

บทที่ 2

ข้อมูลพื้นฐานของตัวอย่างที่ทำการศึกษา และการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

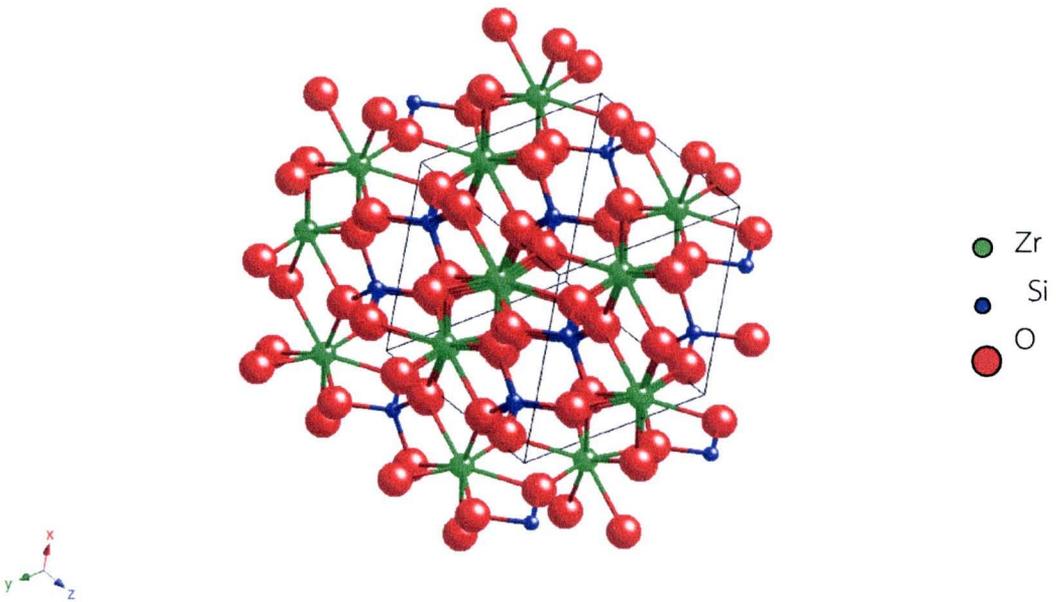
2.1 เพทาย (Zircon)

เพทาย (Zircon; $ZrSiO_4$) เป็นอัญมณีที่มีหลากหลายสี โดยมีเฉดสีที่พบ เช่น ใสไร้สี สีเหลือง สีแดง สีนํ้าตาล สีเขียว และสีฟ้า เป็นต้น ส่วนใหญ่เพทายสีฟ้ามักเกิดจากการปรับปรุงคุณภาพพลอยเพทายสีนํ้าตาลด้วยความร้อน โดยแหล่งเพทายที่สามารถนำมาใช้เป็นอัญมณี ที่สำคัญ เช่น ประเทศไทย กัมพูชา เวียดนาม ศรีลังกา พม่า เป็นต้น

2.1.1 สมบัติทางกายภาพของเพทาย

องค์ประกอบทางเคมี (chemical composition):	$ZrSiO_4$
ระบบผลึก (crystal system):	tetragonal
ค่าดัชนีหักเห (refractive index; RI):	high type: 1.925 – 1.984 (± 0.040) medium type: 1.875 – 1.905 (± 0.030) low type: 1.810 – 1.814 (± 0.030)
ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity; SG):	3.90 – 4.73
ความแข็ง (Hardness):	7 - 7.5 (Mohs' scale of hardness)
สาเหตุการเกิดสี (cause of colour):	ศูนย์กลางการเกิดสี (colour centre)

โครงสร้างของเพทาย (รูปที่ 2.1) เป็นแบบ nesosilicate (orthosilicate) อยู่ในระบบผลึกเตตระโกนอล (tetragonal) โดยมีอัตราส่วนระหว่างแกน c ต่อ แกน a ที่ 0.906 ภายในโครงสร้างประกอบด้วย ZrO_8 polyhedra เรียงตัวตามแกน c ล้อมรอบด้วย SiO_4 tetrahedra แคตไอออนหลักของเพทายคือ Zr^{4+} มีขนาด 0.84 Å มักพบธาตุ Hf^{4+} ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับ Zr^{4+} (ขนาด 0.83 Å) แทนที่ Zr^{4+} ในโครงสร้างประมาณ 0.5-4% นอกจากนี้ มักพบธาตุกัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียม (U) และทอเรียม (Th) ซึ่งมีขนาดประมาณ 1.00 Å และ 1.05 Å ตามลำดับ (Harley and Kelly, 2007) ซึ่งสามารถเข้าไปแทนที่ Zr^{4+} ในโครงสร้างได้เช่นเดียวกัน โดยธาตุกัมมันตรังสีที่อยู่ในโครงสร้างเหล่านี้สามารถแผ่รังสี (self-irradiation) ในรูปของอนุภาค alpha (α), beta (β) และ gamma (γ) การแผ่รังสีนี้ส่งผลให้เกิดการทำลายโครงสร้างผลึกของเพทาย มีผลให้เกิดการแปรสภาพเป็นผลึกอสัณฐาน (amorphous) ในรูปของ ZrO_2 และ SiO_2 กระบวนการนี้เรียกว่า metamictization และเรียกเพทายนี้ว่า metamict zircon (Webster, 1994 และ Zhang et al., 2000)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างผลึกของเพทาย

กระบวนการ metamictization ส่งผลกระทบต่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพและเคมีของแร่ เช่น ค่าดัชนีหักเห (refractive index; RI) ของเพทายซึ่งสามารถพบอยู่ในช่วง 1.78-2.01 ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity; SG) อยู่ในช่วง 3.90 - 4.73 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความกระบวนกรในการแปรสภาพเป็นผลึกอสัณฐาน ขึ้นอยู่กับชนิดของเพทาย ซึ่งแบ่งเป็น 3 ชนิดดังกล่าวมาแล้วข้างต้น (low, medium และ high type) โดยแต่ละแหล่งกำเนิดของเพทายจะมีระดับของการเกิดกระบวนการ metamictization ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุกัมมันตรังสีที่ประกอบอยู่ในตัวแร่เพทาย อายุของแร่ และสภาพธรณีวิทยาของหินต้นกำเนิด

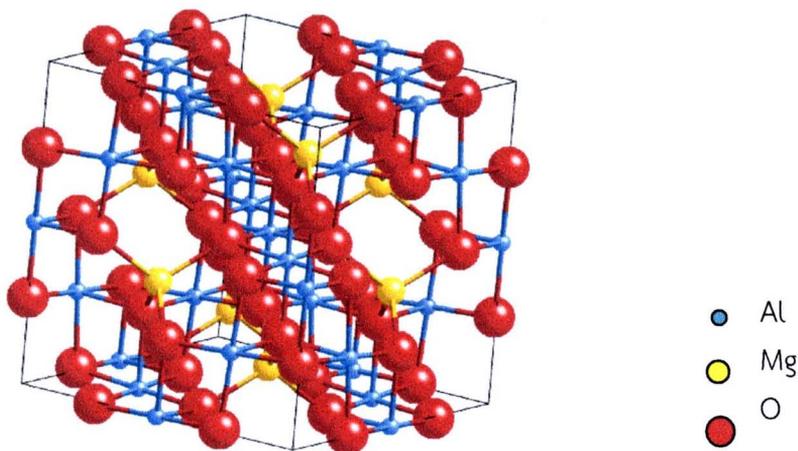
2.2 สปิเนล (spinel)

สปิเนล (Spinel; $MgAl_2O_4$) เป็นแร่ที่มีหลากหลายสี เช่น สีแดง สีชมพู สีน้ำเงิน เป็นต้น ขึ้นอยู่กับ ธาตุร่องรอย (trace elements) ที่เป็นตัวให้สี สำหรับสปิเนลไร้สีนั้นพบได้ยากมาก มักจะพบมีสีชมพูอ่อนปนอยู่ด้วย (Webster, 1994) โครงสร้างผลึกของสปิเนล อยู่ในระบบ Isometric (รูปที่ 2.2)

2.2.1 สมบัติทางกายภาพของสปิเนล

องค์ประกอบทางเคมี (chemical composition):	$MgAl_2O_4$
ระบบผลึก (crystal system):	isometric
ค่าดัชนีหักเห (refractive index; RI):	1.718 (+0.017, -0.008)
ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity; SG):	3.60 (+0.10, -0.03)
ความแข็ง (Hardness; Mohs' scale of hardness):	7.5 – 8.0
สาเหตุการเกิดสี (cause of colour):	น้ำเงิน (blue) – iron, cobalt แดง หรือชมพู (red, pink) – chromium

สปิเนลที่มีสีแดงสดเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากมีสีคล้ายทับทิม ดังนั้น จึงมีการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพสปิเนลด้วยความร้อน เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่พลอย สามารถนำมาใช้แทนทับทิมซึ่งเป็นอัญมณีที่มีราคาแพงได้ แหล่งที่พบ ได้แก่ ในประเทศเวียดนาม พม่า ศรีลังกา เป็นต้น

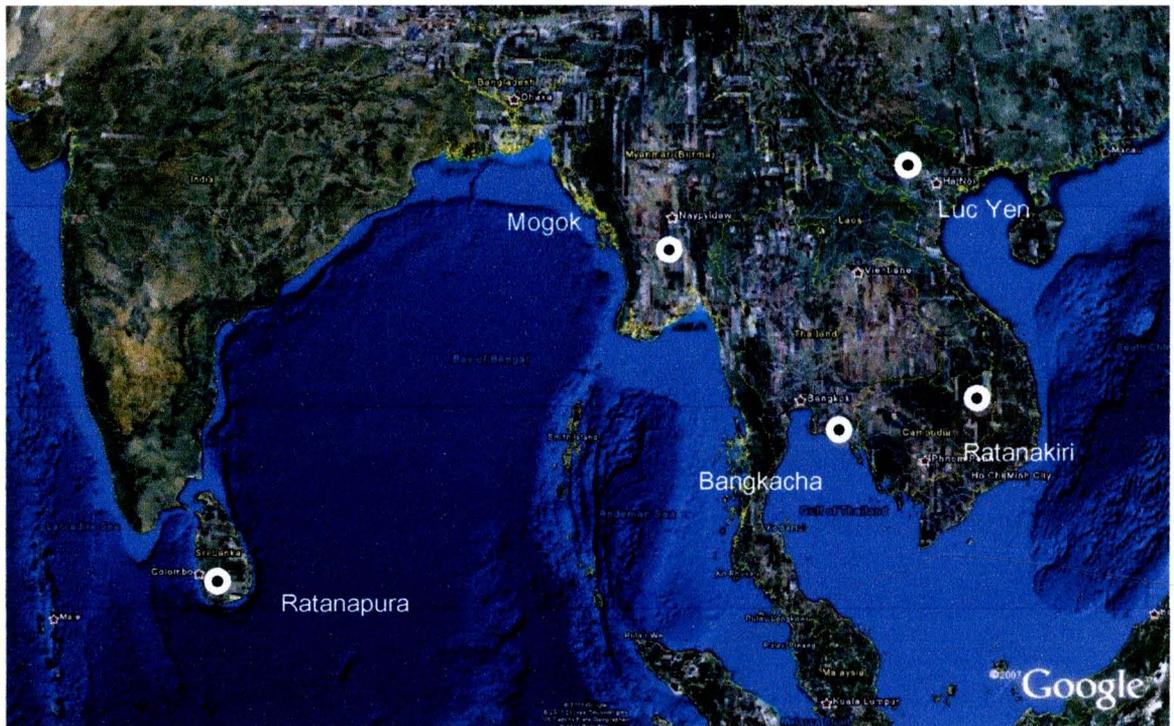


รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแร่สปิเนล

2.3 ธรณีวิทยาแหล่งพลอย

2.3.1 การกระจายตัวของเพทายและสปิเนลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

การกระจายตัวของสปิเนลในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สามารถพบได้ในแหล่งลูกเลน ประเทศเวียดนาม แหล่งโมกก ประเทศพม่า และแหล่งรัตนปุระ ประเทศศรีลังกา และสามารถพบเพทายได้ในแหล่งรัตนคีรี ประเทศกัมพูชา แหล่งรัตนปุระ ประเทศศรีลังกา แหล่งบางกะจะ และแหล่งบ่อพลอย ในประเทศไทย (รูปที่ 2.3) ซึ่งมีรายละเอียดทางธรณีวิทยาของแหล่งสะสมตัวของสปิเนลและเพทายที่สำคัญดังนี้

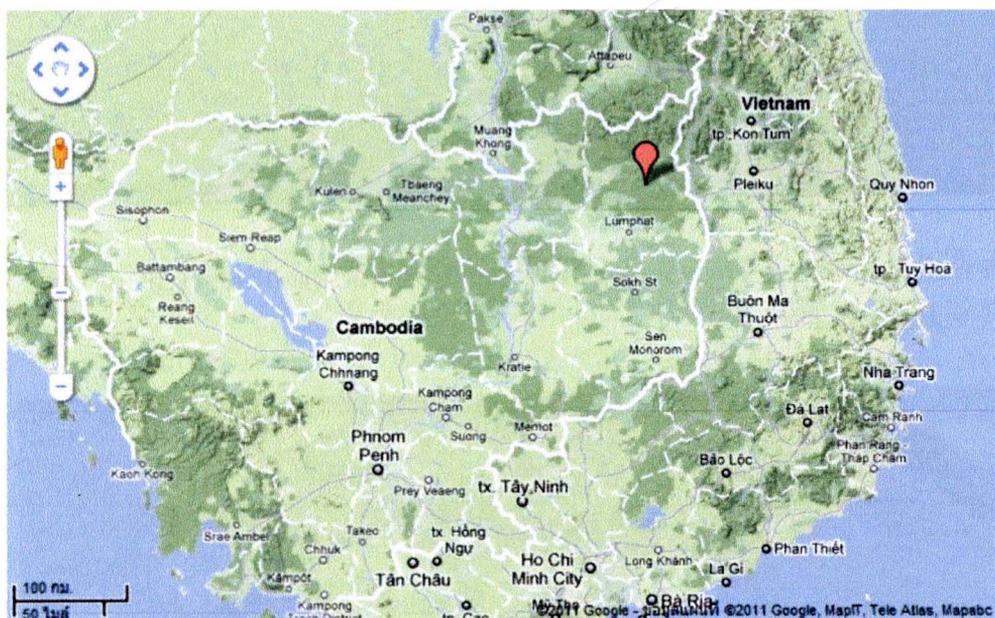


รูปที่ 2.3 การกระจายตัวของแร่สปิเนลและเพทายในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

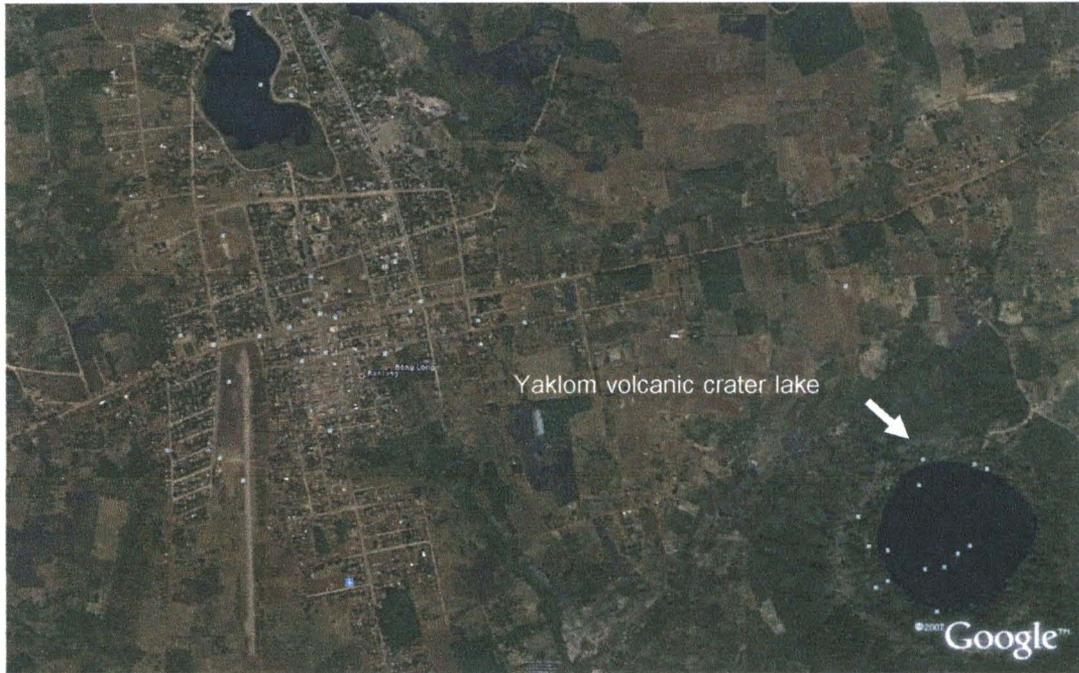
2.3.2 ธรณีวิทยาแหล่งรัตนคีรี ประเทศกัมพูชา

จังหวัดรัตนคีรี ตั้งอยู่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศกัมพูชา ห่างจากกรุงเทพมหานครเป็นระยะทาง 588 กิโลเมตร (รูปที่ 2.4) ธรณีวิทยาของจังหวัดรัตนคีรีประกอบด้วยหินท้องถิ่น (country rock) หลายชนิด มีอายุตั้งแต่ Proterozoic (ในช่วง 2500 Ma ถึง 542.0 ± 1.0 Ma (million years ago) ถึง Paleozoic (ในช่วง 542 ถึง 251 Ma) ในบริเวณนี้จะมีหินภูเขาไฟ อายุประมาณ Pliocene (ในช่วง 5.332 million ถึง 2.588 million years before present) ถึง Pleistocene (ในช่วง 2,588,000 ถึง 12,000 years before present) จำพวก tholeiitic basalt (หินบะซอลต์ที่มีปริมาณซิลิกาและโซเดียมต่ำ) แทรกผ่านและปกคลุมหินท้องถิ่น (Country Rock)

ชุดหินลำดับสุดท้ายเป็นหินภูเขาไฟจำพวก alkaline basalt มีอายุน้อยที่สุด แทรกตัวขึ้นมาบนพื้นผิวเป็นลำดับสุดท้าย และกระจายตัวปกคลุมชั้นหินทั้งหมด หินภูเขาไฟชุดนี้สามารถพบปากปล่องภูเขาไฟเก่า (Yaklom volcanic crater; Yaklom = volcanic lake) ได้ในอำเภอบานลุง จังหวัดรัตนคีรี (รูปที่ 2.5) โดยในหินภูเขาไฟที่มีอายุอ่อนที่สุดนี้ จะพบแร่สปิเนลสีดำหรือนิล ไพรอกซีน คอร์รันดัม และแร่เพทาย เป็นผลึกแปลกปลอม (xenocryst) (รูปที่ 2.6) ในหินชุดนี้ และเนื่องจากภูมิอากาศในบริเวณดังกล่าวมีอากาศแบบร้อนชื้น ทำให้เกิดการพองตัวของหินสูง ส่งผลให้หินบะซอลต์ผุจนเปลี่ยนแปลงสภาพกลายเป็นดิน ทำให้สามารถขุดหาพลอยได้อย่างง่ายดายโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหนัก (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.4 แสดงตำแหน่งของแหล่งรัตนคีรี (marked with a balloon) ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงพนมเปญ (แหล่งที่มา: <http://maps.google.co.th>)



รูปที่ 2.5 พื้นที่อำเภอบานลุง จังหวัดรัตนคีรี ซึ่งมีทะเลสาบปากปล่องภูเขาไฟเก่า (Yaklom หรือ volcanic crater lake)



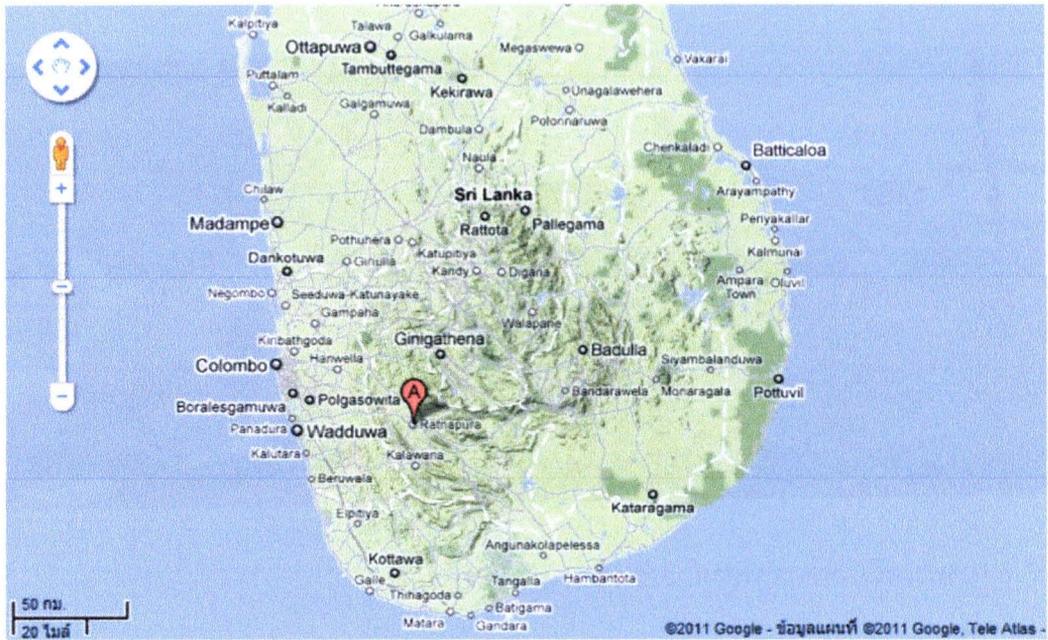
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของผลึกแร่แปลกปลอม (xenocryst) สีดำที่พบขึ้นในหินบะซอลต์ ในพื้นที่บริเวณจังหวัดรัตนคีรี



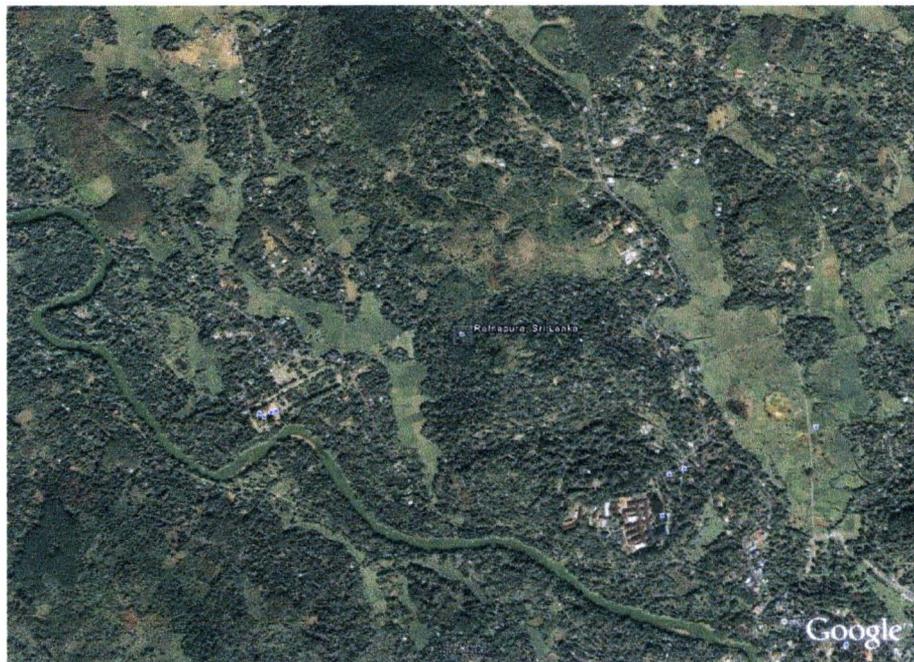
รูปที่ 2.7 การทำหม้อดินในบริเวณจังหวัดรัตนคีรี

2.3.3 ธรณีวิทยาแหล่งพลอยรัตนปุระ ประเทศศรีลังกา

จังหวัดรัตนปุระ ตั้งอยู่ห่างจากกรุงโคลอมโบไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นระยะทาง 103 กิโลเมตร (รูปที่ 2.8) ลักษณะทางธรณีวิทยาของประเทศศรีลังกาเป็นส่วนหนึ่งทางตอนใต้ของอนุทวีปอินเดีย เกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวแยกออกจากกันของแผ่นเปลือกโลกในระดับต้นทำให้เกิดเป็นเกาะศรีลังกาที่หินฐาน (basement rock) ประกอบด้วยหินแปรสภาพระดับสูงอายุพรีแคมเบรียน หินฐานของประเทศศรีลังกาแบ่งออกเป็นหน่วยหิน 3 หน่วย คือ หน่วยหินไฮแลนด์คอมเพล็กซ์ หน่วยหินวานนิคอมเพล็กซ์ และหน่วยหินวิเจยานคอมเพล็กซ์ แหล่งรัตนปุระซึ่งเป็นแหล่งอัญมณีที่มีชื่อเสียงของประเทศ จะมีความสัมพันธ์กับหน่วยหินไฮแลนด์คอมเพล็กซ์ และเนื่องจากแหล่งอัญมณีที่ได้จากแหล่งรัตนปุระมีการฝังของหินสูง จึงมักพบการสะสมตัวของพลอยสีอยู่ร่วมกับตะกอนทางน้ำ โดยในบริเวณดังกล่าวสามารถพบ คอรันด์มัม ครีโซเบริล สปิเนล โทแพซ เซอร์คอน ทัวร์มาลีน การ์เนต และสฟีน เป็นต้น (รูปที่ 2.9)



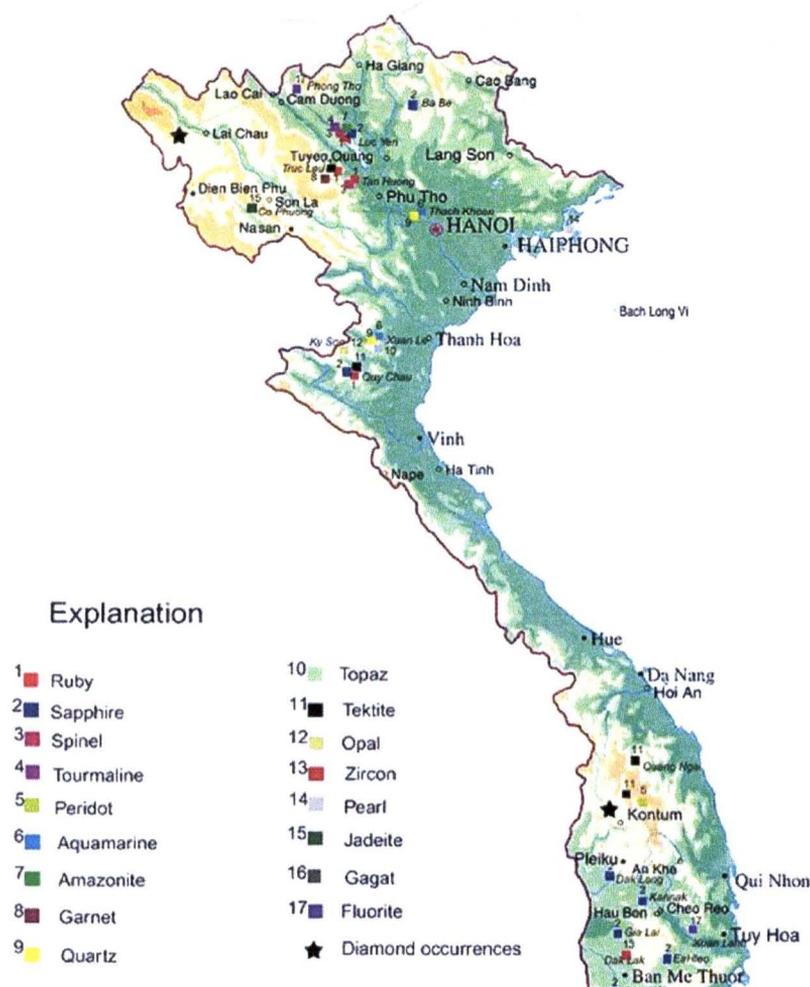
รูปที่ 2.8 แสดงตำแหน่งของแหล่งรัตนปุระ ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของกรุงโคลอมโบ (แหล่งที่มา: <http://maps.google.co.th>)



รูปที่ 2.9 แสดงแหล่งสะสมตัวของอัถุมณีซึ่งมีความสัมพันธ์ร่วมกับการสะสมตัวของตะกอนตามทางน้ำในแหล่งพลอยรัตนปุระ

2.2.4 ธรณีวิทยาแหล่งพลอยลูกเอน ประเทศเวียดนาม

แหล่งลูกเอน จังหวัดเยนไบ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของกรุงฮานอย โดยมีระยะห่างจากกรุงฮานอย 240 กิโลเมตร (รูปที่ 2.10) การสะสมตัวของพลอยในแหล่งลูกเอน จะมีความสัมพันธ์กับเทือกเขาหินแปรที่ผ่านการแปรสภาพในระดับสูง ซึ่งมีแนววางตัวตามแนวตะวันออกเฉียงใต้ ตามแนวรอยเลื่อนเปลือกโลก Ailao Shan – Red River Shear Zone พลอยคอร์ันดัมและสปิเนลที่พบในบริเวณดังกล่าวมักมีความสัมพันธ์กับหินอ่อนที่มีการแปรสภาพต่ำ ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง Upper Proterozoic ถึง Lower Cambrian ในบริเวณ Lo Gam zone โดยสามารถแบ่งชนิดของหินอ่อนที่พบได้ 3 แบบ คือ หินอ่อนที่พบการเกิดผลึกของพลอยคอร์ันดัม หินอ่อนที่พบการเกิดผลึกของแร่สปิเนล และหินอ่อนที่ไม่มีผลึกของคอร์ันดัมและสปิเนล ซึ่งทั้ง 3 แบบสามารถพบได้ใน Day Nui Con Voi metamorphic belt บริเวณ Red River Fault Zone (รูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.10 แสดงตำแหน่งของแหล่งลูกเอน จังหวัดเยนไบ ซึ่งอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของกรุงฮานอย (http://www.palagems.com/gemstones_in_vietnam.htm)

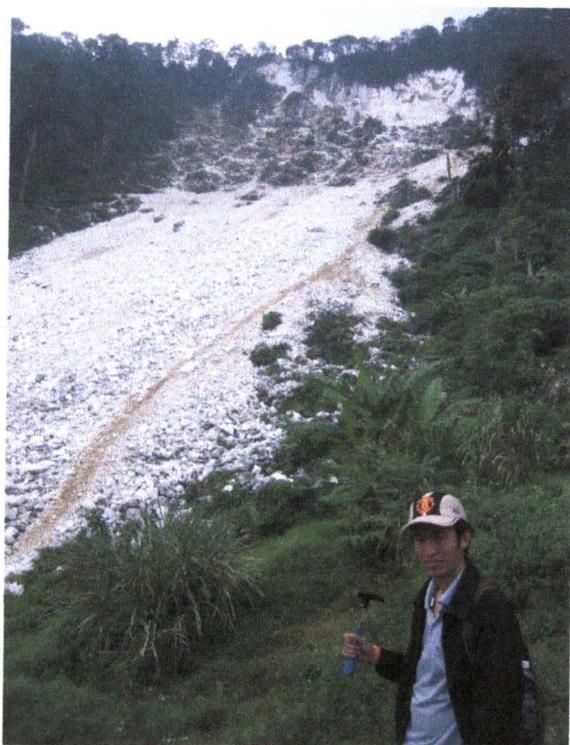


รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะของแนว Red River Fault Zone และแนวระหว่างเทือกเขาซึ่งเป็นแหล่งสะสมตัวของพลอยคอร์ันดัมและสปิเนล

จากการเดินทางไปสำรวจภาคสนามแหล่งพลอยสปิเนล บริเวณตอนเหนือของประเทศเวียดนาม ซึ่งตั้งอยู่ที่เมือง Luc Yen จังหวัด Yen Bai (รูปที่ 2.12 และ 2.13) แร่สปิเนลที่พบในแหล่งนี้ส่วนใหญ่มีสีแดง มักพบสะสมตัวอยู่ร่วมกับทับทิม (ruby) และโกเมน (garnet) ลักษณะการเกิดของแร่สปิเนลแหล่งนี้จัดเป็นการเกิดที่มีความสัมพันธ์กับหินแปร ชนิดหินอ่อน (marble) อันเกิดจากการแปรสภาพแบบสัมผัส (contact metamorphism) โดยมีแร่ประกอบหินได้แก่ clinohumite, forsterite, amphibole, chlorite และ phlogopite นอกจากนี้พบการสะสมตัวของแร่สปิเนลแบบปฐมภูมิแล้วนั้น พบว่าในบริเวณใกล้เคียงมีการสะสมตัวของแร่สปิเนลที่ถูกพัดพามาสะสมตัวในลักษณะตะกอนธารน้ำ เป็นการสะสมตัวในลานแร่ (placer deposit) การสะสมตัวรูปแบบนี้จัดเป็นการสะสมตัวแบบทุติยภูมิ (secondary deposit) ซึ่งแร่สปิเนลที่พบนี้นั้นจะสะสมตัวอยู่ร่วมกับตะกอนกรวดทรายอันเกิดจากการผุพังสลายตัวของหินอ่อนที่เป็นหินต้นกำเนิดนั่นเอง (รูปที่ 2.14) แร่สปิเนลที่พบในลานแร่นี้จะมีขนาดเล็กและใหญ่ปะปนกัน ซึ่งจัดว่ามีการคัดขนาดไม่ดีนัก



รูปที่ 2.12 ลักษณะภูเขาหินอ่อนที่เป็นหินต้นกำเนิดของแร่สปิเนล ทางตอนเหนือของประเทศเวียดนาม



รูปที่ 2.13 แหล่งพลอยสปิเนลภายใน ประเทศเวียดนาม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่..... 28 ก.ย. 2555
เลขทะเบียน..... 246410
เลขเรียกหนังสือ.....



รูปที่ 2.14 แหล่งแร่สปิเนลทุติยภูมิ (secondary deposit) พบมีการสะสมตัวในตะกอนธารน้ำ

2.2.5 ธรณีวิทยาแหล่งพลอย อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย

หินต้นกำเนิดแหล่งพลอยที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรีคือหินบะซอลต์ที่มีอายุ 3-4 ล้านปี (รัก ธรรมชาติ, 2539) เป็นหินบะซอลต์สีดำ สีน้ำตาลดำ เนื้อแน่นละเอียด บางส่วนมีรูของฟองอากาศ เนื้อหินบางส่วนจะพบแร่ผลึกดอกขนาดใหญ่แทรกในเนื้อแร่ละเอียด เช่น แร่ไพโรอกซีน สปิเนล เฟลด์สปาร์ โอลีวิน การ์เน็ต ซอร์คอน

พล เซาซ์ดาร์รงค์ และคณะ (2547) ได้รายงานว่าหินบะซอลต์ในบริเวณบ่อพลอยเป็นหินที่มีปริมาณแอลคาไลน์และโปแตสเซียมสูงน่าจะเกิดจากลาวาในชั้นแมนเทิลที่ไหลแทรกตัวขึ้นมาตามแนวรอยแตกครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้าง ต่อมาเกิดการผุพังจากธรรมชาติ และการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก ทำให้ปัจจุบันมีหินบะซอลต์เหลืออยู่ประมาณครึ่งตารางกิโลเมตรของอำเภอบ่อพลอย ในส่วนของหินบะซอลต์ที่ผุพังบางส่วนก็จะย่อยสลายกลายเป็นดิน ส่วนแร่ที่มีความแข็งแกร่งเช่นพลอยก็จะถูกพัดพาโดยกระบวนการพัดพาของน้ำไปสะสมตัวตามกะสะแร่หรือลานแร่ซึ่งเป็นแหล่งทำเหมืองพลอยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

2.2.6 ธรณีวิทยาแหล่งพลอยบางกะจะ จังหวัดจันทบุรี ประเทศไทย

หินบะซอลต์เป็นที่หินต้นกำเนิดแหล่งพลอยในจังหวัดจันทบุรี สามารถพบได้ทั่วไปเช่นที่เขาลอยแหวน เขาวัว บ้านตกรม บ้านบ่อเวฬุ บ้านบ่ออีแรม บ้านหนองบอน เป็นต้น

จากการศึกษาของ Taylor และ Buravas (1951) ได้รายงานว่าบริเวณเขาพลอยแหวนน่าจะเคยเป็นปากปล่องภูเขาไฟมาก่อน และหินบะซอลต์ที่พบบริเวณบางกะจะน่าจะกำเนิดจากธารลาวาที่ไหลครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 12 ตารางกิโลเมตร ลักษณะทางศิลาวรรณาของหินบะซอลต์ในบริเวณนี้จะมีสีเทาดำ ถึงสีดำ มีรูพรุนที่เกิดจากฟองอากาศ และมักจะพบผลึกแร่เม็ดโตอยู่ปะปนทั่วไปในเนื้อหินที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ธนาวุธ ศิรินาวิน (2524) ได้จัดให้หินบะซอลต์บริเวณนี้เป็นฮาวายไอต์ (Hawaiite) ประกอบไปด้วยผลึกสองขนาด แมกมาต้นกำเนิดเป็นแบบแอลคาไลน์โอสิวีนบะซอลต์ที่หลอมตัวบางส่วนจากแมนเทิล

วีระพงษ์ ตันสุวรรณ และนรรรัตน์ บุญกันภัย (2545) ได้รายงานการสำรวจด้วยการเจาะหินบะซอลต์สามารถจำแนกหินบะซอลต์ได้เป็น 2 ส่วนคือ หินบะซอลต์ส่วนบน และหินบะซอลต์ส่วนล่างโดยอาศัยลักษณะของเนื้อหิน และโครงสร้างพบว่าหินบะซอลต์ตอนล่างจะมีลักษณะเนื้อละเอียดแน่นแข็ง มีสีเทาถึงเทาดำ มีแร่โอลิวีนเป็นผลึกดอก (phenocryst) พบลักษณะช่องว่าง (vasicular) ในเนื้อหินน้อย มีหินกรวดเหลี่ยมปะปนอยู่ ความหนาของชั้นนี้ประมาณ 25 เมตร หินบะซอลต์ตอนบนจะมีลักษณะเนื้อหินละเอียดแน่นแข็ง สีเทาดำ มีรูพรุนในเนื้อหินมากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ภายในรูพรุนมักจะพบแร่ควอตซ์ตกพริกอยู่ ความหนาของชั้นนี้ประมาณ 15 เมตร ในปัจจุบันบะซอลต์ชั้นนี้มีการผุพังและย่อยสลายการเป็นดินสีน้ำตาลแดง (รูปที่ 2.15)

Barr และ Mcdonal (1981) ได้กำหนดอายุหินบะซอลต์ ด้วยวิธี K/Ar ได้ค่าอายุ 0.44 ± 11 ล้านปี ต่อมา Suttirat และคณะ (1994) ได้กำหนดอายุของหินบะซอลต์ที่บริเวณเขาหัว และเขาพลอยแหวนด้วยวิธี $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ได้ค่าอายุ 3 ± 0.19 ล้านปี จากอายุดังกล่าวเป็นหลักฐานยืนยันว่ามีการเกิดของธารลาวาบะซอลต์มาหลายครั้ง



รูปที่ 2.15 การทำเหมืองพลอย ที่บางกะจะ จังหวัดจันทบุรี โดยแหล่งพลอยที่พบจะอยู่ในชั้นตะกอนดินบนหินบะซอลต์ตอนบนที่ผุ ชั้นตะกอนดินในบริเวณแหล่งพลอยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น คือ ตะกอนดินชั้นบนสุดเป็นดินชั้นบนมีสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้มเป็นดินตะกอนที่เกิดจากทางน้ำบนบกพัดพามาทับถม ตะกอนดินชั้นกลางเป็นชั้นดินสีเทาดำ มีซากหอยอยู่เป็นจำนวนมากเป็นตะกอนดินที่พัดพามาจากชายฝั่งทะเลที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล สามารถพบพลอยได้มากในชั้นนี้ และตะกอนดินชั้นล่างสุดเป็นดินสีน้ำตาลแดงคาดว่าน่าจะเกิดจากการผุของหินบะซอลต์ตอนบนสามารถพบพลอยได้บ้าง

2.3 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Nassau, (1994); สุราทิพย์ และคณะ (2547); Kitiphaisalnont (2004); Mungchamnankit et al. (2005) และ Thongnopkun et al. (2007) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพพลอยเพทาย พบว่าเพทายสีน้ำตาลสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน เปลี่ยนเป็นเพทายสีฟ้าหรือไม่มีสีได้ นอกจากนี้ยังได้มีการรายงานถึงการปรับปรุงคุณภาพเพทายสีเขียว ให้เปลี่ยนเป็นสีฟ้า หรือสีเหลืองได้ ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพในกรณีนี้พบได้ไม่บ่อยนัก การเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นในเพทายภายหลังจากการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนนี้เนื่องมาจากการเกิดศูนย์กลางการเกิดสี (colour centre) ที่เปลี่ยนไป (Nassau, 1994)

Webster (1994) รายงานว่าพลอยเพทายที่พบในประเทศศรีลังกาส่วนใหญ่มีเม็ดสีเขียว พบพลอยเพทายสีน้ำตาลอมแดงได้น้อยมาก เมื่อนำพลอยเพทายสีน้ำตาลอมแดงจากศรีลังกา ดังกล่าวมาปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าพลอยเพทายมีสีซีดจางลง จนถึงไร้สี และได้รายงานการปรับปรุงคุณภาพพลอยเพทายสีน้ำตาลแดงจากประเทศเวียดนาม หลังเผา เปลี่ยนเป็นไร้สี สีฟ้า และสีเหลืองทอง ซึ่งเป็นที่นิยมนำมาทำเครื่องประดับ โดยการปรับปรุงคุณภาพ พลอยเพทายด้วยความร้อนนี้ ใช้เตาเผาซึ่งทำจากดินเหนียว และใช้ถ่าน charcoal เป็นเชื้อเพลิง เเผา ใน crucible ปิดฝา จึงมีผลให้สภาวะในภาชนะที่บรรจุนั้นไร้ออกซิเจน (reducing atmosphere) ใช้ เวลาประมาณ 1.5 – 2.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 900 – 1000 °C นอกจากนี้ การปรับปรุง คุณภาพพลอยเพทายด้วยความร้อนในสภาวะมีออกซิเจน (oxidizing atmosphere) อุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 900 °C หลังเผาพลอยเพทายจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง, ไร้สี หรือสีแดง

Thanh et al. (2010) ทดลองเผาพลอยเพทายสีน้ำตาลแดง จากแหล่ง Tay nguyen Highland ประเทศเวียดนาม ในสภาวะ oxidation ที่อุณหภูมิ 600, 800, 1000, 1200 และ 1400 °C คงที่ที่อุณหภูมิสูงสุดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังการเผาในแต่ละอุณหภูมิได้นำพลอยเพทาย ออกมาให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว พบว่าพลอยเพทายมีความใสเพิ่มขึ้น และเปลี่ยนเป็นไร้สี จากการศึกษา โครงสร้างพลอยเพทายซึ่งเปลี่ยนแปลงไปหลังการเผาด้วยวิธี thermoluminescence (TL) พบว่า พลอยเพทายก่อนการเผาแสดง TL glow curve ที่เด่นชัด 2 ตำแหน่ง คือ 130 °C และ 350 °C และ พบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างเนื่องจากการ decomposition ระหว่าง ZrO_2 และ SiO_2 เมื่อเผา พลอยเพทายที่อุณหภูมิ 1000 °C และสังเกตพบกระบวนการตกผลึกใหม่ (re-crystallization) ของ ZrO_2 และ SiO_2 ในพลอยเพทายเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1200 °C ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะสมบูรณ์หยุด การเปลี่ยนแปลงเมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงถึง 1400 °C

Wanthanachaiseang et al. 2010 ทดลองเผาพลอยเพทายสีน้ำตาลจากแหล่งรัตนคีรี ประเทศกัมพูชา หลังการเผาพลอยเพทายเปลี่ยนเป็นสีฟ้า และทำการศึกษารูดกลืนแสงช่วง อินฟราเรด ของพลอยเพทายก่อนเผาเปรียบเทียบกับพลอยเพทายหลังเผา พบว่าพลอยเพทายก่อน เเผาแสดง absorption bands ของ OH stretching ที่ตำแหน่ง 4072 cm^{-1} , 4262 cm^{-1} และ 6668 cm^{-1} ซึ่งเกิดจาก U^{5+} (Zhang et al., 2003) หลังการเผาที่ 1000 °C absorption bands ของ OH stretching ที่ตำแหน่ง 4072 cm^{-1} , 4262 cm^{-1} หายไป และปรากฏ absorption band ของ U^{4+} ที่ ตำแหน่ง 4834 cm^{-1} (Zhang et al., 2003) เพิ่มขึ้น

Thongcham et al. (2010) ศึกษาการเผาพลอยเพทายจากกัมพูชา ที่อุณหภูมิ 600, 700, 800 และ 900 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในสภาวะต่างๆ พบว่าการเผาพลอยเพทายสีน้ำตาล อมแดงในบรรยากาศที่มีออกซิเจน (oxidizing atmosphere) จะสามารถเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือไร้ สีได้ ในขณะที่ทดลองเผาในบรรยากาศไร้ออกซิเจน (reducing atmosphere) พลอยเพทายสีน้ำตาล อมแดงจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้า โดยมีสาเหตุการเกิดสีเนื่องมาจาก U^{4+} ในโครงสร้างผลึก (Mackey et al., 1975 อ้างอิงโดย Thongcham et al., 2010)

Nassau (1994) กล่าวถึง Weigel (1923) ซึ่งมีการรายงานผลการทดลองเผาผลายสปิเนลสีม่วงและชมพูที่อุณหภูมิสูงกว่า 1000 °C พบว่า ผลายสปิเนลเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่มีการเปลี่ยนสีกลับเป็นสีแดงเมื่อเย็นลง ผลายสปิเนลสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีเขียว และสีเหลืองอย่างถาวรเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 900 °C และ 1200 °C ตามลำดับ

Hoang et al. (2001) ได้ทดลองเผาผลายสปิเนลสีชมพู จากแหล่งประเทศเวียดนามเพื่อศึกษาลักษณะทางสเปกโตรสโคปีของสปิเนล ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิช่วง 800 – 920 °C และ Binh et al. (2001) ศึกษา photoluminescence ของผลายสปิเนลธรรมชาติจากแหล่งประเทศเวียดนาม เปรียบเทียบกับสปิเนลที่ผ่านการทดลองปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ในช่วง 770 – 1,000 °C

Sriprasert et al. (2009) ได้ศึกษาและทดลองเผาผลายสปิเนลสีม่วง และสีส้มอมชมพู จากประเทศพม่า ที่อุณหภูมิ 800 – 1,000 °C ในสภาวะออกซิเดชัน (oxidation condition) เพื่อปรับปรุงคุณภาพสีของสปิเนลให้มีสีแดงขึ้น และได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพ สมบัติทางแสง และสเปกโตรสโคปีที่เปลี่ยนแปลงไป หลังการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

Saeseaw et al. (2009) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสปิเนล ด้วยเครื่องมือ Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometer (EDXRF) และสมบัติทางสเปกโตรสโคปี ด้วยเทคนิค photoluminescence (PL) spectroscopy เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างสปิเนลธรรมชาติ สปิเนลที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ และสปิเนลสังเคราะห์ด้วยการบวกรวมการฟลักซ์ (flux-growth)

บุญทวี และคณะ (2552) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพสีโดยการเผาสปิเนลสีแดงแกมม่วง และแดงแกมส้ม ให้เปลี่ยนเป็นสีแดงสดอยู่ที่ 1000 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง