้ำหนัก)

| Sample No. | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | Fe ₂ O ₃ | MnO | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | L.O.I. | Total |
|------------|------------------|--------------------------------|------|-------|-------------------|------------------|--------------------------------|-------|------------------|-------------------------------|--------|--------|
| 1 | 72.51 | 16.36 | 0.04 | 0.16 | <0.01 | 3.58 | 2.10 | 0.054 | 0.111 | n.d. | 3.46 | 98.39 |
| 2 | 73.18 | 15.34 | 0.75 | 0.18 | 2.47 | 5.88 | 1.35 | 0.032 | 0.16 | 0.08 | 0.46 | 99.88 |
| 3 | 73.25 | 15.67 | 0.04 | 0.02 | <0.01 | 4.69 | 1.18 | 0.022 | 0.054 | n.d. | 1.39 | 96.33 |
| 4 | 74.19 | 13.85 | 0.29 | 0.11 | 2.26 | 5.05 | 1.51 | 0.029 | 0.18 | 0.09 | 1.03 | 98.59 |
| 5 | 75.98 | 13.50 | 0.07 | 0.30 | <0.01 | 5.72 | 1.14 | 0.049 | 0.176 | n.d. | 1.87 | 98.52 |
| 6 | 69.86 | 16.05 | 0.10 | 0.38 | 2.32 | 6.21 | 2.31 | 0.029 | 0.28 | 0.05 | 2.44 | 100.03 |
| 7 | 72.03 | 14.27 | 0.26 | 0.27 | 1.75 | 6.15 | 2.11 | 0.019 | 0.29 | 0.16 | 1.26 | 98.57 |
| 8 | 72.76 | 14.44 | 0.90 | 0.49 | 2.91 | 4.82 | 1.67 | 0.062 | 0.20 | 0.08 | 0.82 | 99.15 |
| 9 | 74.86 | 13.70 | 0.10 | 0.07 | 1.33 | 4.93 | 1.81 | 0.017 | 0.11 | 0.03 | 1.31 | 98.27 |
| 10 | 73.87 | 13.95 | 0.17 | 0.05 | 1.59 | 4.83 | 0.96 | 0.023 | 0.125 | n.d. | 2.30 | 97.87 |
| 11 | 75.53 | 13.35 | 0.19 | 0.13 | 2.43 | 5.35 | 1.46 | 0.012 | 0.13 | 0.04 | 0.72 | 99.34 |
| 12 | 74.27 | 14.44 | 0.26 | <0.01 | 3.40 | 4.37 | 0.80 | 0.016 | 0.06 | 0.03 | 1.54 | 99.20 |
| 13 | 73.50 | 12.44 | 0.39 | 0.34 | 2.55 | 4.70 | 2.84 | 0.200 | 0.197 | n.d. | 0.41 | 97.57 |
| 14 | 73.03 | 13.82 | 0.28 | 0.40 | 2.01 | 4.29 | 2.33 | 0.097 | 0.201 | n.d. | 3.31 | 99.77 |
| 15 | 75.25 | 14.44 | 0.26 | <0.01 | 3.58 | 4.38 | 0.79 | 0.017 | 0.06 | 0.03 | 0.58 | 99.40 |
| 16 | 84.76 | 9.62 | 0.03 | 0.03 | <0.05 | 2.47 | 0.64 | 0.004 | 0.09 | <0.01 | 1.72 | 99.42 |

(Method of analysis : X-ray fluorescence spectrometry by SEATRAD CENTRE, IPOH, MALAYSIA)

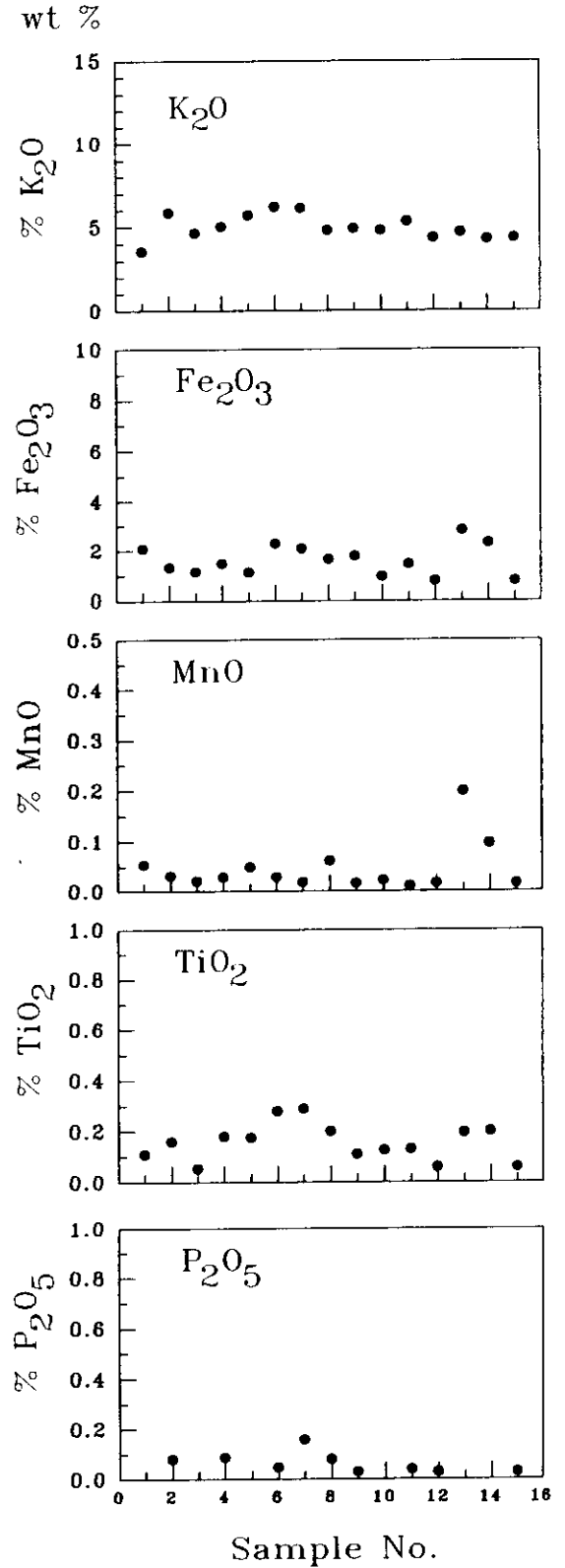
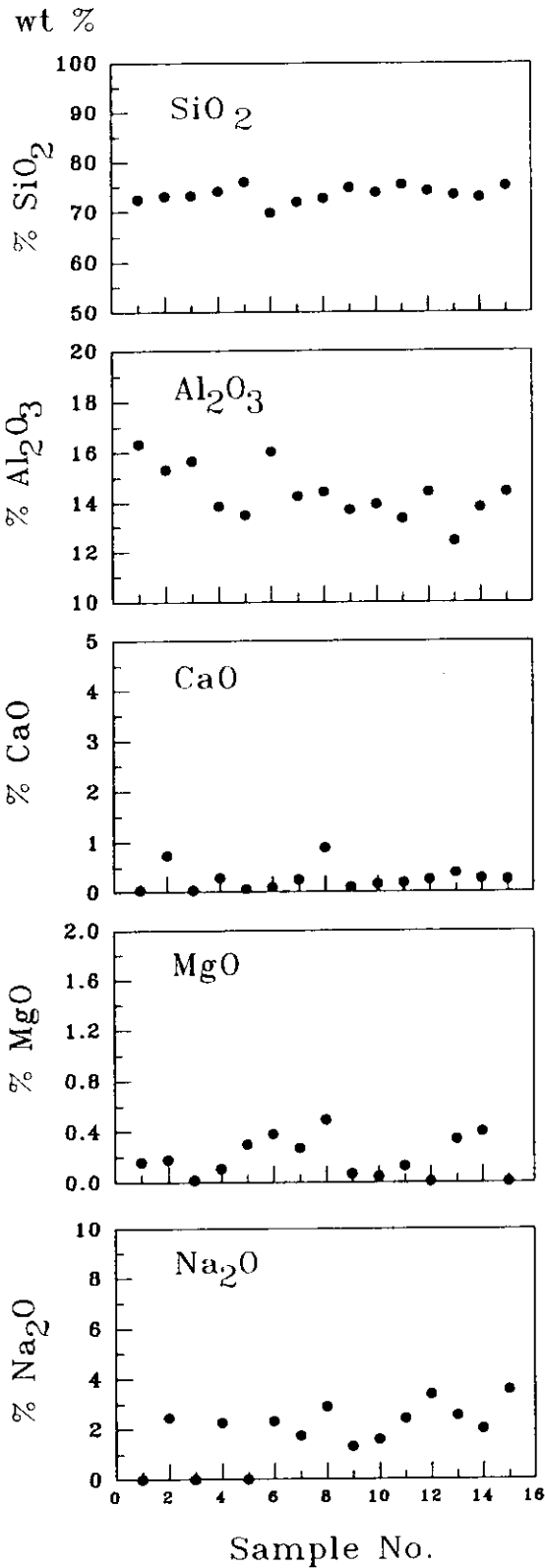
- Sample No. 1. grid (994,446), decomposed granite, friable
 2. grid (976,506), medium-grained, porphyritic granite
 3. grid (995,446), medium-grained, porphyritic granite, weathered
 4. grid (979,495), medium-grained, porphyritic granite, very few phenocrysts
 5. float from Nipath & Son Mine, medium-grained, porphyritic granite, weathered
 6. grid (969,489), fine-grained, porphyritic granite
 7. grid (015,442), fine-to medium-grained, porphyritic granite
 8. grid (995,523), medium-grained, porphyritic granite
 9. grid (011,452), medium-grained, equigranular granite
 10. grid (024,424), medium-grained, equigranular granite
 11. grid (024,424), medium-grained, equigranular granite, very few phenocrysts
 12. grid (061,535), medium-grained, equigranular granite, very few phenocrysts
 13. grid (061,535), medium-grained, equigranular granite, very few phenocrysts
 14. grid (995,437), decomposed tourmaline aplite, friable
 15. grid (977,505), tourmaline aplite
 16. grid (976,502), feldspathic quartz vein

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์ TRACE ELEMENTS ของหินแกรนิตลิว (ppm)

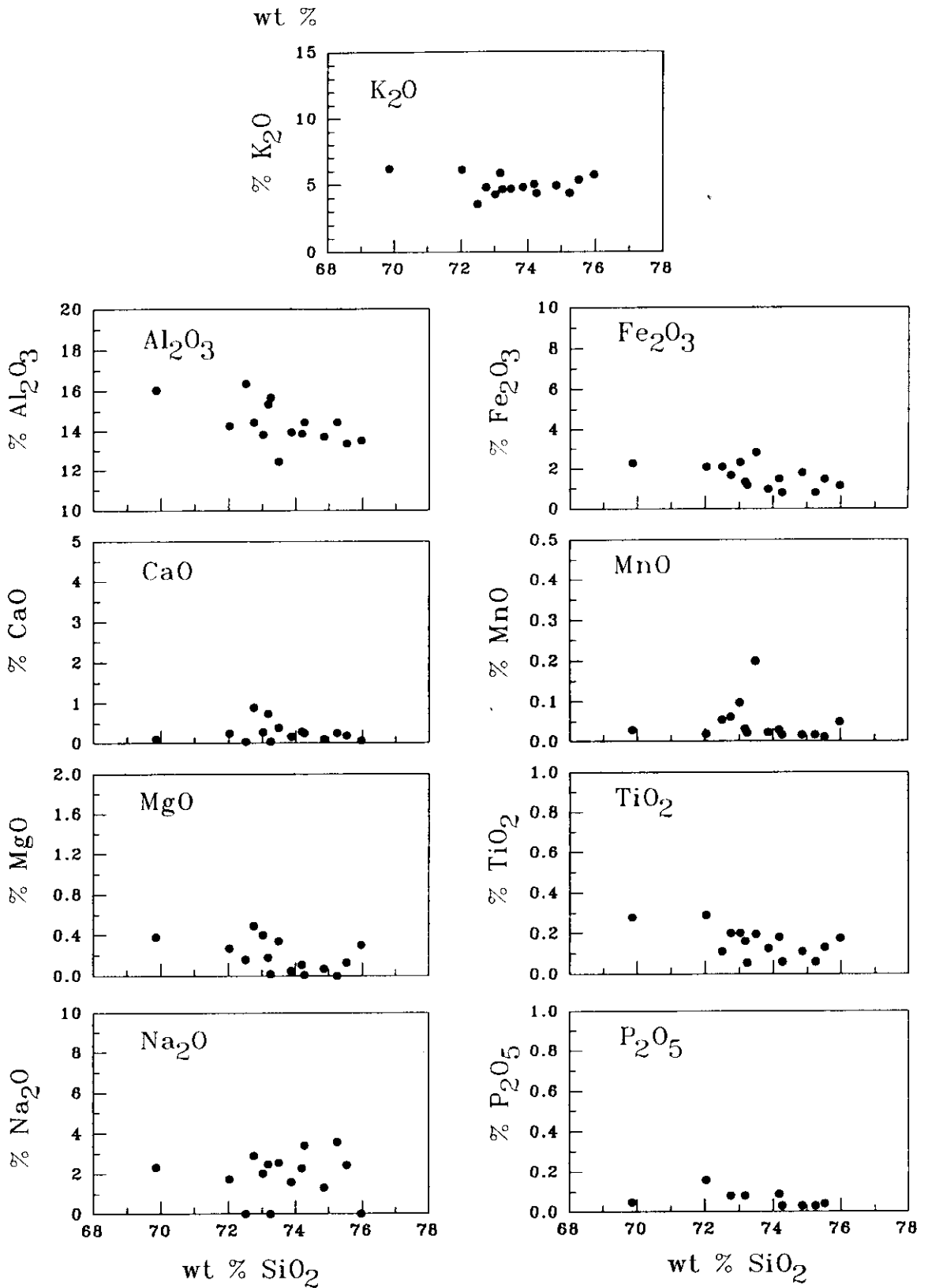
| Sample No. | Sn | W | Nb | Ta | Pb | Zn | Cu | Cr | Co | Mo | Ni | Ga | Ge | As |
|------------|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|------|----|------|----|----|-----|
| 1 | 77 | <5 | 33 | <5 | 31 | 35 | 35 | 108 | 21 | <3 | 30 | 27 | <5 | 28 |
| 2 | 10 | 17 | 32 | <5 | 55 | 5 | 2 | 188 | n.d. | <2 | n.d. | 25 | <5 | <3 |
| 3 | 188 | <5 | 42 | <5 | 32 | 29 | 130 | 163 | 19 | <3 | 40 | 24 | <5 | 23 |
| 4 | 46 | 19 | 45 | <5 | 47 | 18 | 3 | 234 | n.d. | <2 | n.d. | 24 | <5 | <3 |
| 5 | 81 | <5 | 31 | <5 | 21 | 19 | 26 | 124 | 18 | <3 | 17 | 21 | <5 | 22 |
| 6 | 39 | 2 | 20 | <5 | 38 | 21 | 3 | 221 | n.d. | <2 | n.d. | 22 | <5 | <3 |
| 7 | 15 | 5 | 16 | <5 | 30 | 15 | 6 | 179 | n.d. | <2 | n.d. | 18 | <5 | <3 |
| 8 | 36 | 21 | 39 | <5 | 47 | 12 | 3 | 221 | n.d. | <2 | n.d. | 22 | <5 | <3 |
| 9 | 44 | 19 | 52 | <5 | 34 | 6 | 15 | 285 | n.d. | <2 | n.d. | 33 | <5 | <3 |
| 10 | 21 | 15 | 51 | <5 | 29 | <5 | 15 | 139 | 12 | 7 | <5 | 20 | <5 | <20 |
| 11 | 17 | 37 | 47 | <5 | 45 | <5 | <2 | 260 | n.d. | <2 | n.d. | 25 | <5 | 7 |
| 12 | 16 | 221 | 80 | 6 | 40 | 7 | 3 | 159 | n.d. | <2 | n.d. | 31 | <5 | <3 |
| 13 | 49 | <5 | 23 | <5 | 30 | 26 | 154 | 142 | 14 | <3 | 56 | 15 | <5 | <20 |
| 14 | 331 | <5 | 26 | <5 | 29 | 19 | 49 | 113 | 13 | 6 | 24 | 20 | <5 | <20 |
| 15 | 15 | 211 | 81 | 5 | 36 | <5 | <2 | 148 | <2 | <2 | n.d. | 29 | <5 | <3 |
| 16 | 16 | <2 | 16 | <5 | 26 | <5 | <2 | 197 | n.d. | <2 | n.d. | 23 | <5 | <3 |

| Sample No. | Bi | Rb | Sr | Ba | Sc | V | Y | Zr | La | Hf | Ce | Th | U | S |
|------------|------|------|----|------|------|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|
| 1 | <5 | 1188 | 9 | n.d. | n.d. | 10 | 28 | 57 | 37 | <5 | 59 | 20 | <5 | n.d. |
| 2 | n.d. | 671 | 71 | 295 | <10 | 6 | 24 | 94 | 21 | 8 | 149 | 41 | 30 | <15 |
| 3 | 7 | 1268 | <5 | n.d. | n.d. | <5 | 27 | 129 | 23 | <5 | 28 | 21 | <5 | n.d. |
| 4 | n.d. | 729 | 33 | 104 | 10 | 22 | 34 | 124 | 37 | 6 | 188 | 61 | 31 | <15 |
| 5 | 7 | 1223 | 20 | n.d. | n.d. | 9 | 33 | 113 | 93 | <5 | 142 | 31 | <5 | n.d. |
| 6 | n.d. | 472 | 41 | 326 | 12 | 21 | 24 | 162 | 10 | 7 | 154 | 62 | 14 | <15 |
| 7 | n.d. | 479 | 38 | 367 | <10 | 32 | 28 | 170 | 31 | 5 | 236 | 56 | 14 | <15 |
| 8 | n.d. | 721 | 69 | 193 | 10 | 14 | 27 | 124 | 37 | 7 | 171 | 58 | 35 | <15 |
| 9 | n.d. | 754 | 13 | 13 | 11 | 12 | 23 | 64 | 5 | 6 | 111 | 44 | 31 | <15 |
| 10 | 6 | 1544 | <5 | n.d. | n.d. | <5 | 31 | 95 | 40 | <5 | 55 | 27 | 5 | n.d. |
| 11 | n.d. | 924 | 12 | 24 | 11 | 15 | 26 | 96 | 11 | 3 | 153 | 47 | 50 | <15 |
| 12 | n.d. | 571 | 17 | 71 | <10 | 11 | 20 | 38 | 11 | 7 | 145 | 21 | 24 | <15 |
| 13 | <5 | 622 | 54 | n.d. | n.d. | 14 | 58 | 119 | 352 | <5 | 952 | 28 | 6 | n.d. |
| 14 | 9 | 729 | 30 | n.d. | n.d. | 17 | 28 | 111 | 44 | <5 | 79 | 32 | 5 | n.d. |
| 15 | n.d. | 570 | 17 | 68 | <10 | <5 | 20 | 37 | 20 | 7 | 137 | <10 | 16 | <15 |
| 16 | n.d. | 358 | 10 | <10 | <10 | 18 | 23 | 58 | 44 | 5 | 155 | 29 | <10 | <15 |

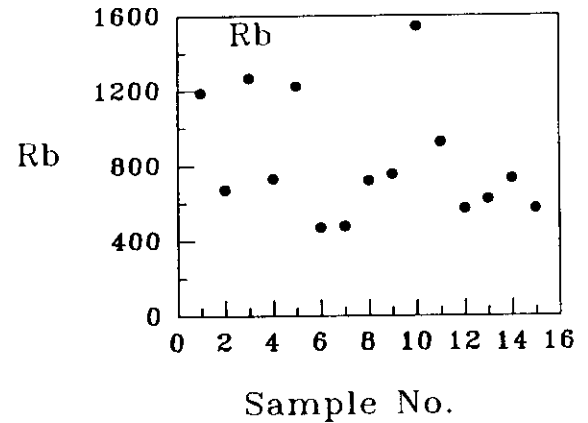
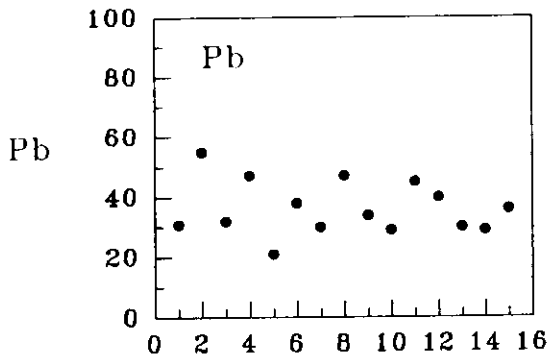
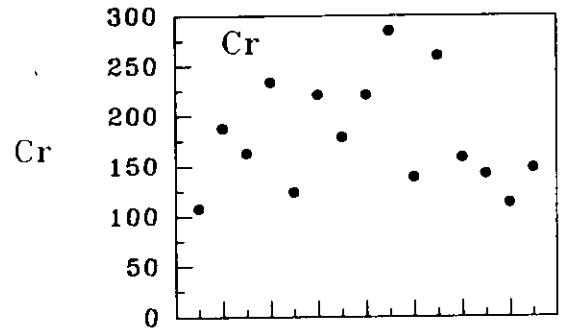
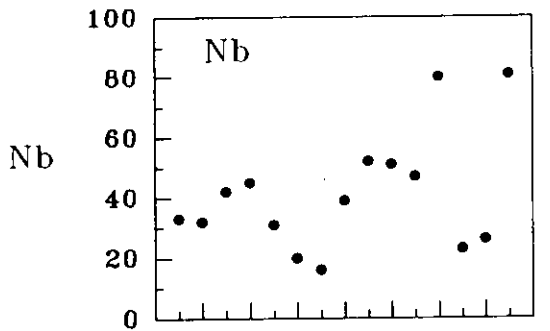
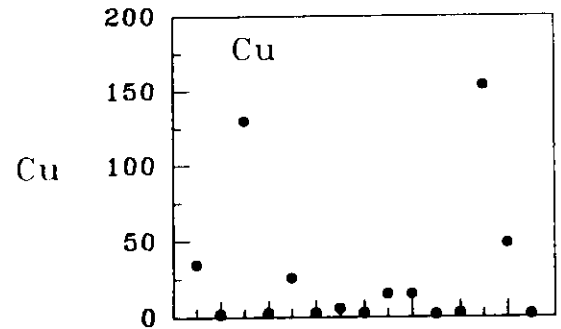
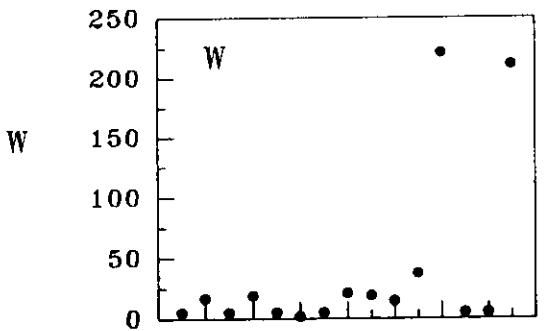
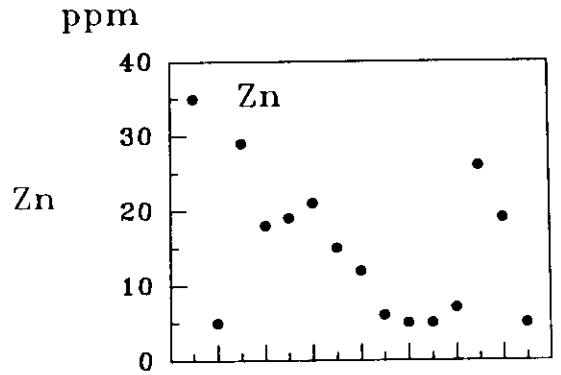
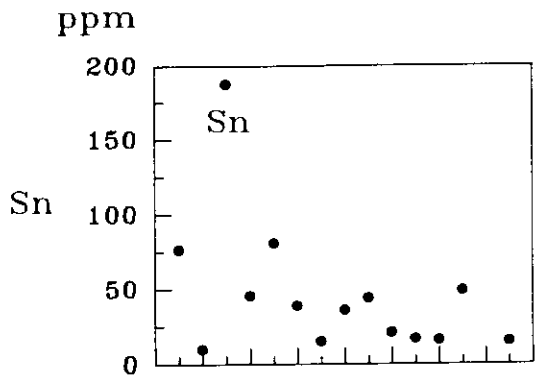
(Method of analysis : X-ray fluorescence spectrometry by SEATRAD CENTRE, IPOH, MALAYSIA)



รูปที่ 2.4.4-1 แสดงปริมาณออกไซด์ของธาตุหลักในหินแกรนิตลิว



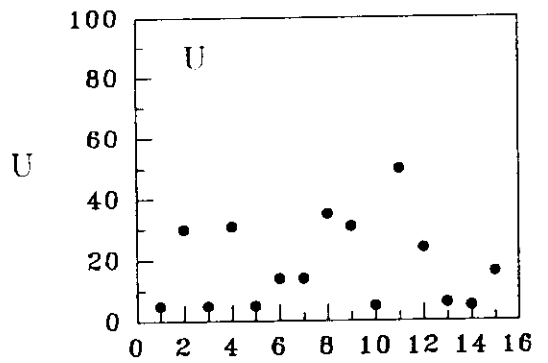
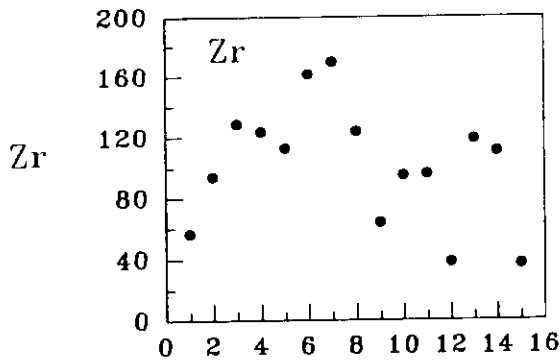
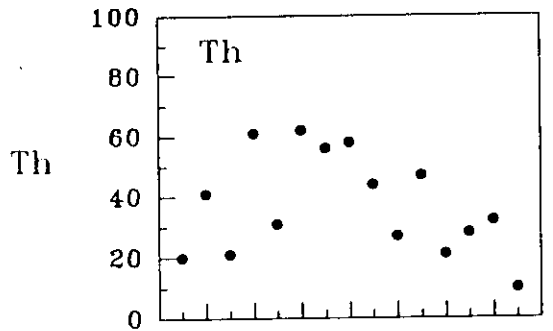
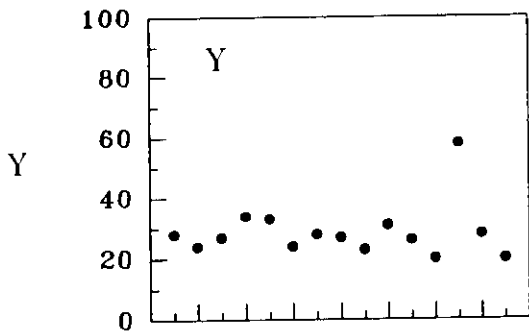
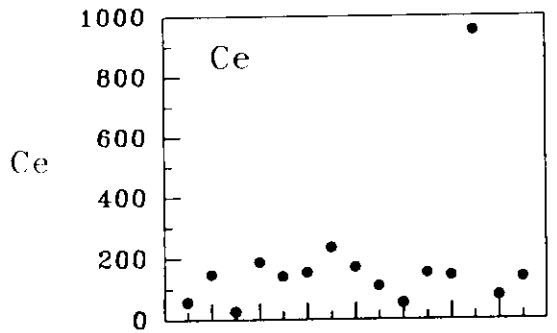
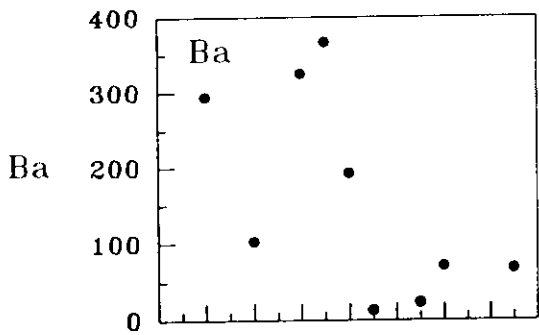
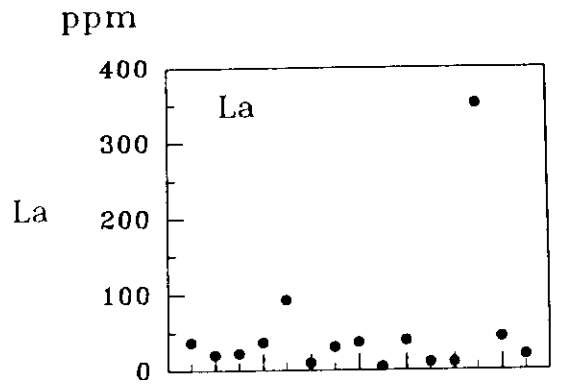
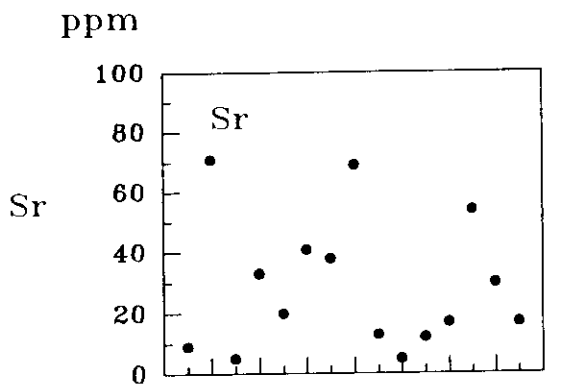
รูปที่ 2.4.4-2 แสดงการแปรผันของปริมาณออกไซด์ของธาตุกับ SiO₂



Sample No.

Sample No.

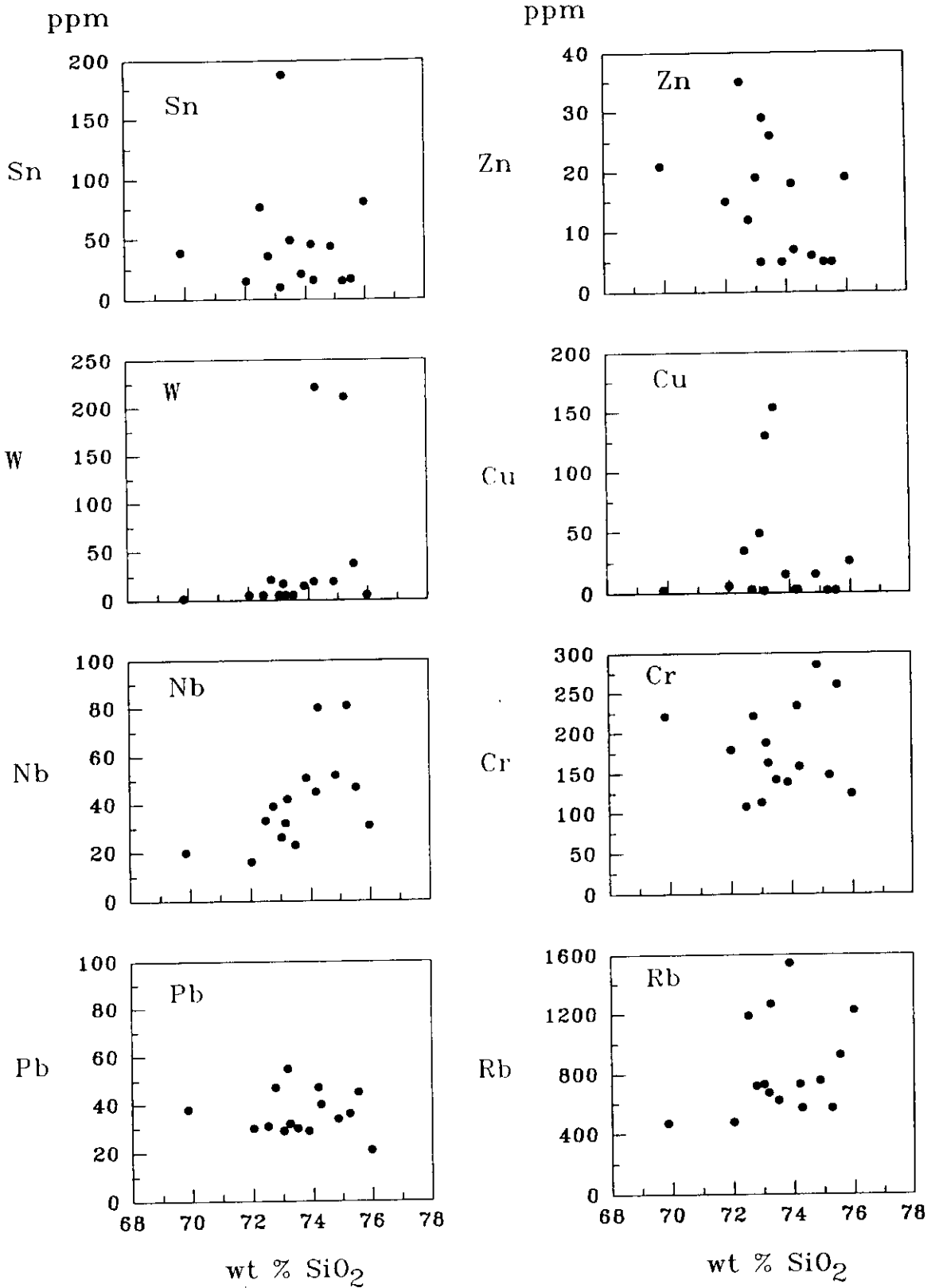
รูปที่ 2.4.4-3 แสดงปริมาณ trace elements ในหินแกรนิตลิว



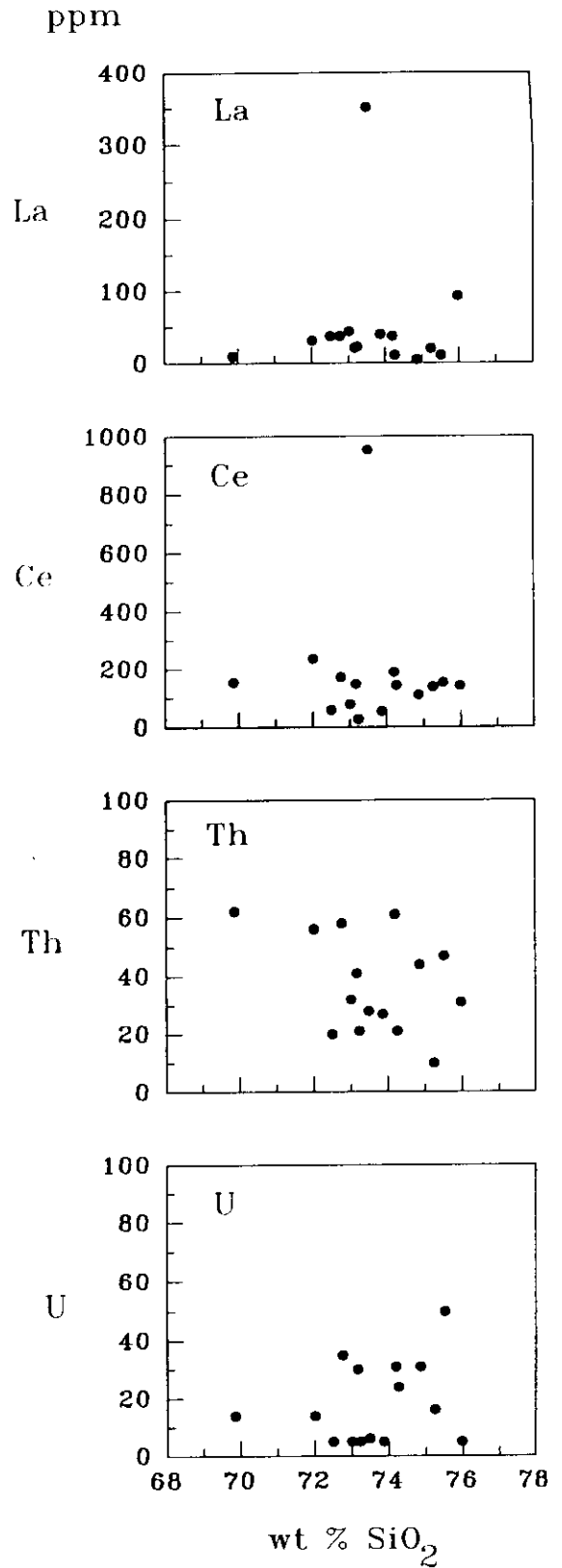
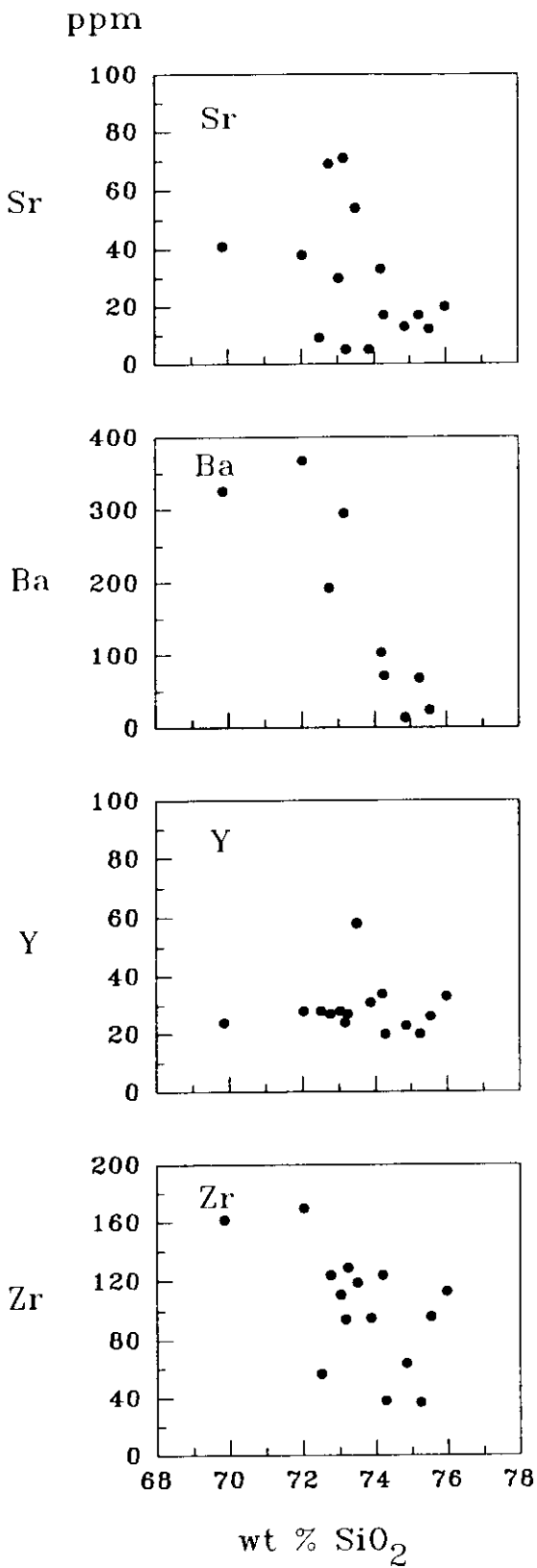
Sample No.

Sample No.

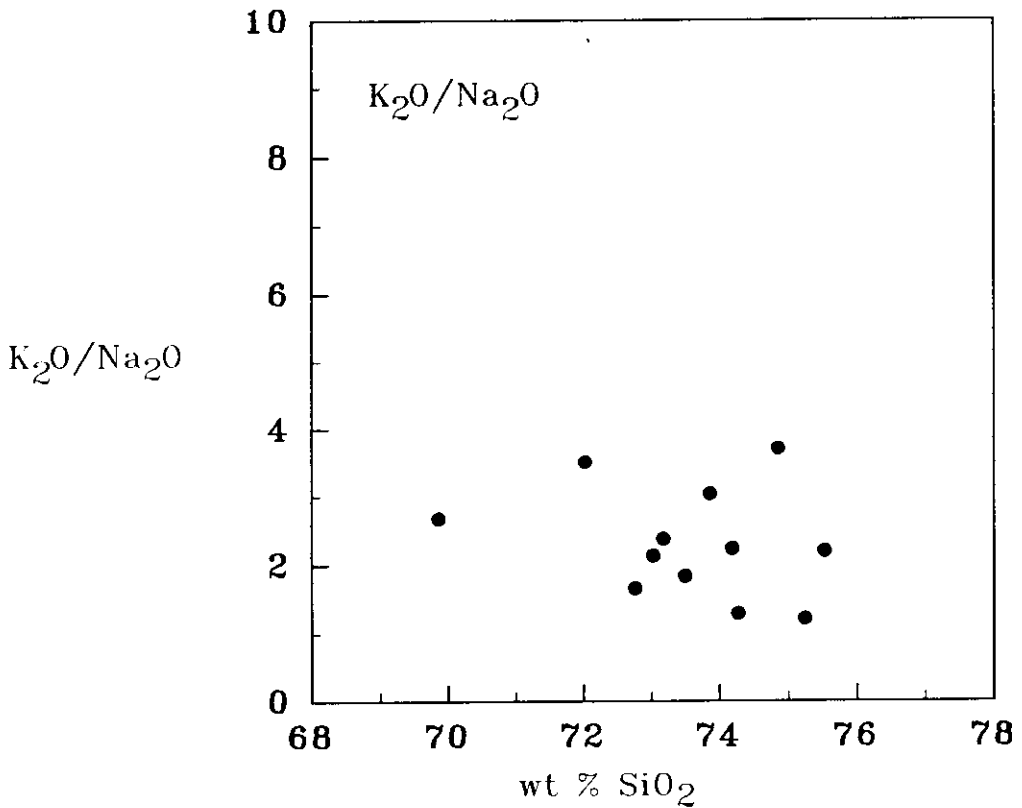
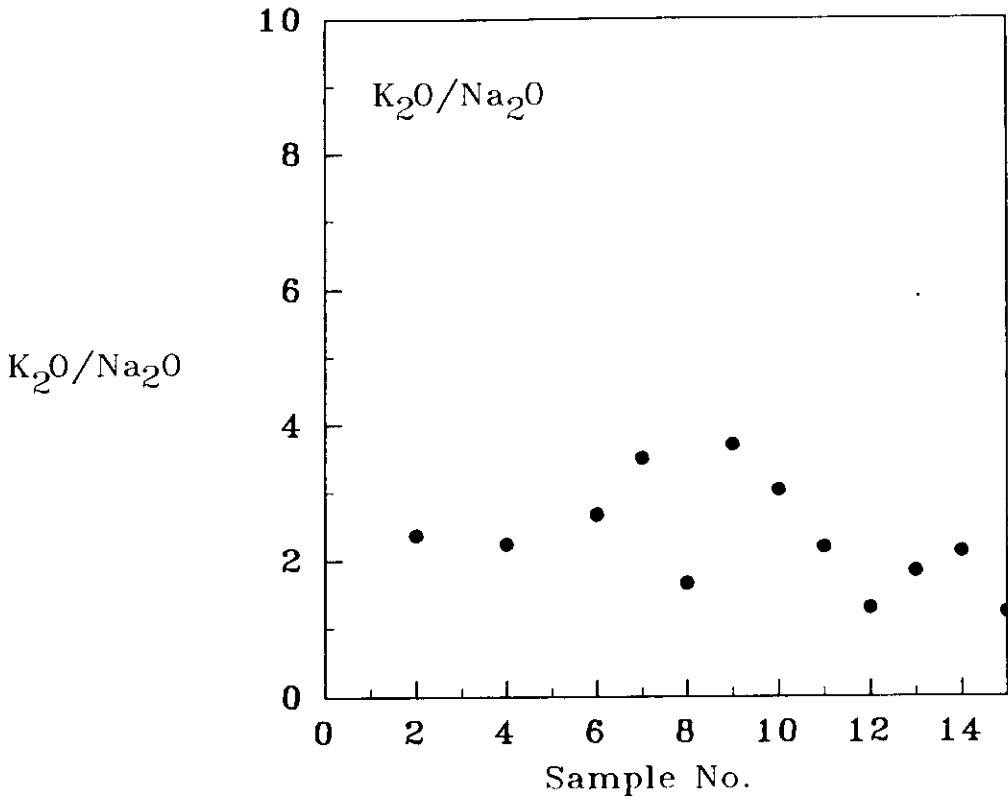
รูปที่ 2.4.4-3 (ต่อ) แสดงปริมาณ trace elements ในหินแกรนิตลิว



รูปที่ 2.4.4-4 แสดงการแปรผันของปริมาณ trace elements กับ SiO₂



รูปที่ 2.4.4-4 (ต่อ) แสดงการแปรผันของปริมาณ trace elements กับ SiO₂



รูปที่ 2.4.4-5 แสดงค่า K_2O/Na_2O และการแปรผัน
ของ K_2O/Na_2O กับ SiO_2

ค่า SiO_2 69.86-75.98% (รวมทั้งหินแอไฟลต์) Al_2O_3 12.44-16.36%, CaO 0.04-0.9%, MgO น้อยกว่า 0.01-0.4% Na_2O น้อยกว่า 0.01-3.58%, K_2O 3.58-6.21%, Fe_2O_3 0.79-2.84%, MnO 0.012-0.2%, TiO_2 0.05-0.29% และ P_2O_5 0.03-0.16% รูป 2.1-4-1 และ 2.4-4-2 แสดงปริมาณออกไซด์ของธาตุหลักต่างๆ เหล่านี้ ค่า SiO_2 มากกว่า 72% (ยกเว้นตัวอย่างที่ 6) ค่า Si, Al และ K สูง ส่วนค่า Ca, Mg และ Na ต่ำ ค่า Na จะลดลงมากในกรณีที่ดินแกรนิตหรือเปลี่ยนสภาพมาก เช่น ตัวอย่างที่ 1,3 และ 5 ทำให้ค่า $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ในตัวอย่างดังกล่าวต่างไปจากพวกหินที่สดกว่ามาก และแปรผันโดยตรงกับค่า SiO_2 ในตัวอย่างหินที่ผุ และเปลี่ยนสภาพ (รูปที่ 2.4-4-5)

ค่า Sn สูงกว่าค่าปกติมาก เนื่องจากเป็นหินแกรนิตที่นำแร่ดีบุก โดยเฉพาะค่า 331 และ 188 จากตัวอย่างที่ 14 และที่ 3 ซึ่งเป็นแอไฟลต์ และหินแกรนิตจากบริเวณรอยสัมผัสทางใต้ของพลูตอน ค่า W, Nb, Y, La และ Ce จากหินแกรนิตอ่าวเตยดำมากกว่าค่าที่ได้จากบริเวณอื่น ค่า U มากในหินแกรนิตทั้งหมดจากบริเวณวิจัย ส่วนค่า Ba และ Sr ต่ำ (ตารางที่ 5, รูปที่ 2.4.4-3 และ 2.4.4-4)

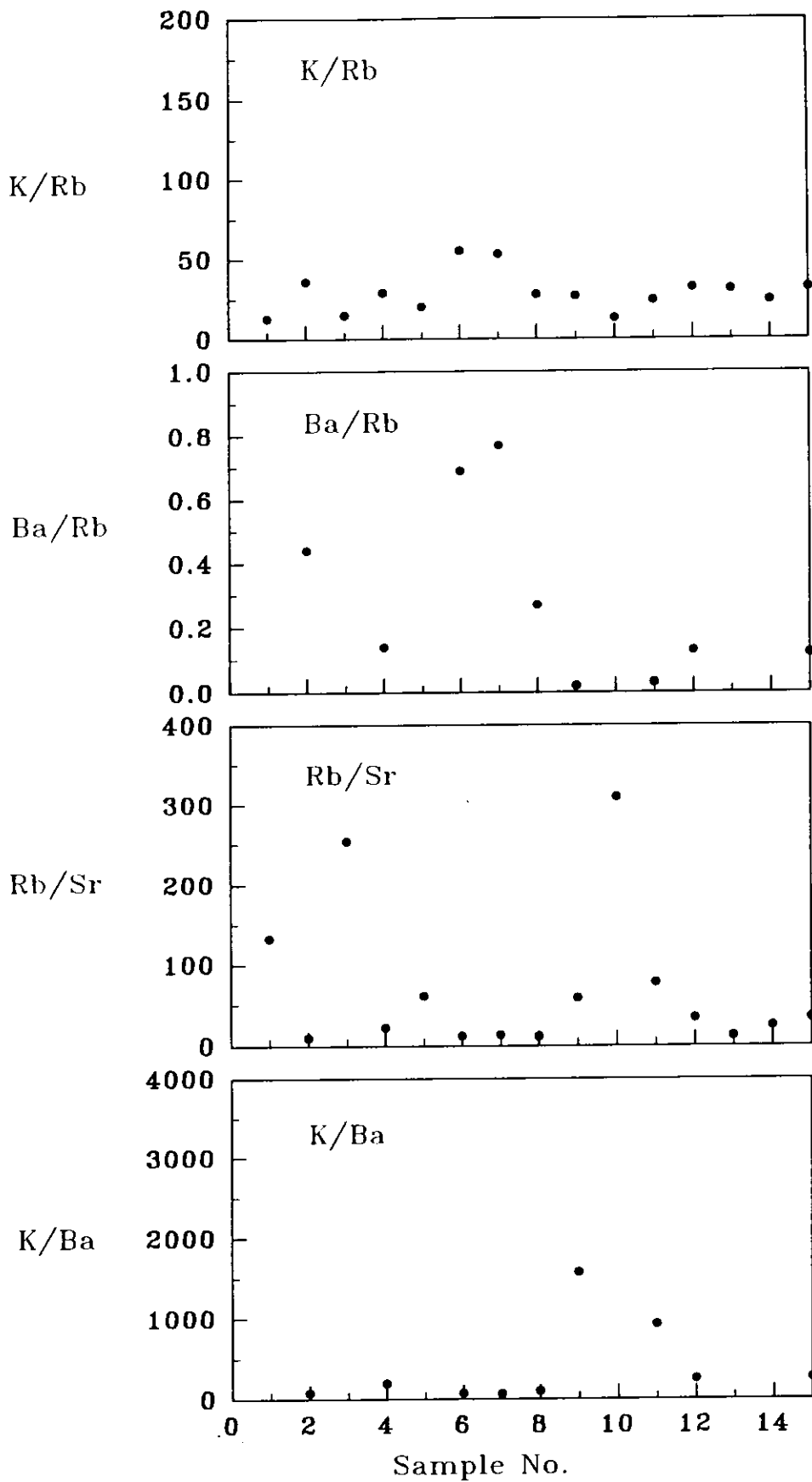
ตารางที่ 6 รูปที่ 2.4.4-6 และรูปที่ 2.4.4-7 แสดงอัตราส่วนของธาตุ K/Rb, Ba/Rb, Rb/Sr, K/Ba และ $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ค่า K/Rb และ Ba/Rb น้อย บอกรถึงมีการเกิดแร่ (mineralization) ในทำนองเดียวกัน ค่า Rb/Sr และ K/Ba มากก็บอกรถึงว่ามีสภาวะการเกิดแร่ ค่า $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ของหินแกรนิตอ่าวเตยดำ 1.29-1.84 น้อยกว่าของหินแกรนิตบ้านคลองใหญ่ ซึ่งมีค่า 2.2-3.04 ค่า $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ของพลูตอนทางใต้ 2.13-3.71 สูงกว่าของพลูตอนทางตะวันตก ซึ่งมีค่า 1.22-2.68 ค่า A/CNK ระหว่าง 1.24-1.77 ซึ่งมากกว่าหนึ่ง จัดว่าเป็นพวก peraluminous granite (shand, 1974) และอยู่ในเกณฑ์ของ S-type granite เพราะว่ามีค่ามากกว่า 1.1 ตาม Chappell and White (1974)

ตารางที่ ๖ แสดงอัตราส่วนของธาตุ K, Rb, Ba, Sr, และ Na ในหินแกรนิตลิว

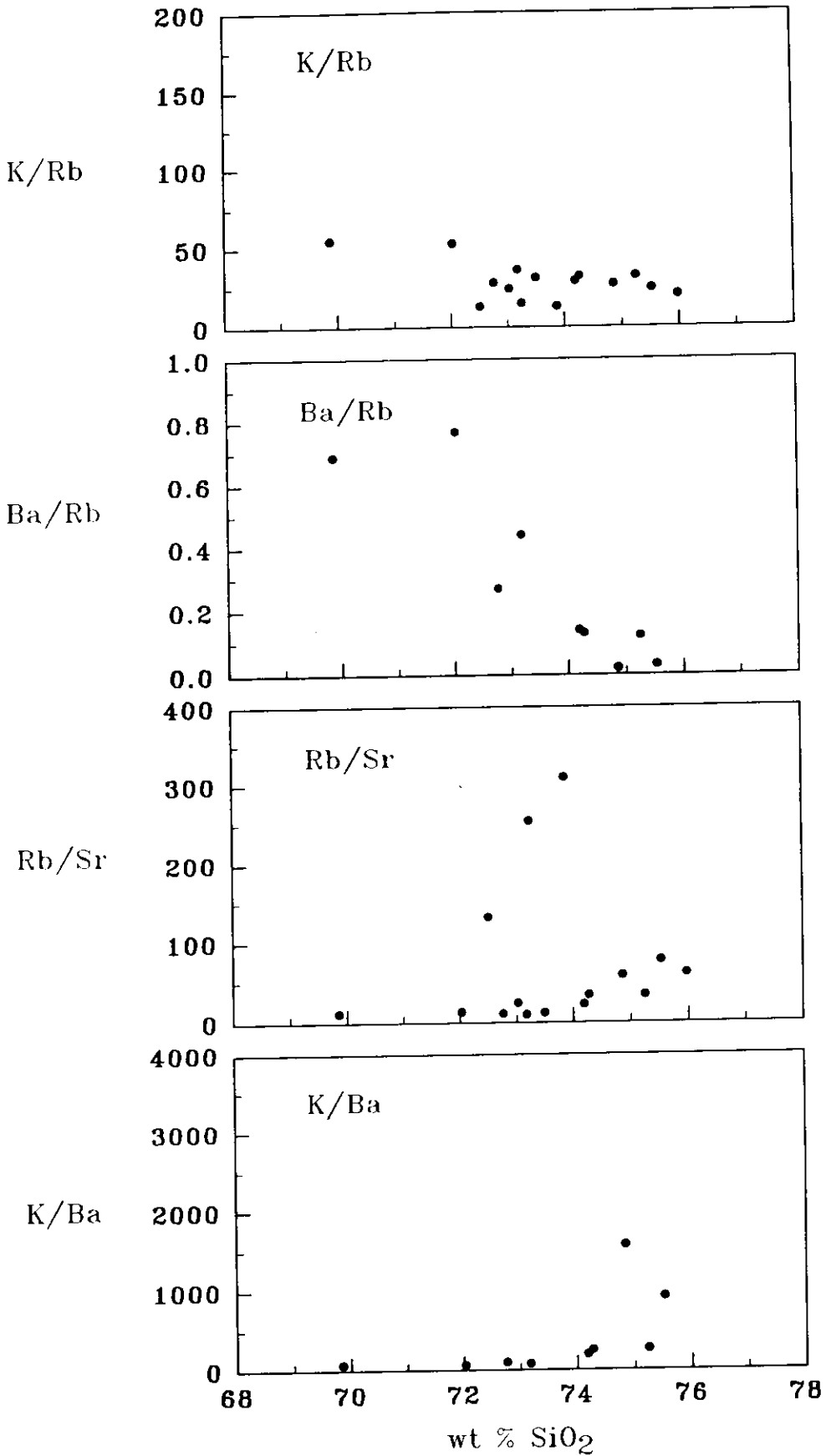
| Sample No. | K/Rb | Ba/Rb | Rb/Sr | K/Ba | K_2O/N_2O | Mol. A/CNK |
|------------|------|-------|-------|-------|-------------|------------|
| 2 | 36 | 0.44 | 10 | 83 | 2.38 | 1.30 |
| 4 | 29 | 0.14 | 22 | 202 | 2.24 | 1.42 |
| 6 | 55 | 0.69 | 12 | 79 | 2.68 | 1.49 |
| 7 | 53 | 0.77 | 13 | 70 | 3.51 | 1.43 |
| 8 | 28 | 0.27 | 11 | 104 | 1.66 | 1.24 |
| 9 | 27 | 0.22 | 58 | 1,577 | 3.71 | 1.77 |
| 10 | 13 | | 309 | | 3.04 | 1.71 |
| 11 | 24 | 0.03 | 77 | 925 | 2.20 | 1.32 |
| 12 | 32 | 0.13 | 34 | 256 | 1.29 | 1.34 |
| 13 | 31 | | 12 | | 1.84 | 1.24 |
| 14 | 24 | | 24 | | 2.13 | 1.63 |
| 15 | 32 | 0.12 | 34 | 268 | 1.22 | 1.30 |

Mol. = molar ; A = Al_2O_3 ; C = CaO ; N = Na_2O ; K = K_2O

N.B. Sample numbers are the same from those as shown in Table 4



รูปที่ 2.4.4-6 แสดงค่า K/Rb, Ba/Rb, Rb/Sr, K/Ba
ในหินแกรนิตลิว



รูปที่ 2.4.4-7 แสดงการแปรผันของ K/Rb, Ba/Rb, Rb/Sr, K/Ba กับ SiO₂

2.5 ธรณีวิทยาโครงสร้าง

2.5.1 รอยคดโค้ง (folds) หมวดหินนาทวีซึ่งมีอายุตั้งแต่ Middle ถึง Late Triassic เกิดการคดโค้ง ทำให้หมู่หินเชิร์ตคดโค้งเกิดลักษณะชั้นหินคดโค้งพับผ้า (isoclinal folds) เช่น ที่ควนกรต (กริด 921,482) โดยมี fold axis แนว N.200° มุมเท 90°NW. และชั้นหินคดโค้งนอนทับ (recumbent folds) ที่บ้านลุมพินี (กริด 056,654) โดยมี fold axis แนว N.65° ขนาดของรอยคดโค้งหนึ่งเมตร ส่วนหมู่หินเศษหินเกิดชั้นหินโค้งรูปประทุน (anticlines) และชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย (synclines) แบบอสมมาตร (asymmetrical folds) สลับกัน ลักษณะดังกล่าวพบในรูปของชั้นหินเอียงเท ซึ่งจะไหลล่องข้างทางหลวงหมายเลข 42 ระหว่างอำเภอนาทวี-บ้านลำไพล (รูปที่ 2.5) ตอนปลายยุค Triassic-ต้นยุค Jurassic พลุตอนลิวังตันแทรกขึ้นมา ทำให้แนวชั้นหินที่อยู่รอบๆ เปลี่ยนไปจากเดิม หลังจากเกิดการคดโค้งของชั้นหิน ก็เกิดรอยแยก และรอยเลื่อน ซึ่งเป็นช่องทางให้สายแร่ควอร์ตซ์แทรกขึ้นมาในช่วงปลายการเย็นตัวของพลุตอน รอยแยกและรอยเลื่อน บางแนวอาจเกิดขึ้นก่อนการแทรกของพลุตอน แต่บางแนวอาจเกิดขึ้นขณะที่มีการดันตัว หรือเกิดขึ้น ภายหลังการดันตัวของพลุตอน

2.5.2 รอยแยก (Joint)

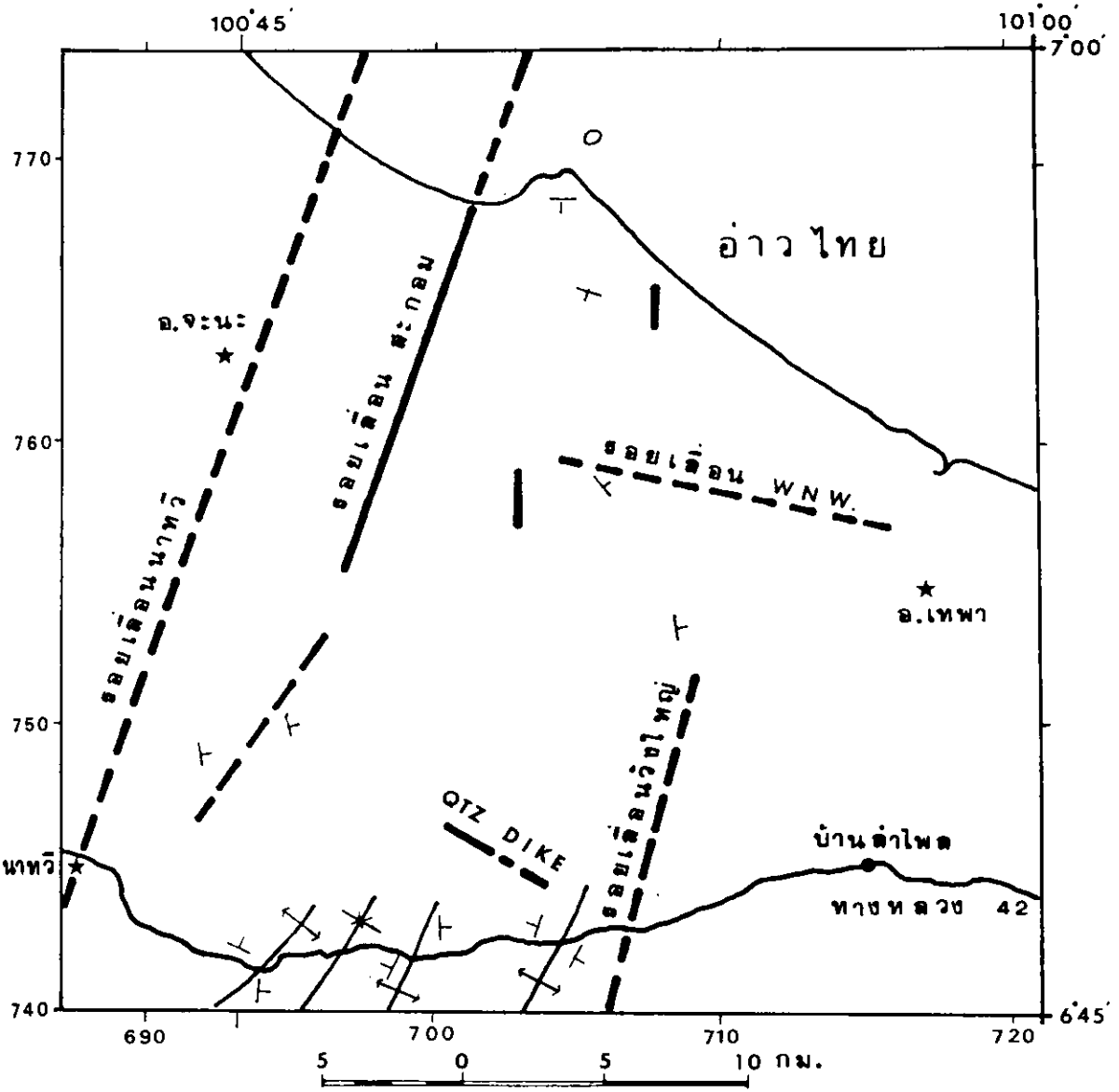
รอยแยกเท่าที่เก็บข้อมูลอย่างหยาบๆ จากจุดที่สำรวจ พบว่ามีแนวโดยประมาณ N.W.,NW. และ E. มุมตั้งแต่ 55°-90° ซึ่งเป็นแนวของสายแร่ควอร์ตซ์ในบริเวณนี้

2.5.3 รอยเลื่อน (fault)

รอยเลื่อนในบริเวณท้าววิจัยมีแนวเด่นอยู่ 3 ทิศทาง คือ NNE., N. และ WNW.

2.5.3.1 รอยเลื่อนทิศทาง NNE. เป็นรอยเลื่อนใหญ่มี 3 บริเวณ ได้แก่

1) **รอยเลื่อนนาทวี** อยู่ทางตะวันตก (ขอบของพื้นที่สำรวจ) พาดผ่านอำเภอนาทวี-ที่ราบลุ่มน้ำนาทวี-อำเภोजะนะ ออกสู่อ่าวไทย รอยเลื่อนนี้อาจเป็นส่วนที่ต่ำเนื่องจากประเทศมาเลเซีย ซึ่งเป็นรอยเลื่อนตามแนวระดับ (strike-slip faults) (Gobbet and other, 1973) เฉพาะในเขตพื้นที่สำรวจ มีความยาวประมาณ 35 กม. รอยเลื่อนนี้อ้างตาม Grant-Mackie and others (1980) มีทิศทางเดียวกับรอยเลื่อน สงขลา-สะเดาที่ Charusiri (1980) รายงานว่ามีการเคลื่อนในตอน Early Cretaceous (ca. 122 Ma)



- ↕ ชั้นหินโค้งรูปประทุน (anticline)
- * ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย (syncline)
- รอยเลื่อน เส้นประ-โคยประมาณหรือที่คาด
- ┆ แนวระดับและการเทของชั้นหิน

รูปที่ 2.5 แผนที่แสดงรอยคคโค้งและรอยเลื่อนใหญ่

2) รอยเลื่อนสะกอม ทางตะวันออกของควนกรด (กริด 935,490) ผ่านตะวันออกของควนลาน (กริด 965,560)-ควนจำศีล (กริด 985,595)-บ้านปากบางเทพา (กริด 021,682) ออกสู่อ่าวไทย ความยาวประมาณ 23 กม. หลักฐานเกี่ยวกับรอยเลื่อนมีดังนี้ ตะวันตกของควนท่าล้อ (กริด 954,505) ชั้นหินแสดงการเลื่อน ตะวันออกของควนจำศีล (กริด 982,597) ชั้นหินถูกบดแตก-บดถึงการเลื่อน บริเวณก่อนถึงบ้านปากบางเทพา (กริด 016,674) มีหินกรวดเหลี่ยมรอยเลื่อน เช่นเดียวกับที่บ้านปากบางเทพา (กริด 022,681)

3) รอยเลื่อนวังใหญ่ ทางตะวันออกของควนหมัก (กริด 060,427) ผ่านบ้านวังใหญ่ (กริด 065,447)-บ้านโล๊ะบอน (กริด 066,469)-บ้านใหม่เหนือ (กริด 068,507) ความยาวประมาณ 15 กม. รอยเลื่อนแนวนี้สรุปจากแนวของชั้นหินทั้ง 2 ฟากของรอยเลื่อนที่มาตัดกัน

2.5.3.2 รอยเลื่อนทิศทาง N-S เป็นรอยเลื่อนขนาดเล็ก พบอยู่ 3 บริเวณ

1) บ้านแจะ (กริด 016,575) รอยเลื่อนที่จุดนี้เป็นรอยเลื่อนย้อน (reverse fault) แนว $N.0^{\circ}$ เท $75^{\circ}E$. หินพื้น ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเลื่อนขึ้น displacement วัดได้ประมาณหนึ่งเมตร พบในชั้นหินเชิร์ตคดโค้ง สลับกับหินทรายเม็ดเล็ก

2) ควนบู่ระ (กริด 077,648) รอยเลื่อนแนว $N.0^{\circ}$ เท $40^{\circ}E$. พบในหินเชิร์ตสลับหินโคลน ชั้นหินเชิร์ตไม่เรียบ-เป็นคลื่น

3) ควนลิวง (กริด 951,487) รอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ (thrust fault) แนว $N.0^{\circ}$ เท $30^{\circ}E$. พบในชั้นหินทรายสลับกับหินดินดาน

2.5.3.3 รอยเลื่อนทิศทาง WNW เป็นรอยเลื่อนที่ผู้สำรวจอ้างขึ้นโดย อาศัยแนวชั้นหินของหมู่หิน ทั้งสองมีแนวตัดกัน เริ่มจากบริเวณบ้านทุ่งเนียด (กริด 104,591) ไปถึงควนวังพัง (กริด 022,631) รอยเลื่อนนี้เป็นรแนวสัมผัสของหมู่หินเชิร์ตซึ่งอยู่ทางเหนือกับหมู่หินเศษหิน ยาวประมาณ 13 กม.

2.5.3.4 รอยเลื่อนทิศทางอื่น นอกจากรอยเลื่อนที่มีทิศทางดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีรอยเลื่อนขนาดเล็ก ที่มีทิศทาง $N.150^{\circ}$ เท $75^{\circ}SW$. ที่บ้านปากบาง (กริด 021,682) $N.350^{\circ}$ เท $45^{\circ}NE$. ที่บ้านพรุหลุมพี (กริด 056,654) $N.278^{\circ}$ เท $80^{\circ}NE$. ที่เหมืองแร่สิริอนันต์ (กริด 954,501) รอยเลื่อนย้อนมุมต่ำที่เหมืองแร่กัจจง (กริด 948,481) $N.5^{\circ}$ เท $40^{\circ}SE$. และ $N.30^{\circ}$ เท $10^{\circ}SE$. เหมืองแร่สทผล (กริด 956,447) $N.260^{\circ}$ เท $45^{\circ}NE$. และที่เหมืองแร่เกาะสะบ้า (กริด 081,539) มีรอยเลื่อนยาว 30-200 ม. แนว $N.310^{\circ}$ - $N.340^{\circ}$ เท 60° - $85^{\circ}NE$.

2.5.3.5 ข้อสังเกต รอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ ในบริเวณนี้จะมีทิศทางประมาณเหนือ-ใต้ เชียงเทไปทาง ตะวันออก-ตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนรอยเลื่อนยาวจะเป็นรอยเลื่อนตามแนวระดับ ซึ่งอยู่ในแนวประมาณ ตะวันออกเฉียงเหนือ