

เพทาย (Zircon)

ดร.ภูวตล วรธนะชัยแสง

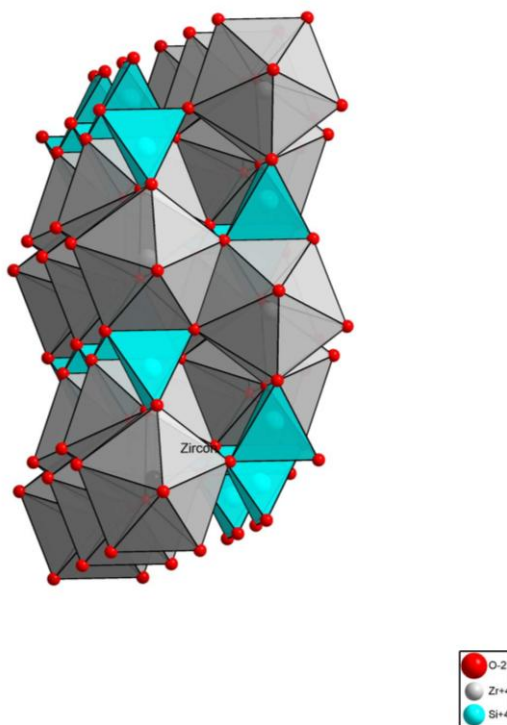
นางสาวจิมประภา โกมล

นางสาวอรุณ ติทธิเวทย์

หน่วยวิจัย การปรับปรุงคุณภาพอัญมณี คณะอัญมณี มหาวิทยาลัยบูรพา

เพทาย (Zircon; $ZrSiO_4$) เป็นชื่อที่ได้จากภาษาอาราบิก Zargoan ซึ่งหมายถึงสีทองและเป็นอัญมณีที่ได้รับความนิยม สามารถพบได้หลากหลายสี เช่น สีไม่มีสี สีเหลือง สีน้ำตาลแดง สีเขียว และสีฟ้า เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่เพทายสีฟ้ามักได้จากการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนโดยใช้เพทายสีน้ำตาลแดง แหล่งเพทายที่สามารถนำมาใช้เป็นอัญมณี ที่สำคัญ เช่น ประเทศไทย กัมพูชา เวียดนาม ศรีลังกา พม่า และแทนซาเนีย เป็นต้น

โครงสร้างของเพทาย (รูปที่ 1) เป็นแบบ nesosilicate (orthosilicate) ในระบบผลึกเตตระโกนอล (tetragonal) โดยมีอัตราส่วนระหว่างแกน c ต่อ แกน a ที่ 0.906 ภายในโครงสร้างประกอบด้วย ZrO_8 polyhedra เรียงตัวตามแกน c ล้อมรอบด้วย independent SiO_4 tetrahedra แคตไอออนหลักของเพทายคือ Zr^{4+} มีขนาด 0.84 Å มักพบธาตุ Hf^{4+} ซึ่งมีขนาด 0.83 Å ใกล้เคียงกับ Zr^{4+} สามารถแทนที่ 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) สามารถเข้าไปแทนที่ 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 1 โครงสร้างผลึกของเพทาย

กระบวนการ metamictization ส่งผลกระทบบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพและเคมีของแร่ เช่น ค่าดัชนีหักเห (refractive index; RI) ของเพทายซึ่งสามารถพบอยู่ในช่วง 1.78-2.01 ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity; SG) อยู่ในช่วง 3.90 - 4.73 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความกระบวนการในการแปรสภาพเป็นผลึกอสัณฐาน ทำให้แบ่งเพทายได้เป็น 3 ชนิด low type (amorphous), intermediate type และ high type (crystalline) จากคุณสมบัติดังกล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ละแหล่งกำเนิดของเพทายจะมีระดับของการเกิดกระบวนการ metamictization ที่แตกต่างกัน โดยขึ้นกับปริมาณธาตุกัมมันตรังสีที่ประกอบอยู่ในตัวแร่เพทาย อายุของแร่ และสภาพธรณีวิทยาของหินต้นกำเนิด

ลักษณะที่ปรากฏ :

- โปร่งใส
- มีสีใสไม่มีสี สีน้ำเงิน สีเหลือง สีเขียว สีน้ำตาล สีส้ม สีแดง และอาจพบสีชมพูอมม่วงได้
- ปรากฏการณ์ทางแสง : ตาแมว (Asterism)

ชนิดและชื่อทางการค้า : เพทายแบ่งออกเป็น high type, intermediate type และ low type (หรืออาจจะเรียกว่า alpha, beta, หรือ gamma type)

- high and intermediate type – มีลักษณะโปร่งใส มีสีใสไม่มีสี สีน้ำเงิน สีเหลืองถึงสีเหลือง-เขียว สีเขียวอมน้ำตาล สีส้มถึงสีน้ำตาล สีน้ำตาลถึงสีแดงอมส้ม
- low (metamict) – สีน้ำตาลถึงสีเขียวอมเหลือง โปร่งใส และมีลักษณะของเนื้อพลอยมีความขุ่น (cloudy) พบในเพทายสีเขียวจากรัตนปุระ ศรีลังกา
- hyacinth หรือ jargon – สีเหลืองอ่อนถึงใสไม่มีสี เป็นเพทายจากประเทศศรีลังกา
- beccarite – เพทายสีเขียว ซึ่งเป็นชนิด low type
- melichrysol – เพทายสีเหลือง
- sparklite – เพทายใสไม่มีสี
- starlite และ stremlite – เพทายสีน้ำเงิน

ชื่ออื่นๆที่ใช้เรียก :

- Matara diamond, Ceylon diamond – ใช้สำหรับเรียกเพทายใสไม่มีสี
- Siam aquamarine – ใช้สำหรับเรียกเพทายสีน้ำเงิน



รูปที่ 2 เพทายสีต่างๆ

การวิเคราะห์ :

Optical Character (ลักษณะทางแสง): Anisotropic uniaxial (+) แต่หากเป็นชนิด low type จะมีลักษณะทางแสงที่เปลี่ยนไปเนื่องจากเสียความเป็นผลึก ไปเป็นอสัณฐาน (amorphous)

ค่าดัชนีหักเหของแสง :

- high type – 1.925-1.984 (\pm .040)
- medium type – 1.875-1.905 (\pm .030)

- low type – 1.810-1.815 ($\pm .030$)

Birefringence: ชนิด high type มีค่า birefringence สูงอยู่ในช่วง 0 ถึง .059 ชนิด low type มักไม่มีค่า birefringence หรือมีน้อยมาก

Dispersion (การกระจายแสง) : Moderate dispersion (0.038-0.039)

Pleochroism (สีแฝด):

- สีน้ำเงิน – แสดงสีแฝดชัดเจน โดยมีสีน้ำเงินและสีเหลืองอมน้ำตาลถึงใสไม่มีสี
- สีเขียว – แสดงสีแฝดอ่อนมากๆ โดยมีสีเขียวและสีเหลือง-เขียว
- สีส้มและสีน้ำตาล – แสดงสีแฝดอ่อนถึงปานกลาง โดยมีสีน้ำตาลอมม่วงและสีเหลืองอมน้ำตาล
- สีแดง – แสดงสีแฝดปานกลาง โดยมีสีม่วงอมแดงและสีน้ำตาลอมม่วง

UV Fluorescence (การเรืองแสงภายใต้หลอดอุตราไวโอเลต):

- สีแดงถึงสีส้ม-แดง – ไม่เรืองแสงถึงเรืองแสงสีเหลืองถึงสีส้มชัดเจน (ในช่วง short wave; 100-280 nm)
- สีเหลืองถึงสีส้ม-เหลือง – ไม่เรืองแสงถึงเรืองแสงสีเหลืองถึงสีส้มปานกลาง (ในช่วง long wave; 315-400 nm และช่วง shot wave)
- สีเขียว – โดยทั่วไปจะไม่เรืองแสง
- สีน้ำเงิน – ไม่เรืองแสงถึงเรืองแสงสีน้ำเงินอ่อนปานกลาง (ในช่วง long wave)
- สีน้ำตาล – ไม่เรืองแสงถึงเรืองแสงสีแดงอ่อนมาก (ในช่วง short wave)

Absorption spectrum (สเปกตรัมการดูดกลืนแสง): เพทายสีเขียวอาจแสดงเส้นและแถบการดูดกลืนถึง 40 ตำแหน่งหรือมากกว่า ขณะที่เพทายสีแดงและสีน้ำตาลไม่แสดงการดูดกลืนแสง เพทายสีน้ำเงินและสีใสไม่มีสีแสดงเส้นการดูดกลืนที่ตำแหน่ง 653.5 นาโนเมตร เพียงตำแหน่งเดียว สำหรับเพทายชนิด low type มักจะแสดงแถบการดูดกลืนแถบเดียว และมีเส้นการดูดกลืนแสงที่คลุมเครือไม่ชัดเจนที่ตำแหน่ง 653.5 นาโนเมตร

สาเหตุการเกิดสี : เกิดจากศูนย์กลางสี และธาตุยูเรเนียม

ค่าความถ่วงจำเพาะ : เปลี่ยนแปลงจาก 3.90 ถึง 4.73 (ค่าความถ่วงจำเพาะจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจากชนิด low type ไปยังชนิด high type)

ความวาวที่ผ่านการเจียรไน : วาวแบบเพชรถึงแบบแก้ว

รอยแตก : แบบก้นหอย

ความวาวของรอยแตก : วาวแบบแก้วถึงกึ่งเพชร

แนวแตกเรียบ : ไม่มี

ลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์ :

- เพทายสีน้ำเงินและสีใสไม่มีสี – ลักษณะของมลทิน minute และ white cottony การเกิด Doubling
- ชนิด low type สีเขียว – โดยทั่วไปแสดง twinning หรือ zoning ที่ชัดเจน และมีลักษณะขุ่น

การปรับปรุงคุณภาพ :

วิธีการ : ให้ความร้อน

ผลที่ได้ : เปลี่ยนเพทายสีน้ำตาลให้มีสีแดง สีส้ม สีเหลือง ใสไม่มีสี หรือสีน้ำเงิน

ความแพร่หลาย: ส่วนใหญ่แล้วเพทายสีฟ้าและสีใสไม่มีสีที่พบในตลาดนั้นล้วนมีการปรับปรุง

คุณภาพด้วยการเผา

การตรวจสอบ : ไม่สามารถตรวจสอบได้

ความเสถียร : โดยทั่วไปมีความเสถียร แต่บางตัวอย่างจะเปลี่ยนกลับเป็นสีเดิมเมื่ออยู่ภายใต้แสงเป็นเวลานาน

การดูแลรักษาเป็นพิเศษ : หลีกเลี่ยงจากการสวมใส่หรือสัมผัสสิ่งขรุขระจนทำให้พลอยเกิดรอยขีดข่วนได้

สิ่งที่ใช้ในการแยก :

แยกเพทายใสไม่มีสีออกจาก

- Synthetic rutile - แยกโดยใช้ ค่าการกระจายแสง สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ดำหนิภายใต้กำลังขยายสูง สีพื้น (อาจจะใช้แยกได้) ค่าความถ่วงจำเพาะ (อาจจะใช้แยกได้)
- Diamond – แยกโดยใช้ doubling ภายใต้กำลังขยายสูง สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ค่าความถ่วงจำเพาะ ทดสอบการนำความร้อน
- Strontium titanate – แยกโดยใช้ doubling ค่าการกระจายแสง สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ดำหนิภายใต้กำลังขยายสูง ค่าความถ่วงจำเพาะ

- CZ - แยกโดยใช้ doubling สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ค่าความถ่วงจำเพาะ ตำนานภายใต้กำลังขยายสูง ค่าการกระจายแสง
- GGG - แยกโดยใช้ doubling สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ค่าความถ่วงจำเพาะ ตำนานภายใต้กำลังขยายสูง
- YAG - แยกโดยใช้ doubling สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ตำนานภายใต้กำลังขยายสูง
- Spessartine garnet - แยกโดยใช้ ลักษณะทางแสง ตำนานภายใต้กำลังขยายสูง สเปกตรัมการดูดกลืนแสง
- Sphene – แยกโดยใช้ ค่าความถ่วงจำเพาะ สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ลักษณะทางแสง
- Synthetic rutite – แยกโดยใช้ doubling ค่าการกระจายแสง ตำนานภายใต้กำลังขยายสูง สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ค่าความถ่วงจำเพาะ
- Andradite – แยกโดยใช้ ลักษณะทางแสง ตำนานภายใต้กำลังขยายสูง สเปกตรัมการดูดกลืนแสง
- Sphalerite - แยกโดยใช้ ลักษณะทางแสง ตำนานภายใต้กำลังขยายสูง แนวแตกเรียบ ค่าการกระจายแสง สเปกตรัมการดูดกลืนแสง

การดูแลรักษาและความทนทาน :

วิธีการรักษาความสะอาด :

- เครื่องอัลตราโซนิก : มีความเสี่ยง
- เครื่อง steamer : มีความเสี่ยง
- ล้างในน้ำสบู่อุ่น : มีความปลอดภัย

ความแข็ง : 6 (ชนิด low type) ถึง 7.5 (ในชนิด high type)

ความเหนียว : สำหรับพลอยที่ผ่านการเผาแล้ว – มีความเหนียวน้อยถึงปานกลาง และพลอยที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ – มีความเหนียวปานกลางถึงดี

ความมีเสถียรภาพ :

- ปฏิกริยาต่อความร้อน : ความร้อนทำให้เพทายชนิด high และ medium type อาจจะเปลี่ยนเป็นสีใสไม่มีสี สีน้ำเงิน สีเหลืองหรือสีแดง
- ความเสถียรต่อแสง : เพทายที่ผ่านการเผาบางตัวอย่างอาจจะเปลี่ยนกลับไปเป็นสีเดิมได้
- ปฏิกริยาต่อสารเคมี : ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี

การตลาด :

การกระจายในตลาด : มีปริมาณจำกัด

ความเป็นที่รู้จักของผู้บริโภค : รู้จักในชื่อของอัญมณีประจำราศีและใช้เลียนแบบเพชร

การตั้งชื่อ : เดือนธันวาคม เวลา 1:00 am

แหล่งที่สำคัญ : กัมพูชา ศรีลังกา พม่า ประเทศอื่นๆ เช่น ออสเตรเลีย ไทย

คำแนะนำในการนำมาใช้ : ควรมีการแจ้งให้ลูกค้าทราบว่าเพทายที่ใสไม่มีสีและสีน้ำเงินส่วนใหญ่แล้วจะผ่านการเผามาแล้วทั้งนั้น และควรระวังไม่ให้สัมผัสสิ่งขรุขระจนทำให้พลอยเกิดรอยขีดข่วน ให้คำแนะนำกับลูกค้าว่าสีของเพทายที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพนั้นอาจจะเปลี่ยนกลับเป็นสีเดิมได้