Thesis Title Spectroscopy of Thai Corundum

Author Mr. Yongyoot Khunkaew

Degree Master of Science (Geology)

Thesis Advisor Assoc. Prof. Dr. Theerapongs Thanasuthipitak

ABSTRACT

Thai corundum deposits are located in Chanthaburi-Trat, Kanchanaburi, Phrae-Sukhothai, Ubon Ratchathani-Si Sa Ket, and Phetchabun provinces. The most productive are those deposits in Chanthaburi-Trat and Kanchanaburi. The deposits in Chanthaburi-Trat and Ubon Ratchathani-Si Sa Ket produce both ruby and sapphire while others produce only sapphire.

More than 100 corundum samples from these deposits were studied using basic gemological instruments and spectroscopic techniques (UV/VIS/NIR, FTIR, Raman, and ED-XRF) to determine characteristic spectra, the relationship between spectrum patterns and chemical composition, as well as causes of the spectral line.

The characteristic features of Thai corundums, such as fluorescence, mineral inclusions, trace element contents, and spectroscopy, are comparable to other documented corundums associated with basalt, and can be used to distinguish from metamorphic corundums.

Most Thai ruby samples are purplish red with UV/VIS/NIR absorption spectra showing a combination absorption of red, due to Cr^{3+} *d-d* transition at 555, 410 and 693 nm, and blue, due to Fe^{2+}/Ti^{4+} IVCT between 550 and 700 nm, and Fe^{3+} *d-d* transition at 376, 388 and 450 nm. Correspondingly the Fe and Ti contents are quite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

high: averaging more than 0.70 wt.% Fe_2O_3 and > 0.05 wt.% TiO_2, when compared with metamorphic rubies.

All Thai blue sapphire samples exhibit low intensity absorption spectra of the crystal field transition (*d-d*) for Fe^{3+} at 376, 388 and 450 nm, and high intensity broad absorption band of Fe^{2+}/Ti^{4+} intervalence charge transfer between 550 and 700 nm. They also show Fe^{2+}/Fe^{3+} intervalence charge transfer absorption band between 870 and 890 nm that are related to the absorption peak of OH in mid-infrared range at 3309 cm^{-1} due to charge compensation process. The trace element contents show higher Fe_2O_3 (0.5-1.7 wt.%) and TiO_2 (0.03-0.1 wt.%) than most metamorphic blue sapphires.

The intensity of corundum's absorption bands is most influenced by the molar absorption coefficient (ε), which is, in turn, governed by electron transition selection rule. The difference in spectrum patterns of the o-ray and e-ray directions is related to IVCT transition, and the ε values involved in this instance, are governed by the corundum crystal structure.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ สเปกโทรสโกปีของคอรันดัมจากประเทศไทย

ผู้เขียน นายยงยุทธ ขันแก้ว

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ธรณีวิทยา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. ธีรพงศ์ ธนสุทธิพิทักษ์

บทคัดย่อ

แหล่งคอรันดัมของประเทศไทยพบที่จังหวัด จันทบุรี-ตราด, กาญจนบุรี, แพร่-สุโขทัย, อุบลราชธานี-ศรีสะเกษ และเพชรบูรณ์ แหล่งผลิตที่สำคัญ คือ จันทบุรี-ตราด และ กาญจนบุรี โดยแหล่งจันทบุรี-ตราด และ อุบลราชธานี-ศรีสะเกษ มีทั้งทับทิมและแซปไฟร์ ในขณะที่แหล่งอื่นพบเฉพาะแซปไฟร์เท่านั้น

คอรันดัมกว่าร้อยตัวอย่างจากแหล่งเหล่านี้นำมาศึกษาโดยเครื่องมือพื้นฐานทางอัญมณีและเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี เช่น ยูวี/วิสิเบิ้ล/เนียร์อินฟาเรด, ฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรด, รามานสเปกโทรสโกปี และเอนเนอยีดิสเพอสิพเอ็กซเรย์ฟลูออเรสเซนส์ เพื่อกำหนดลักษณะเฉพาะของสเปกตรัม และหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบสเปกตรัมกับธาตุองค์ประกอบ พร้อมทั้งสาเหตุการเกิดเส้นสเปกตรัม

ลักษณะเฉพาะของคอรันดัมในการศึกษาครั้งนี้ เช่น การเรืองแสง, แร่มลทิน, ปริมาณธาตุร่องรอย และสเปกโทรสโกปี มีลักษณะคล้ายกับคอรันดัมแหล่งอื่นที่สัมพันธ์กับหินบะซอลต์ และสามารถใช้แยกจากคอรันดัมที่สัมพันธ์กับหินแปรได้

ตัวอย่างทับทิมไทยส่วนใหญ่มีสีแดงอมม่วง แสดงการดูดกลืนแสงที่เป็นผลรวมระหว่างสเปกตรัมของสีแดง ซึ่งเกิดจากการย้ายอิเล็กตรอนภายในอิออนของธาตุโครเมียม แสดงสเปกตรัมที่ตำแหน่ง 555, 410 และ 693 นาโนเมตร และสเปกตรัมสีน้ำเงินซึ่งเกิดจากการถ่ายเทประจุระหว่างเฟอรัสอิออนและไทเทเนียมอิออนในช่วง 500 – 700 นาโนเมตร และการย้ายอิเล็กตรอนภายในเฟอริกอิออน แสดงสเปกตรัมที่ตำแหน่ง 376, 388 และ 450 นาโนเมตร ทำให้ทับทิมไทยมีปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหล็กและไทเทเทียมค่อนข้างสูง กล่าวคือ เหล็กออกไซด์ เฉลี่ยมากกว่า 0.70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และไทเทเนียมออกไซด์ เฉลี่ยสูงกว่า 0.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อเทียบกับทับทิมที่เกิดในแหล่งหินแปร

ตัวอย่างไพลินทั้งหมดจากประเทศไทยแสดงการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ตำแหน่ง 376, 388 และ 450 นาโนเมตรซึ่งมีความเข้มต่ำเกิดจากการย้ายอิเล็กตรอนภายในเฟอริกอิออน ร่วมกับการถ่ายประจุระหว่างเฟอรัสอิออนและไทเทเนียมอิออนในช่วง 500 - 700 นาโนเมตรซึ่งมีความเข้มสูง และการถ่ายประจุระหว่างเฟอรัสอิออนและเฟอริกอิออนในช่วง 870 – 890 นาโนเมตร โดยมีความสัมพันธ์กับการดูดกลืนแสงเลขคลื่นที่ตำแหน่ง 3309 ของพันธะไฮดรอกไซด์ ซึ่งเกิดจากกระบวนการชดเชยประจุ และไพลินไทยมีปริมาณธาตุร่องรอยของเหล็กออกไซด์ (0.5 - 1.7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) และไทเทเนียมออกไซด์ (0.03 – 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) สูงกว่าไพลินส่วนใหญ่ ที่เกิดในแหล่งหินแปร

ความเข้มของแถบดูดกลืนแสงของคอรันดัม ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ดูดกลืนโมลาร์ (ε) เป็นสำคัญ ซึ่งจะมีค่าเป็นไปตามกฎการเลือกว่าจะยอมให้เคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนหรือไม่ ส่วนความแตกต่างของสเปกตรัมที่วัดตามทิศทางตั้งฉากหรือขนานกับแกนแสงของผลึกคอรันดัมจะเกิดกับกระบวนการถ่ายประจุระหว่างอิออนเท่านั้น โดยที่ค่า ε ในกรณีนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางตามโครงสร้างผลึกคอรันดัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved