รายงานทางเทคนิค

การศึกษาสารกัมมันตรังสีของหินชนิดต่าง ๆ ในจังหวัดปัตตานี ด้วยรังสีแกมมาสเปกโตรมิเตอร์

พวงทิพย์ แก้วทับทิม[1] สมหมาย ช่างเขียน[2] และ หะหรูม หีมสุหรี [3]

Abstract

Kaewtubtim, P. Changkean, S. and Hemsuree, H.

A study of radioactive elements of various rocks in Pattani Province with gamma ray spectrometer

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2002, 24(1) : 149-157

The radioactivity of the three elements, potassium, uranium and thorium, in rocks of various types in Pattani Province was investigated by using a gamma ray spectrometer. It was found that potassium contents in igneous rocks, sedimentary rocks and metamorphic rocks were 6.29 %, 2.21% and 1.54 % respectively. Uranium equivalent contents in igneous rock, sedimentary rocks and metamorphic rocks were found to be 22.51 ppm, 11.25 ppm and 14.13 ppm, while thorium contents in these rocks were 21.78 ppm, 18.88 ppm and 18.15 ppm respectively. The results obtained were similar to those reported by Pungtip Ranglek (1995)

Department of Science, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Muang, Pattani 94000 Thailand.

[1, 2]วท.ม. (ฟิสิกส์) [3]ศษ.ม. (ศึกษาศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน) ครู ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000

Corresponding e-mail : prangrek@bunga.pn.psu.ac.th

รับต้นฉบับ 12 มีนาคม 2544 รับลงพิมพ์ 13 ตุลาคม 2544

for igneous rock at Liwong Pluton site in Thepha, Na Thawi, Chana and Saba Yoi Districts, Songkhla Province, and were about six times higher than those reported by Kittichai Wattananikorn (1994) for igneous rock in the northern part of Thailand.

Key words : radioactive elements, gammaray spectrometer, rock

บทคัดย่อ

พวงทิพย์ แก้วทับทิม สมหมาย ช่างเขียน และ หะหรูม หีมสุหรี

การศึกษาสารกัมมันตรังสีของหินชนิดต่าง ๆ ในจังหวัดปัตตานี ด้วยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2545 24(1) : 149-157

จากการศึกษาปริมาณของธาตุกัมมันตรังสีโพแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียมในหินชนิดต่าง ๆ บริเวณจังหวัดปัตตานี ด้วยเครื่องวัดรังสีแกมมา พบว่า ปริมาณของธาตุโพแทสเซียมในหินแกรนิต หินชั้น และหินแปรมีค่า 6.29%, 2.21% และ 1.54% ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณของธาตุยูเรเนียมสมมูลในหินแกรนิต หินชั้น และหินแปรมีค่า 22.51 ppm, 11.25 ppm และ 14.13 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณของธาตุทอเรียมสมมูลในหินทั้งสามดังกล่าวมีค่า 21.78 ppm, 18.88 ppm และ 18.15 ppm ตามลำดับ โดยผลของการศึกษาในครั้งนี้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาโดย พวงทิพย์ (2538) เคยรายงานไว้จากการศึกษาหินแกรนิตบริเวณพลูตอนลิวง อ.เทพา นาทวี จะนะ และสะบ้าย้อย จ.สงขลา ซึ่งปริมาณดังกล่าวสูงกว่าค่าที่ศึกษาได้ในหินแกรนิตบริเวณภาคเหนือ โดย กิตติชัย (2527)

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการนำตัวอย่างหินต่างๆ ได้แก่ หินอัคนี หินชั้นและหินแปร จากตำแหน่งหินโผล่ในบริเวณจังหวัดปัตตานี มาทำการวัดหาปริมาณยูเรเนียม ทอเรียม และโพแทสเซียม โดยใช้รังสีแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ (Gamma-Ray Spectromeer) ปริมาณความเข้มข้นของยูเรเนียม หาได้ทางอ้อมจากการวัด ^{214}Bi ค่าที่ได้นี้จะเรียกว่า equivalent uranium (eU) ปริมาณความเข้มข้นของทอเรียม หาได้ทางอ้อมจากการวัด ^{208}Tl ซึ่งเป็นลูกของ ^{232}Th สำหรับการหาปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมนั้น จะหาจากกัมมันตภาพรังสีของ ^{40}K ซึ่งเป็นไอโซโทปเดียวกับโพแทสเซียมที่แผ่รังสีตามธรรมชาติ

พื้นที่ที่ทำการศึกษาครอบคลุมจังหวัดปัตตานี ซึ่งตั้งอยู่บนฝั่งตะวันออกของภาคใต้ จัดอยู่ใน 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ระหว่างละติจูด $6^{o}32'$ ถึง $6^{o}56'$ เหนือ และลองติจูดที่ $101^{o}01'$ ถึง $19^{o}45'$ตะวันออก

ธรณีวิทยาทั่วไปบริเวณจังหวัดปัตตานี ประกอบด้วยหินอายุแก่สุด คือ ครีเทเชียส ประกอบด้วยหินแกรนิต หินควอรตซ์มอนโซไนต์ หินเพกมาไทต์ หินแอไพต์ และหินทัวมาลีนแกรนิตเนื้อละเอียด ชั้นหินอายุไซลูเรียน-ดิไวเนียน ประกอบด้วย หินปูนตกผลึกใหม่ถึงอ่อน หินควอร์ตไซต์ หินฟิลไลต์ หินซิสต์กึ่งฟิลไลต์ และหินไมกาซีสต์ ชั้นหินอายุคาร์บอนิเฟอรัส แทรกอยู่ในควอเทอร์นารี หินอายุน้อยสุด ได้แก่ หินตะกอนอายุควอเทอร์นารีซึ่งกินเนื้อที่กว้างที่สุด แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือบริเวณตั้งแต่ตอนกลางถึงตอนใต้จะเป็นตะกอนตะพักลุ่มน้ำ ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินและดินแลง สำหรับบริเวณตั้งแต่ตอนกลางถึงชายฝั่งทะเลทางทิศเหนือและทิศตะวันออก แร่ที่สำคัญของ จ.ปัตตานี ได้แก่ แร่ดีบุกและแร่มังกานีส โดยแร่ดีบุกพบที่ ต.บ้านกลาง อ.ปะนาเระ ต.กะดุนัง และ ต.เตราะบอน อ.สายบุรี ส่วนแร่มังกานีส พบที่ ต.ลุโบะยิโร อ.มายอ (Figure 1)

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อหาความเข้มของยูเรเนียม ทอเรียม และโพแทสเซียมของหินชนิดต่างๆ ในจังหวัดปัตตานีเปรียบเทียบระดับกัมมันตภาพรังสีหินแกรนิตกับหินเหล่านั้น และเปรียบเทียบผลจากการศึกษาโดยวิธีวัดกัมมันตภาพรังสีในภาคพื้นดิน กับผลจากการบินสำรวจ

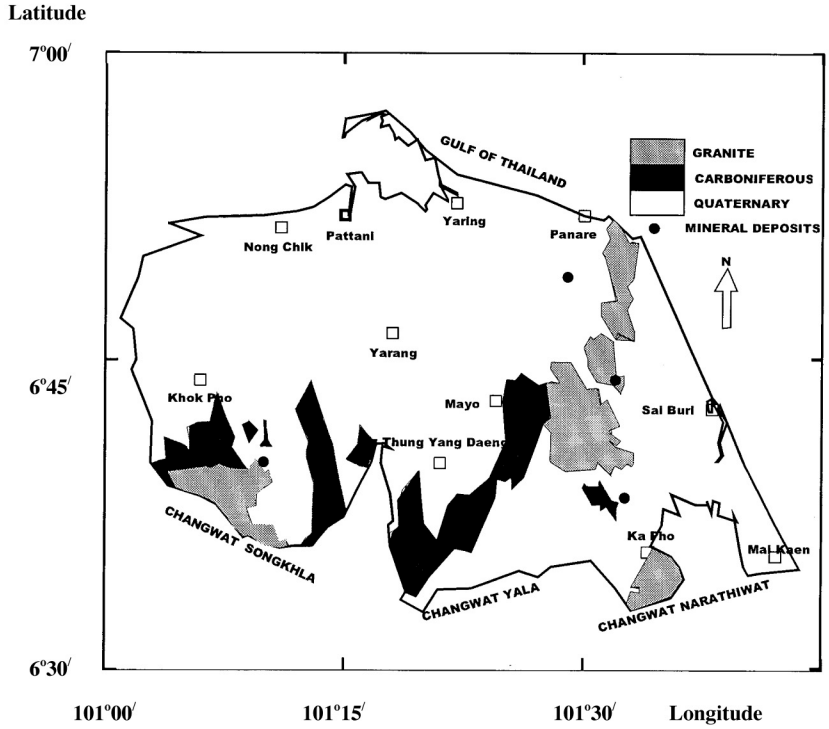

Figure 1. Geological and mineral map of Pattani Province

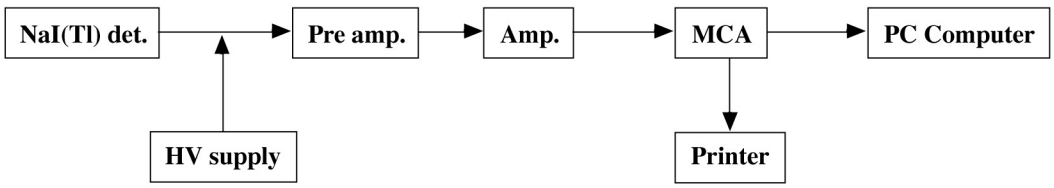

Figure 2. Block diagran

วิธีการศึกษา

1. เก็บตัวอย่างหินสดในแต่ละบริเวณที่มวลหินโผล่

2. บันทึกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างลงบนแผนที่ พร้อมทั้งเขียนรหัสลงบนตัวอย่าง

3. บันทึกสภาพธรณีวิทยาทั่วๆ ไป โดยรอบที่เก็บตัวอย่าง และบันทึกชนิดของหินตัวอย่าง

4. นำหินตัวอย่างมาทำการย่อยและบดให้ละเอียดได้หินผงหนักประมาณ 50-100 กรัม

5. บรรจุหินผงลงกระปุก ปิดฝาให้สนิท นำไปชั่ง เขียนรหัสและน้ำหนักไว้ข้างกล่อง

6. ทิ้งตัวอย่างไว้ประมาณ 1 เดือน เพื่อทำให้เกิดสภาวะสมดุลกัมมันตภาพรังสีของการสลายตัว

7. จัดเตรียมเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมา (gamma-ray spectrometer) ต่อเครื่องวิเคราะห์รังสีแกมมาแบบหลายช่อง (MCA) เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูล ส่วนอีกด้านต่อเข้ากับเครื่องขยายสัญญาณที่ต่อมาจากหัววัดรังสีแกมมาชนิดเรืองแสง ต่อหัววัดเข้ากับแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูง (Figure 2)

8. นำตัวอย่างหินผงไปวางในตำแหน่งหัววัด ปิดฝาหัววัดแล้วตั้งเวลาวัดนาน 18,000 วินาที (5 ชั่วโมง)

9. เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้ ให้บันทึกข้อมูลที่อยู่ใต้ยอด

ที่น่าสนใจ ในที่นี้ต้องการข้อมูลใต้ยอดของโพแทสเซียม (K-40) ยูเรเนียมสมมูล (eU) และทอเรียมสมมูล (eTh) ในการวัดปริมาณโพแทสเซียมใช้ยอดสเปกตรัมที่ระดับพลังงาน 1460.8 keV คือช่อง 335-403 เป็นตัวเปรียบเทียบ พลังงานระดับนี้มาจาก K-40 ที่มีอยู่ในโพแทสเซียมตามธรรมชาติ ในการหาปริมาณยูเรเนียมสมมูลใช้ยอดสเปกตรัมที่ระดับพลังงาน 1764.5 keV คือช่วง 513-588 เป็นตัวเปรียบเทียบรังสีแกมมาที่ระดับพลังงานนี้มาจาก ^{214}Bi สำหรับการหาปริมาณทอเรียมสมมูลใช้ยอดสเปกตรัมที่ระดับพลังงาน 2614.47 keV คือช่วง 603-694 เป็นตัวเปรียบเทียบ รังสีแกมมาที่ระดับพลังงานนี้เป็นผลมาจาก ^{208}Tl ซึ่งเป็นลูกของ ^{232}Th จากนั้นบันทึกข้อมูลเป็นจำนวนนับของรังสีไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม PC UTIL ทำเช่นเดียวกันนี้กับตัวอย่างอื่นๆ ทุกตัวอย่าง

10. วัดรังสีจากสารกัมมันตรังสีมาตรฐาน ประกอบด้วยสารกัมมันตรังสี โพแทสเซียม ยูเรเนียม และ ทอเรียม และวัดรังสีภูมิหลัง โดยใช้เวลา 18,000 วินาที เช่นกัน และเก็บ ข้อมูลในช่องเดียวกับของหินตัวอย่าง จากนั้นนำข้อมูลส่วนนี้ไปหักลบข้อมูลของหินตัวอย่างและสารกัมมันตรังสีมาตรฐาน

11. วิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารตัวอย่าง

สมการหาปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียม ในหน่วย (%)

$$Y = 0.092107 \times -0.71770$$

เมื่อ x คือ พื้นที่ใต้พีคสุทธิต่อมวล 1 กรัม
y คือ ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียม

สมการแสดงความเข้มข้นของยูเรเนียมสมมูลในหน่วย (ppm)

$$y = 3.19666x + 0.47302$$

เมื่อ x คือ พื้นที่ใต้พีคสุทธิต่อมวล 1 กรัม
y คือ ปริมาณความเข้มข้นของยูเรเนียมสมมูล

สมการแสดงความเข้มข้นของทอเรียมสมมูลในหน่วย (ppm)

$$y = 1.48283x + 3.44096$$

เมื่อ x คือ พื้นที่ใต้พีคสุทธิต่อมวล 1 กรัม
y คือ ปริมาณความเข้มข้นของทอเรียมสมมูล

12. นำข้อมูลโพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูล และทอเรียมสมมูลที่ได้จากการบินสำรวจ มาเขียนเป็นแผนที่คอนทัวร์ เพื่อนำไปใช้ในการแปลผลข้อมูล

ผลการทดลอง

1. ผลจากการศึกษากัมมันตภาพรังสีจากการบินสำรวจ

จากการศึกษาแผนที่กัมมันตภาพรังสีการบินสำรวจทางอากาศของกรมทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2532 แล้วนำมาซ้อนทับแผนที่ธรณีวิทยาพบว่าปริมาณโพแทสเซียมจะมีค่าสูงบริเวณหินแกรนิต ปริมาณยูเรเนียมสมมูลมีค่าสูงบริเวณหินแกรนิตและบริเวณตะกอนควอเทอร์นารีทางตอนเหนือและตอนกลางของจังหวัดปัตตานี ได้แก่ บริเวณ อ.โคกโพธิ์ อ.หนองจิก อ.ยะรัง และ อ.เมือง แต่ปริมาณทอเรียมสมมูลบริเวณหินแกรนิตมีค่าต่ำ โดยเฉพาะหินแกรนิตที่อยู่ทางด้านตะวันออกของจังหวัด โดยจะมีค่าสูงบริเวณหินตะกอนควอเทอร์นารีบริเวณ อ.โคกโพธิ์ ทางตอนเหนือของ อ.หนองจิก และทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษา (Figure 3, 4, 5)

2. ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียม-สมมูล และทอเรียมสมมูลจากตัวอย่างหิน

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุกัมมันตรังสีในหินชนิดต่างๆ รวมทั้งหมด 43 ตัวอย่าง โดยเป็นหินแกรนิตจำนวน 15 ตัวอย่าง หินชั้นจำนวน 23 ตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยหินทราย 11 ตัวอย่าง และหินดินดาน 12 ตัวอย่าง และหินแปรจำนวน 5 ตัวอย่าง ได้ผลดังตารางที่แสดงข้างล่าง

ผลจากการวิเคราะห์ พบว่าทั้งปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูล และ ทอเรียมสมมูล ในหินแกรนิตที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ใกล้เคียงกับค่าที่เคยรายงานไว้โดย พวงทิพย์ (2538) ซึ่งศึกษาหินแกรนิต บริเวณพลูตอนลิวง อ.เทพา อ.นาทวี อ.จะนะ อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา แต่ค่าที่ได้สูงกว่าค่าที่ได้จากการศึกษาหินแกรนิตอายุครีเทเชียสเหมือนกัน ในภาคเหนือของประเทศไทย โดย กิตติชัย (2527) ประมาณ 2-3 เท่า และสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่รายงาน

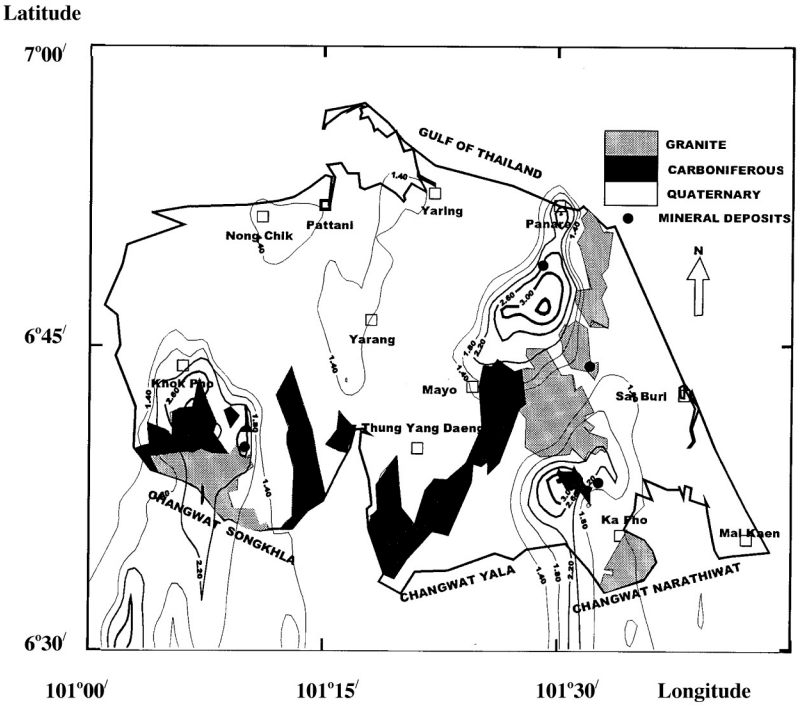

Figure 3. Contoured potassium (%) map from airborne gamma-ray surveys

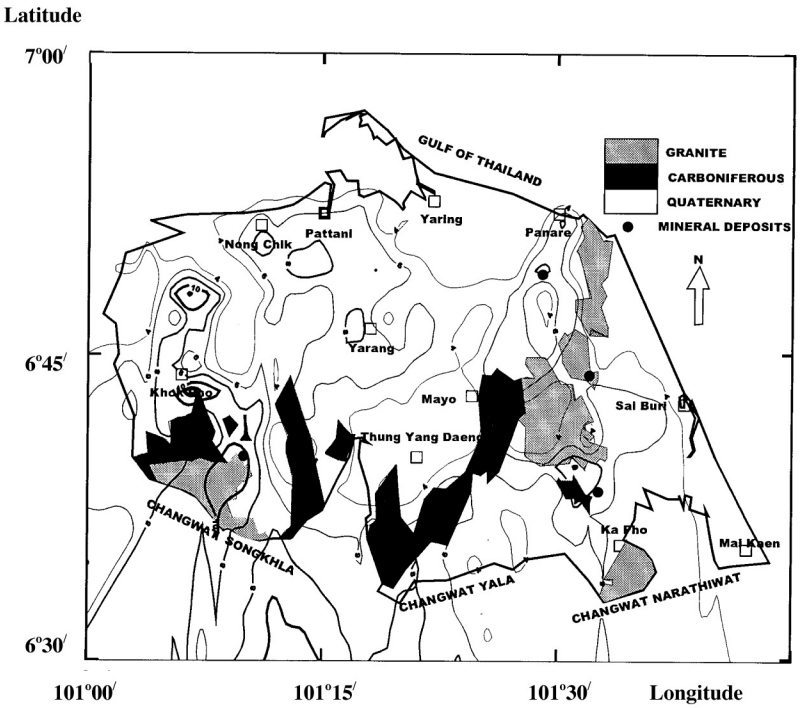

Figure 4. Contoured equivalent uranium (ppm) map from airborne gamma-ray surveys

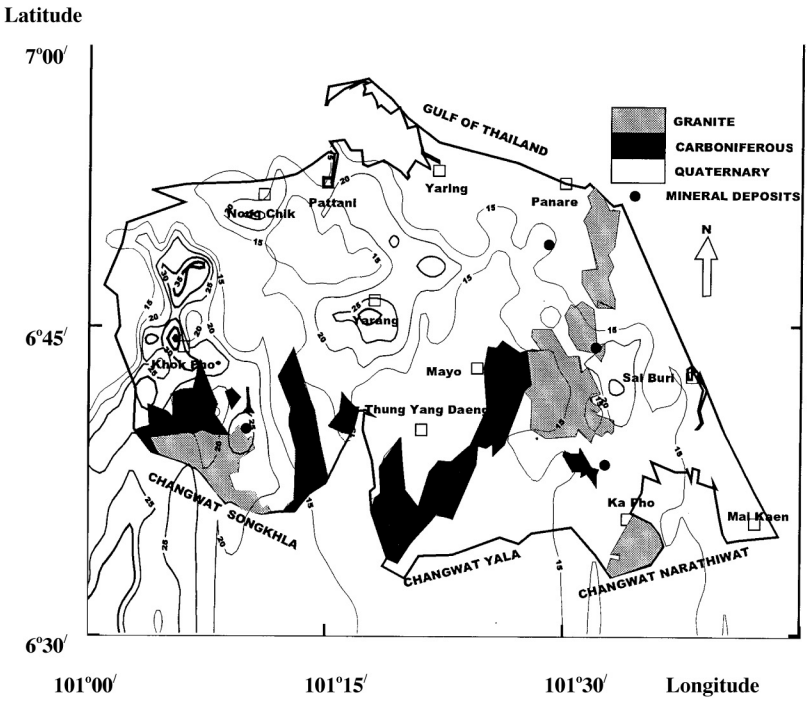

Figure 5. Contoured equivalent thorium (ppm) map from airborne gamma-ray surveys

ไว้ทั่วไปประมาณ 2-5 เท่า โดยค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุกัมมันตรังสีในหินแกรนิตที่รายงานไว้ทั่วไปคือ โพแทสเซียม 3.3-3.8% ยูเรเนียม 4-5 ppm. และทอเรียม 5-15 ppm. (Stacey, 1977 ; Parasnis, 1973; Tel ford, *et. al.*, 1976)

ปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูล และทอเรียมสมมูล เฉลี่ยที่วิเคราะห์ได้ในหินชั้นก็สูงกว่าค่าที่รายงานไว้ทั่วไป นั่นคือ ในหินดินดานมีปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียม และทอเรียม ดังนี้ 2.7%, 3.7 ppm และ 12 ppm ตามลำดับ (Parasnis, 1973; Clark, *et al.*, 1966) สำหรับในหินทราย ปริมาณของโพแทสเซียม ยูเรเนียมและทอเรียมที่รายงานไว้ทั่วไปมีค่า 0.6%, 0.5 ppm และ 1.7 ppm ตามลำดับ (Parasnis, 1973) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ตัวอย่าง p12 ซึ่งเป็นหินทราย และ p18 ซึ่งเป็นหินดินดาน มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ มาก โดยเฉพาะตัวอย่าง p18 นอกจากมีปริมาณโพแทสเซียมสูงมากแล้ว ปริมาณยูเรเนียมก็ยังสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ อีกด้วย

ส่วนปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูล และทอเรียมสมมูล ที่วิเคราะห์ได้ในหินแปร มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.54+0.06%, 14.13+1.05 ppm และ 15.02+0.60 ppm ตามลำดับ ในตัวอย่าง p36 มีปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียมสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ ของหินแปร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการแปรสภาพ อาจจะยังใกล้เคียงกับหินต้นกำเนิด เนื่องจากตัวอย่างหินเป็นลักษณะสายควอรซต์ที่แทรกในหินตะกอน เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา คือบริเวณ อ.โคกโพธิ์ มีปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูลและทอเรียมสมมูลสูงครอบคลุมพื้นที่ทั้งหินตะกอนและหินแกรนิต การสะสมตัวของธาตุกัมมันตรังสีเหล่านี้ในบริเวณใกล้เคียงน่าจะเป็นไปได้ว่าจะมีศักย์ภาพของแหล่งแร่สูง

ได้แสดงคอนทัวร์ของโพแทสเซียมในหน่วย (%) ปริมาณยูเรเนียมสมมูลในหน่วย (ppm) และปริมาณทอเรียมสมมูลในหน่วย (ppm) ที่ได้จากการวิเคราะห์หินตัวอย่าง (Figures 6, 7, 8)

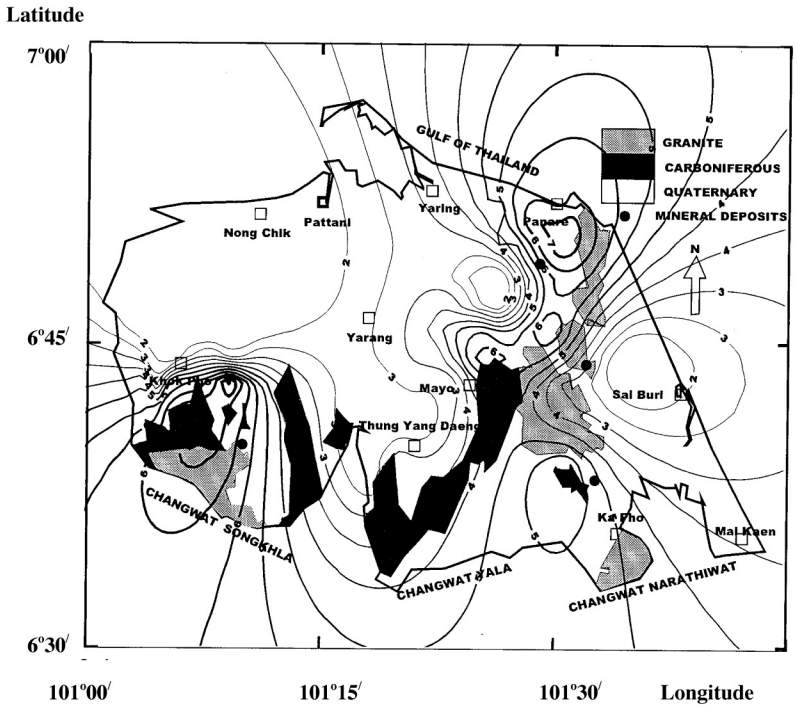

Figure 6. Contoured potassium (%) map from gamma-ray measurement of rock samples

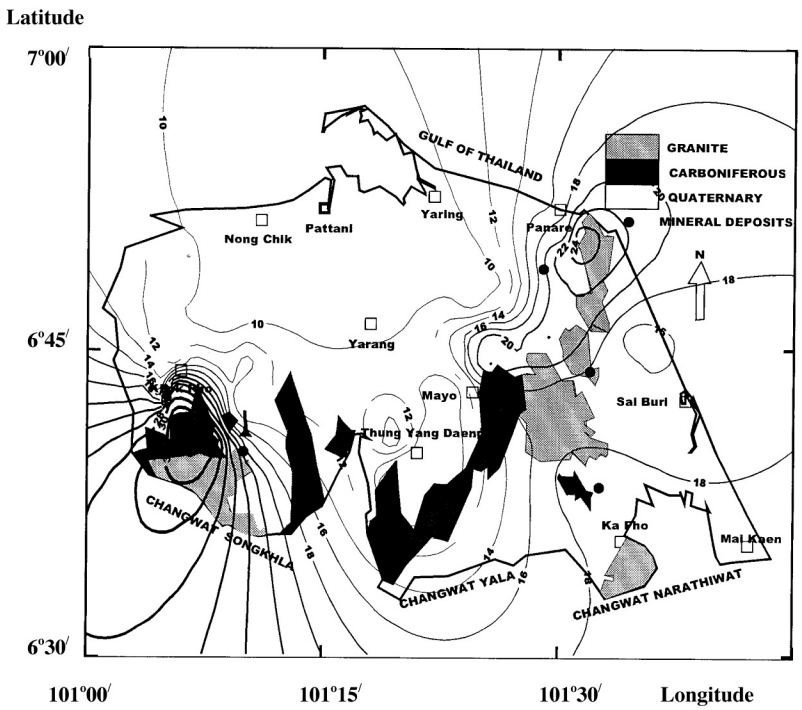

Figure 7. Contoured equivalent uranium (ppm) map from gamma-ray measurement of rock samples

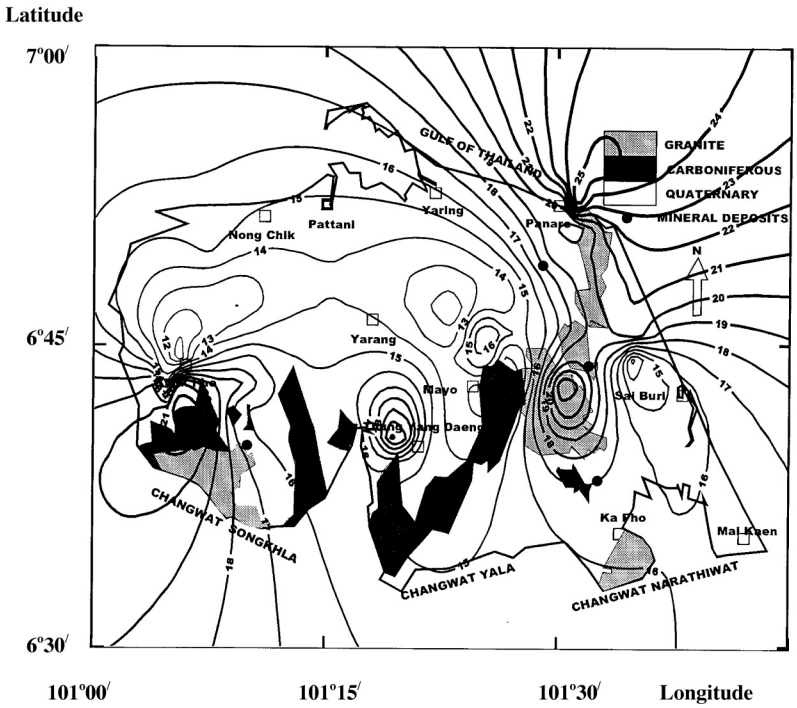

Figure 8. Contoured equivalent thorium (ppm) map from gamma-ray measurement of rock samples

วิจารณ์และสรุปผล

จากการนำตัวอย่างหินชนิดต่างๆ มาวิเคราะห์ พบว่า หินแกรนิตจะมีปริมาณกัมมันตรังสีสูงกว่าหินทราย หินดินดาน และหินแปร นั่นคือในหินแกรนิตมีปริมาณโพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูลและทอเรียมสมมูลเฉลี่ย 6.29%, 22.51 ppm และ 18.64 ppm ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับที่ศึกษาจากหินแกรนิตบริเวณพลูตอนลิวง อ.เทพา อ.นาทวี อ.จะนะ อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา ยกเว้นหินดินดานตัวอย่าง P18 ที่เก็บจากทางด้านตะวันออกของอำเภอมายอ ที่มีค่าโพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูลและทอเรียมสมมูลสูงเท่ากับในหินแกรนิต เนื่องจากตำแหน่งดังกล่าว อยู่ใกล้ๆ กับหินแกรนิตและมีรอยเลื่อนของชั้นหินดังนั้นเป็นไปได้ว่าธาตุกัมมันตรังสีจะแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกนี้ อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ในภาคพื้นดินครั้งนี้ให้ผลสอดคล้องกับผลจากการบินสำรวจ นั่นคือบริเวณที่มีปริมาณกัมมันตภาพรังสี โพแทสเซียม ยูเรเนียมสมมูลและทอเรียมสมมูลสูงอยู่บริเวณที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เป็นหินแกรนิต ซึ่งได้แก่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้และทางด้านตะวันออกของจังหวัดปัตตานี นอกจากนี้บริเวณหินชั้นซึ่งอยู่ทางตอนล่างของ อ.ทุ่งยางแดง พบว่า มีปริมาณทอเรียมสมมูลสูงเช่นเดียวกัน สรุปได้ว่าบริเวณต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นมีศักยภาพทางแร่สูง

เอกสารอ้างอิง

กิตติชัย วัฒนานิกร. 2527. การศึกษาสารกัมมันตรังสีอย่างเป็นระบบในหินชนิดต่างๆ ในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

พวงทิพย์ ร่างเล็ก. 2538. การศึกษาพลูตอนลิวงจังหวัดสงขลาด้วยวิธีธรณีฟิสิกส์. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

Brookings, D.G. 1982. Potassium, uranium, thorium radiogenic heat contribution to heat flow in the precambrian and younger silicic rocks of the Zuni and Florida mountains, New Mexico (U.S.A.), Journal of Volcanology and Geothermal Research, 13, 189-197.

Clark Jr., S.P., Peterman, Z.E., and Heier, S.K. 1966.

Abundances of uranium, thorium and potassium in Handbook of physical constants, Geol. Soc. Am., Mem., No.97, rev. ed., 521-541.

Miller, T.P., and Bunker, C.M. 1976. A reconnaissance study of the uranium and thorium contents of plutonic rocks of the southeastern Seward Peninsula, Alaska, Jour. Research U.S. Geol. Survey, 4, 367-377.

Parasnis, D.S. 1973. Mining Geophysics, Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 395 p.

Sharma, P.V. 1976. Geophysical Methods in Geology, Elseveir, New York, 357 p.

Stacey, F.D. 1977. Physics of the Earth, John Wiley and Sons, New York, 414 p.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., and Keys, D.A. 1976. Applied Geophysics, Cambridge University Press, London, 860 p.

Thienprasert, A., Surinkum, A., and Matsubayashi , O. 1980. Preliminary study of heat generation in Thailand, Proceedings of the seventeenth session of the CCOP, 4-17 November 1980, Bangkok, Thailand, 425-433.

Tilling, R.I., and Gottfried, D. 1969. Distribution of thorium, uranium, and potassium in igneous rocks of the Boulder Batholith Region, Montana, and its bearing on radiogenic heat production and heat flow, U.S., Surv. Prof. Pap. 614-E, 29 p.

Tulyatid, J. 1992. “Airborne radiometric data interpretation as an aid to granitic Terrain mapping : A Case study for Hua Hin-Pran Buri Area, south Central Thailand”, In Procedding of National Conference on Geologic Resources of Thailand: Potential for future development , p.86-104. Piancharoen, C. Bangkok : Department of Mineral Resources.