

คุณสมบัติและแนวทางการพัฒนาวัสดุแร่ในท้องถิ่นใน 6 จังหวัด

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

PROPERTIES AND DEVELOPMENT GUIDELINES OF LOCAL MINERALS

IN 6 NORTHEAST PROVINCES OF THAILAND

วัชรกร วงศ์คำจันทร์^{*1}, ธนาวัฒน์ จุ่มแพ่ง² และ ชาวลิต สิมสวาย³

Watcharagon Wongkamjan^{*1}, Thanawat Jumpeaeng² and Chaowalit Simsuy³

¹คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

²คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

¹Faculty of Liberal Art and Science, Roi-Ed Rajabhat University

²Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University Udon Thani campus

³The Faculty of Industrial Technology, Buriram Rajabhat University

Received: 18 January 2021

Accepted: 29 March 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติวัสดุแร่ที่มีแนวโน้มพัฒนาเป็นวัสดุอุตสาหกรรมในท้องถิ่น ในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดยโสธร จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย และจังหวัดอุดรธานี การสำรวจโดยแบบสอบถามพบว่าข้อมูลวัสดุแร่ในท้องถิ่นมีความจำเป็นในระดับมากถึงมากที่สุดร้อยละ 59.55 ในขณะที่การเข้าถึงข้อมูลวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นอยู่ในระดับน้อยถึงไม่มีเลยร้อยละ 51.91 ส่วนข้อมูลที่เป็นพบว่ามีแนวโน้มการใช้ประโยชน์มีความจำเป็นในระดับมากถึงมากที่สุดร้อยละ 65.51 วัสดุแร่ในท้องถิ่นเป้าหมายประกอบด้วยวัสดุ 6 กลุ่มหลักคือ หินก่อสร้าง หินแก้ว แร่วาไรไซต์ ดินเหนียว หินอุตสาหกรรม และแร่ดินขาว

ในกรณีวัสดุกลุ่มทราย หินแก้ว REGS (ทรายแก้วร้อยเอ็ด) และ BKGS (ทรายแก้วบึงกาฬ) มีลักษณะเป็นทรายเม็ดละเอียดสีขาวใสมีสารมลทินเจือปนอยู่เล็กน้อยแตกต่างจาก

* ผู้ประสาน: วัชรกร วงศ์คำจันทร์

อีเมล: watcharagon@reru.ac.th

ทรายก่อสร้าง YSSA (ทรายยโสธร) BRSA (ทรายบุรีรัมย์) และ NKSA (ทรายหนองคาย) แต่มีแร่หลักคือแร่ควอตซ์ เหมือนกัน ส่วน REVC (แร่วาริสไซต์ร้อยเอ็ด) มีสายแร่เฮกซะโกนอลวาริสไซต์สีขาวเนื้อละเอียดมาก แทรกอยู่ในหินทรายจากแร่ควอตซ์ ในกรณี BRCL (ดินเหนียวบุรีรัมย์) มีลักษณะเป็นดินเหนียวเม็ดดินเนื้อละเอียดมากประกอบด้วยโมโนคลินิคควอตซ์ และไดอะสปอร์ กลุ่มหินอุตสาหกรรม BKSS (หินทรายบึงกาฬ) เป็นหินทรายเม็ดละเอียดสีแดง ประกอบด้วยผลึกควอตซ์แบบเฮกซะโกนอล ที่มีเหล็กออกไซด์เจือปนอยู่ BRBS (หินบะซอลต์บุรีรัมย์) ประกอบด้วยเม็ดผลึกแร่เนื้อละเอียดมากมีแร่แพลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์กับผลึกควอตซ์ บางส่วน ในขณะที่หินปูนอุดรธานี UDLS1 และ UDLS2 มีแร่หลักคือเฮกซะโกนอลแคลไซต์สีเทาและผลึกควอตซ์ แร่ดินขาว UDKL (แร่ดินขาวอุดร) มีลักษณะเป็นแร่ดินเหนียวเม็ดละเอียดที่ประกอบด้วยแร่โมโนคลินิคเมทาฮาโลยไซต์จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปพิจารณาแนวทางในการพัฒนาวัสดุแร่เป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นได้

คำสำคัญ: วัสดุแร่, ทรายแก้ว, แร่วาริสไซต์, ดินขาว

Abstract

This research aimed to study the properties of minerals that may be potentially used for local industrial development in the areas of Roi Et, Yasothon, Buriram, Bueng Kan, Nong Khai and Udon Thani. The results of a questionnaire indicated that the respondents' access to data about minerals in the target areas was at 59.55%, whereas the access to local data was at a lower level at 51.91%. The data concerning application of local minerals was also needed at a higher level at 65.51%. The minerals in the target areas were; sand, glass gaud, variscite, clay, rock and kaolinite.

Roi Et glass sand (REGS) and Bueng Kan Glass Sand (BKGS) were clearly fine grained, which were different from Yasothon Sand (YSSA), Buriram Sand (BRSA), and Nong Khai Sand (NKSA), where quartz was found as their main mineral. White fine Hexagonal Variscite in quartz sandstone was found in REVC

(Roi Et Variscite). Buriram clay (BRCL) contained clay soil with fine monoclinic quartz and had a diasporite microstructure texture. Bueng Kan Sandstone (BKSS) was a red fine sandstone consisting of hexagonal quartz and iron ore. Buriram Basalt (BRBS) was fine-grained mainly and had plagioclase feldspars with other minerals such as quartz crystal. Udon Thani Limestone 1 (UDLS1) and Udon Thani Limestone 2 (UDLS2) were grey hexagonal calcite and quartz. Udon Thani Kaolin (UDKL) was a clay mineral composed of monoclinic meta-halloysite. According to the results of this research, it could be considered a guideline for the development of mineral materials into local products.

Keywords: mineral materials, glass sand, variscite, kaolin

บทนำ

ทรัพยากรแร่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งเพื่อการส่งออกและอุตสาหกรรมภายในประเทศจากข้อมูลในปี พ.ศ. 2560 ปริมาณทรัพยากรแร่ประเทศไทยมีประมาณ 19 ล้านล้านตันเป็นแร่ประมาณ 40 ชนิด (คณะกรรมการนโยบายบริหารจัดการแร่แห่งชาติ, 2561) อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2548 ความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ สำหรับการก่อสร้างมีสูงถึงประมาณ 9.7 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็น 2.2 เท่าของความต้องการในปี พ.ศ. 2544 ถ้าแนวโน้มของการใช้งานยังคงเพิ่มขึ้นคาดว่าจะทรัพยากรจะหมดในอนาคตอันใกล้โดยเฉพาอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) แต่การศึกษาแหล่งวัสดุแร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะในพื้นที่เป้าหมายยังไม่มีการศึกษาศักยภาพในการใช้ประโยชน์ซึ่งจังหวัดร้อยเอ็ดมีแร่ที่สำคัญได้แก่ หินทรายก่อสร้าง เกลือหิน โพแทช และฟอสเฟต ซึ่งมีเนื้อที่รวมกันประมาณ 6,744 ตารางกิโลเมตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2552a) นอกจากนี้ยังพบแร่ฟอสเฟตที่บริเวณบ้านเหล่าขาม ตำบลสีแก้ว อำเภอมือแร่ร้อยเอ็ด (Japakasetr, 1982; Sheldon, 1984) จังหวัดยโสธรมีแหล่งเกลือหินและโพแทช จังหวัดบุรีรัมย์มีพื้นที่แหล่งแร่ทุกชนิดรวม 35 แหล่ง การใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่ของจังหวัดบุรีรัมย์เป็นการใช้หินบะซอลต์เพื่อการก่อสร้าง โดยรองลงมาเป็นทรายก่อสร้างและหินทราย นอกจากนี้ยังมีแหล่งทรัพยากรแร่ที่ยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน คือ ดินอุตสาหกรรม ดินลูกรัง เกลือหิน และโพแทช

จังหวัดบึงกาฬ มีทรัพยากรทรายก่อสร้าง และยังมีทรัพยากรแร่ที่ยังไม่มีการผลิตคือ หินทราย ทรายแก้ว เหล็กหิน และโพแทช จังหวัดหนองคาย มีทรายก่อสร้างที่ผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ในขณะที่ทรัพยากรแร่ที่ยังไม่มีการผลิตคือ แร่ทองแดง แร่เหล็ก เหล็กหิน ทรายแก้ว และโพแทช และจังหวัดอุดรธานี มีทรัพยากรแร่ที่มีมูลค่าสูงหลายชนิด ได้แก่ ถ่านหิน ดินขาว แบไรต์ โพแตช และหินปูน (กรมทรัพยากรธรณี, 2552a, 2552b, 2552c, 2553a 2553b) นอกเหนือจากรายงานแหล่งแร่โดยกรมทรัพยากรธรณีแล้ว ยังไม่มีงานศึกษาใดที่จะทำการ ทดสอบและศึกษาแนวทางในเชิงวัสดุและการประยุกต์ใช้ การวิจัยนี้จึงได้เสนอขึ้นเพื่อศึกษา ศักยภาพและแนวทางการพัฒนาวัสดุแร่ในท้องถิ่นเป้าหมาย

วิธีดำเนินการวิจัย

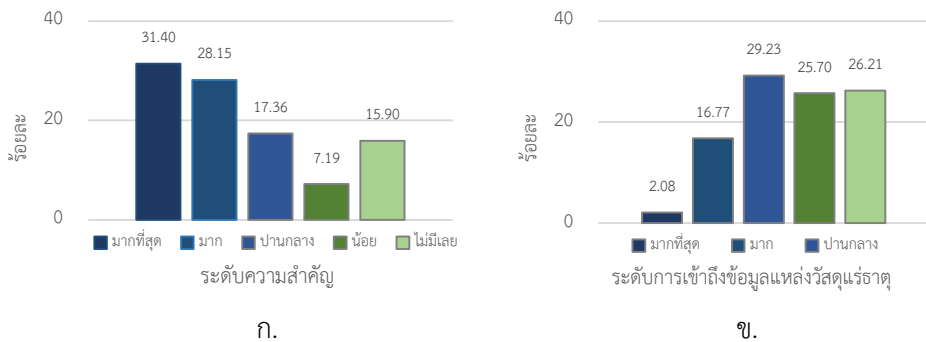
1. ศึกษาเอกสารและออกแบบสำรวจ โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามและความต้องการ ข้อมูลแหล่งวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นเป้าหมายเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวัสดุเพื่อพัฒนาใช้ เป็นวัสดุก่อสร้าง พร้อมทั้งตีกรอบพื้นที่เป้าหมาย
2. ทำการสำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่าง จากข้อมูลการศึกษาเอกสารนำมาวางแผนการสำรวจแหล่งวัตถุดิบที่คาดว่าจะนำมาพัฒนาเป็นวัสดุได้
3. นำมาทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ดประกอบด้วยการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิฟฟราคโตม และศูนย์เครื่องมือ วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการวิเคราะห์การเลี้ยวเบน ของรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer, XRD) กับข้อมูลมาตรฐานระบุชนิดของแร่ (Sarkar et al., 2001; Chatterjee, 2001) จากฐานข้อมูลหลักวิธีการวิเคราะห์ของ (Brill et al., 1939)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

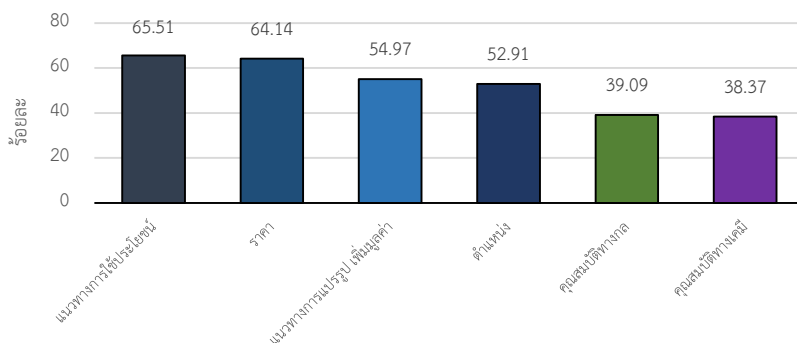
ผลการสำรวจโดยแบบสอบถาม

แบบสำรวจข้อมูลแหล่งวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นของพื้นที่เป้าหมายทุกหน่วยงานบริหาร ส่วนท้องถิ่น ทั้งในระดับจังหวัด ระดับเทศบาล และระดับตำบล พบว่ามีหน่วยงานที่ตอบแบบ สอบถามเป็นจำนวน 242 แห่ง จาก 807 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 29.99 ผลการสำรวจในประเด็น ความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลแหล่งวัสดุก่อสร้างพบว่า ส่วนใหญ่หน่วยงานในท้องถิ่นเห็นว่าข้อมูล แหล่งวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นมีความจำเป็นในระดับมากถึงมากที่สุด รวมกันสูงถึงร้อยละ

59.55 (มากที่สุดร้อยละ 31.40 และมากร้อยละ 28.15) ดังแสดงในที่ 1 ก. ในขณะที่การเข้าถึงข้อมูลวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นกลับอยู่ในระดับน้อยถึงไม่มีเลยรวมกัน ถึงร้อยละ 51.91 ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลในท้องถิ่นในระดับน้อยนี้ส่วนทางกับความต้องการใช้ข้อมูลของหน่วยงานในท้องถิ่นที่อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 1 ข. ในขณะที่ประเด็นข้อมูลวัสดุแร่ที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น พบว่าแนวทางการใช้ประโยชน์มีความจำเป็นสูงที่สุดโดยอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดรวมกัน ร้อยละ 65.51 ข้อมูลที่จำเป็นรองลงมาคือ ราคาของวัสดุ (ร้อยละ 64.14) ในขณะที่ความจำเป็นของข้อมูลด้านคุณสมบัติทางเคมี เป็นข้อมูลที่ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าสำคัญน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลด้านอื่น (ร้อยละ 38.37) ดังแสดงในรูปที่ 2 จากผลสำรวจดังกล่าวการศึกษาจึงเน้นการศึกษาคุณสมบัติเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาวัสดุแร่และแนวทางเพิ่มมูลค่าวัสดุแร่ในท้องถิ่นต่อไป



รูปที่ 1 ผลสำรวจความคิดเห็นของหน่วยงานบริหารส่วนท้องถิ่น ก. ความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลแหล่งวัสดุก่อสร้าง และ ข. ระดับการเข้าถึงข้อมูลวัสดุก่อสร้าง



รูปที่ 2 ความคิดเห็นหน่วยงานส่วนท้องถิ่นต่อข้อมูลวัสดุแร่ที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์

การสำรวจภาคสนาม

จากผลการสำรวจโดยแบบสอบถาม และการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าวัสดุแร่ในท้องถิ่นเป้าหมายประกอบด้วยวัสดุหลักๆ 6 กลุ่มด้วยกันคือ ทรายก่อสร้าง ทรายแก้ว แร่วารีไซต์ ดินเหนียวสำหรับดินเผา หินอุตสาหกรรม และแร่ดินขาว (กรมทรัพยากรธรณี, 2552a, 2552b, 2552c, 2553a 2553b) ดังแสดงในตารางที่ 1 และได้ทำการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 2 ทรายก่อสร้าง ประกอบด้วย YSSA BRSA และ NKSA โดย YSSA เป็นทรายแม่น้ำชี ส่วน BRSA เป็นทรายแม่น้ำมูล ในขณะที่ NKSA เป็นแหล่งทรายแม่น้ำโขง ทรายแก้ว ประกอบด้วย REGS และ BKGS เป็นทรายบก ส่วนแร่วารีไซต์ REVC ได้จากสำรวจในพื้นที่บริเวณบ้านเหล่าขาม ในจังหวัดร้อยเอ็ด (Sheldon, 1984; กรมทรัพยากรธรณี, 2552a) ดินเหนียวสำหรับดินเผา BRCL ได้ข้อมูลจากสาขาวิชาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ คือดินเหนียวจาก บ้านหนองค่าย ตำบลบ้านบัว อำเภอเมืองบุรีรัมย์ ที่มีศักยภาพเพียงพอจะนำมาใช้เป็นวัสดุในงานดินเผา ในขณะที่กลุ่มหินอุตสาหกรรม ได้แก่ BRBS BKSS UDLS1 และ UDLS2 โดย BRBS เป็นหินบะซอลต์ที่มีแหล่งกระจายอยู่ในบริเวณตำบลอีสาน และตำบลสายจึก ส่วน BKSS เป็นหินทรายจากเหมืองหินชุด ในขณะที่ UDLS1 และ UDLS2 เป็นหินปูน และแร่ดินขาว UDKL เป็นแร่ดินขาวจากแหล่งที่เกิดอยู่กับที่

ตารางที่ 1 แหล่งวัสดุก่อสร้างเป้าหมายในการสำรวจ

ลำดับ	รหัส	ความหมาย	ชนิดวัสดุ	ตำแหน่ง
1	YSSA	Yasothon sand	ทรายก่อสร้าง	ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ยโสธร
2	BRSA	Buriram sand	ทรายก่อสร้าง	ต.นิคม อ.สตึก จ.บุรีรัมย์
3	NKSA	Nong Khai sand	ทรายก่อสร้าง	ต.บ้านเตื่อ อ.เมือง จ.หนองคาย
4	REGS	Roi Et glass sand	ทรายแก้ว	ต.บึงงาม อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด
5	BKGS	Bueng Kan glass sand	ทรายแก้ว	ต.เขกา อ.เขกา จ.บึงกาฬ
6	REVC	Roi Et variscite	แร่วารีไซต์	ต. สีแก้ว อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด
7	BRCL	Buriram clay	ดินเหนียว	ต. บ้านบัว อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
8	BRBS	Buriram basalt	หินบะซอลต์	ต.สายจึก อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
9	BKSS	Bueng Kan sand stone	หินทราย	ต.นาถ อ.ปากคาด จ.บึงกาฬ
10	UDLS1	Udon Thani limestone	หินปูน	ต.สามัคคี อ.น้ำโสม จ.อุดรธานี
11	UDLS2	Udon Thani limestone	หินปูน	ต.สามัคคี อ.น้ำโสม จ.อุดรธานี
12	UDKL	Udon Thani kaolin	แร่ดินขาว	ต.นาแก อ.นาูง จ.อุดรธานี

ตารางที่ 2 การสำรวจภาคสนามและการเก็บตัวอย่างทดสอบ

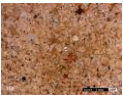
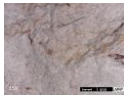
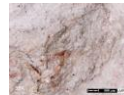
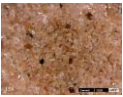
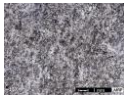
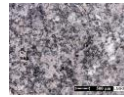
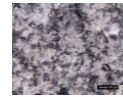
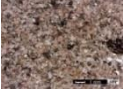
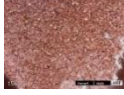
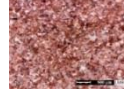
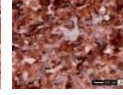
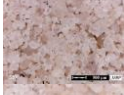
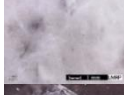
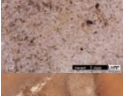
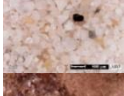
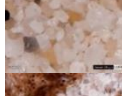
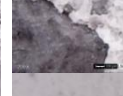
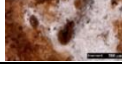
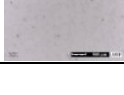
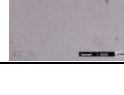
วัสดุแร่	บริเวณ และตัวอย่างทดสอบ			วัสดุแร่	บริเวณ และตัวอย่างทดสอบ		
YSSA				BRCL			
BRSA				BRBS			
NKSA				BKSS			
REGS				UDLS1			
BKGS				UDLS2			
REVC				UDKL			

ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

วิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิทัล (Digital Microscope)

แสดงผลวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิทัลในตารางที่ 3 ทรายก่อสร้าง YSSA และ BRSA มีลักษณะเป็นทรายเม็ดละเอียดถึงหยาบสีน้ำตาลอ่อน NKSA เป็นทรายเม็ดละเอียดจนถึงหยาบสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม ทรายทั้งสามมีสารมลทินอื่นๆ เจือปนอยู่มาก ทรายแก้ว REGS และ BKGS มีประกอบด้วยทรายเม็ดละเอียดสีขาว มีสารมลทินอื่นๆ เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของทรายแก้วกับทรายก่อสร้าง พบว่า REGS และ BKGS มีขนาดอนุภาคละเอียดกว่าทรายก่อสร้าง YSSA BRSA และ NKSA นอกจากนี้ทรายแก้วมีสารเจือปนน้อยมากและมีความใสของเม็ดควอตซ์มากกว่าเมื่อเทียบกับทรายก่อสร้าง ส่วนแร่ไวรัสไซด์ REVC เป็นสายแร่สีขาวแทรกปนอยู่ในหินทรายเนื้อละเอียดสีน้ำตาลถึงแดง และมีขนาดเม็ดแร่ละเอียดมากเมื่อเทียบกับขนาดอนุภาคของเม็ดทราย ดินเหนียว BRCL มีลักษณะเป็นดินเหนียวมีลักษณะเหนียวมากประกอบด้วยเม็ดดินเนื้อละเอียดมากชนิดเนื้อจุลภาคสีขาวถึงน้ำตาลอ่อน และมีสารมลทินอื่นๆ เจือปนอยู่ไม่มาก

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิทัล

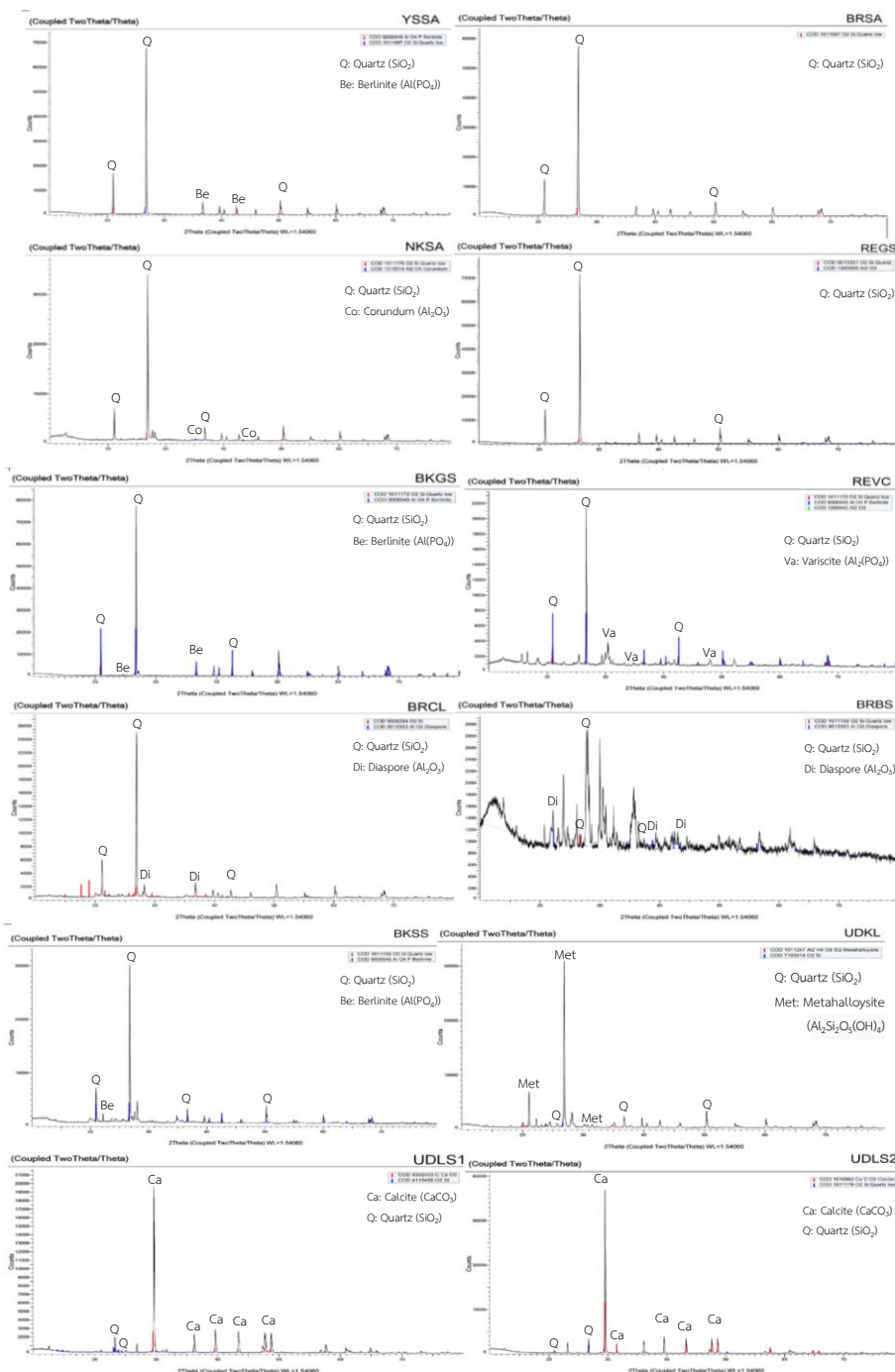
วัสดุ	15X	35X	200X	วัสดุ	15X	35X	200X
YSSA				BRCL			
BRSA				BRBS			
NKSA				BKSS			
REGS				UDLS1			
BKGS				UDLS2			
REVC				UDKL			

ในส่วนหินอุตสาหกรรมพบว่า BRBS เป็นหินบะซอลต์มีลักษณะเป็นสีเทาถึงสีดำมีเนื้อละเอียดทึบแน่นประกอบด้วยเม็ดผลึกแร่เนื้อละเอียดมาก แร่แฟลจิโอเคลสเฟลด์สปาร์ สีเทา สลับกับผลึกควอตซ์สีขาวใสมีสารมลทินอื่นๆเจือปนอยู่ไม่มาก ในขณะที่ BKSS มีลักษณะเป็นหินทรายเม็ดละเอียดสีแดงขนาดแตกต่างกัน (1/16 – 2 มิลลิเมตร) เม็ดแร่ส่วนใหญ่เป็นเม็ดแร่สีแดงเชื่อมกับวัสดุประสานพวกซิลิกา (ควอตซ์ หรือ เซิร์ต) แคลไซต์ โดโลไมต์ และเหล็กออกไซด์ ส่วนหินปูนอุตรธานี (UDLS1 และ UDLS2) มีแร่หลักคือแร่แคลไซต์ หรือแคลเซียมคาร์บอเนตสีเทาอ่อนมีสารมลทินอื่นเจือปนอยู่เล็กน้อย แร่ดินขาว UDKL มีลักษณะเป็นแร่ดินเหนียวเม็ดละเอียดมากสีขาวมีสิ่งเจือปนเล็กน้อย โดยกำลังขยายที่ 200 เท่ายังไม่สามารถมองเห็นขนาดเม็ดแร่ได้

การวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

การวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer, XRD) ได้ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3 (วิเคราะห์โดยฐานข้อมูล Crystallography Open Database, COD) ทรายก่อสร้าง YSSA BRSA NKSA มี แร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยระบบผลึก (crystal system) แบบเฮกซะโกนอล (hexagonal) มีค่าอัตราการจัดเรียงตัวสูง

(max counts) ที่มุม 2θ เท่ากับ 26.874 โดย YSSA มีองค์ประกอบรองคือเบอร์ลิไนต์ (berlinite, AlPO_4) NKSA มีองค์ประกอบรองเป็นคอนรันดัม (corundum, Al_2O_3) เพียงเล็กน้อย ส่วน BRSA ไม่พบแร่ประกอบรอง ทราบแล้ว REGS และ BKGS มีแร่หลักคือแร่ควอตซ์ระบบผลึกแบบเฮกซะโกนอล มีค่าอัตราการรับสัญญาณสูงสุดเท่ากับ 26.7308 สำหรับ REGS และ BKGS ตามลำดับ โดย REGS ไม่พบแร่รอง BKGS มีเบอร์ลิไนต์เป็นองค์ประกอบรอง นอกจากนี้หากพิจารณาถึงค่าพีค (Peak) ของ REGS และ BKGS มีค่าพีคที่สูงกว่าทรายก่อสร้างอย่างเห็นได้ชัด บ่งบอกถึงสารเจือปนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับทรายก่อสร้าง แร่วารีไซต์ REVC มีแร่หลักคือแร่ควอตซ์ที่มีระบบผลึกแบบเฮกซะโกนอล และมีองค์ประกอบรองเป็นแร่วารีไซต์ โครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล นั่นคือในตัวอย่างทดสอบมีองค์ประกอบรองคือสายแร่วารีไซต์แทรกปนอยู่ในแร่ควอตซ์ ในขณะที่ดินเหนียวสำหรับดินเผา BRCL มีแร่หลัก คือแร่ควอตซ์ที่มีระบบผลึกแบบโมโนคลินิก (monoclinic) และมีไดอะสปอร์ (diaspore) เป็นองค์ประกอบรอง กลุ่มหินอุตสาหกรรมพบว่า BRBS มีแร่หลักคือแร่ควอตซ์โครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล และมีไดอะสปอร์เป็นองค์ประกอบรอง ส่วน BKSS ประกอบด้วยแร่ควอตซ์โครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล และแร่รองคือเบอร์ลิไนต์ในกลุ่มหินปูน UDLS1 และ UDLS2 มีชนิดของกลุ่มแร่หลักสองชนิด คือแร่แคลไซต์ (calcite, CaCO_3) UDLS1 มีโครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล ส่วน UDLS2 มีแคลไซต์โครงสร้างผลึกแบบรอมโบฮีดรัล (rhombohedral) ทั้งสองมีแร่ประกอบรองเป็นแร่ควอตซ์ ในขณะที่แร่ดินขาว UDKL มีแร่หลักสองชนิดประกอบด้วยเมตาฮาลลอยไซต์ (metahalloysite, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) ระบบผลึกแบบโมโนคลินิกมีค่าอัตราการรับสัญญาณสูงสุด ที่มุม 2θ เท่ากับ 26.8740 และแร่หลักรองลงมาคือแร่ควอตซ์โครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล โดยเมตาฮาลลอยไซต์เป็นแร่ที่กำหนดให้เป็นสถานะไฮเดรต (hydrated phase) ของดินขาว (kaolinite) โดยมีอะลูมิเนียมซิลิเกต (aluminosilicate) เป็นองค์ประกอบของอนุภาคแร่ดินเหนียว (clay mineral)



รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

แนวทางในการพัฒนาวัสดุแร่ในพื้นที่เป้าหมาย

ทรายก่อสร้าง YSSA BRSA และ NKSA ยังไม่มีความบริสุทธิ์เพียงพอที่จะใช้เป็นวัสดุแร่ควอตซ์ได้ แต่สามารถใช้ประโยชน์ได้เป็นทรายก่อสร้างและใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก่อสร้างได้ เช่น ส่วนผสมวัสดุคอนกรีต วัสดุชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ทรายแก้ว REGS และ BKGS เป็นทรายแก้วมีแร่ควอตซ์เป็นแร่ซิลิกาธรรมชาติอย่างนัยสำคัญ ซึ่งแร่ควอตซ์สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น อุตสาหกรรมผลิตแก้ว อุตสาหกรรมกระจก อุตสาหกรรมเซรามิก อุตสาหกรรมหล่อโลหะ อุตสาหกรรมเคมี และอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น วัสดุทนไฟ ฉนวนกันความร้อน อิฐทนไฟ เครื่องเคลือบ เส้นใยของซิลิกา ใช้ในการผลิตโซเดียมซิลิเกต ใช้เป็นของเหลวที่ใช้เป็นสารเคลือบกันน้ำ ซิลิกาสำหรับงานซิลิโคน (silicones silicon) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (silicon carbide) (วิชัย วรยศอำไพ, 2542; สภาการเหมืองแร่, 2544; Stewart & Simmons, 2006) แร่วารีไซต์ REVC เป็นสารประกอบอลูมิเนียมฟอสเฟตซึ่งสามารถใช้เป็นวัสดุผสมเพิ่มในซีเมนต์ด้วยการผสมกับสารละลายแคลเซียมซัลเฟต (calcium sulfate) และโซเดียมซิลิเกต (sodium silicate) เป็นของเหลวสำหรับงานเซรามิก (flux for ceramics) วัสดุซีเมนต์ทันตกรรม (dental cements) คอนกรีตกันซึม (waterproofing concrete) เป็นสารหน่วงเปลวไฟที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ (catalyst in organic synthesis) เครื่องสำอาง สี แวนตาพิเศษยาที่เป็นเจลหรือยาเม็ดสำหรับบรรเทาโรกระเพาะอาหาร และใช้ในการลดการลื่นของเท้า ในการจับอุปกรณ์กีฬา (Grace, 2014) นอกจากนี้ REVC ยังมีการศึกษาว่ามีแนวโน้มใช้เป็นวัสดุฟอสเฟตซีเมนต์แบบพันธะเคมี (chemically bonded phosphate cement, CBPC) ได้ (Wongkamjan & Jumepaeng, 2020) ดินเหนียวสำหรับดินเผา BRCL สามารถใช้ผสมกับดินขาวในงานเซรามิกและดินเผาได้ ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาคุณสมบัติเพิ่มเติมเป็นเงื่อนไขประกอบ ได้แก่ การทดสอบคุณสมบัติ สีหลังเผา การหดตัวเชิงเส้น ความทนไฟ กากที่ค้างบนแรงขนาด 45 ไมโครเมตร ความแกร่งก่อนเผาและการดูดซึมน้ำ (อรรธรณ ศรีคุ้มวงศ์, 2551) BKSS เป็นหินทรายก่อสร้าง ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ในทางการก่อสร้าง ซึ่งนอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ในการทำเป็นหินทิ้งดั่งที่ใช้อยู่ BKSS ยังมีความแน่นในตัวเนื้อหินสามารถนำมาตัดเป็นแผ่นได้เช่นเดียวกับหินอ่อนและหินแกรนิตสามารถไปใช้ในการนำไปแกะสลักและมีมูลค่าสูงขึ้นได้ UDLS1 และ UDLS2 เป็นหินปูนอุตสาหกรรมใช้ในงานมวลรวมได้ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 50 เป็นแร่แคลไซต์ทั้งนี้หินปูนทั้งสองแหล่ง

มีแคลไซต์สูงแต่หากจะใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์จะต้องมี แมกนีเซียมออกไซด์ (จากแร่โดโลไมต์) ไม่เกินร้อยละ 3 ซิลิกาไม่เกินร้อยละ 8 และปริมาณแอลคาไลรวม ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) ไม่เกินร้อยละ 1 (Manning, 1992) ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป UDKL เป็นแร่ดินขาว สถานะเมทาฮาลลอยไซต์มีคุณสมบัติ ได้แก่ ความละเอียดของอนุภาคมีความขาวตามธรรมชาติ อนุภาคไม่มีความคม ไม่แข็ง และมีราคาถูกกว่าสารเคมีอื่นๆ สามารถใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก สี ยาง พลาสติก กระดาษ การผลิตวัตถุระเบิดลูมินาจากดินขาว การแยกมลทินเหล็กออกจากดินขาวโดยวิธีผ่านแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ตัวกรองเซรามิก ปุ๋ย วัสดุเคลือบใบและผล อุตสาหกรรมเครื่องดินเผา อุตสาหกรรมสี ใช้เติมในเนื้อดินสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการรูพรุน (porous) มีน้ำหนักเบา (คชินท์ สายอินทวงศ์, 2561; ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP, 2561)

สรุปผลการวิจัย

1. การสำรวจโดยแบบสอบถามพบว่าในประเด็นความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลแหล่งวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นพบว่าข้อมูลแหล่งวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นมีความจำเป็นในระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันสูงถึงร้อยละ 59.55 ในขณะที่การเข้าถึงข้อมูลวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่นกลับอยู่ในระดับน้อยถึงไม่มีเลยรวมกันถึงร้อยละ 51.91 ซึ่งสวนทางกับความต้องการใช้ข้อมูลส่วนประเด็นข้อมูลวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น พบว่าแนวทางการใช้ประโยชน์มีความจำเป็นสูงที่สุดโดยอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดรวมกันร้อยละ 65.51

2. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ดิจิทัลพบว่า วัสดุกลุ่มทรายคือ ทรายก่อสร้าง YSSA BRSA และ NKSA เป็นทรายเม็ดละเอียดจนถึงหยาบ สีน้ำตาลอ่อน มีขนาดเม็ดทรายละเอียด และมีสารมลทินอื่นๆ เจือปนอยู่มาก แตกต่างจาก ทรายแก้ว REGS และ BKGS เป็นทรายเม็ดละเอียดสีขาว มีประกอบด้วยทรายที่มีสารมลทินเจือปนอยู่เล็กน้อย ส่วนแร่วารีไซต์ REVC เป็นแร่สีขาวเนื้อละเอียดมากแทรกปนอยู่ในหินทรายเนื้อละเอียด BRCL เป็นดินเหนียวเม็ดดินเนื้อละเอียดมากสีขาวถึงน้ำตาลอ่อนมีสารมลทินเล็กน้อย BRBS เม็ดผลึกแร่เนื้อละเอียดมากแร่แคลซิโอเคลสเฟลด์สปาร์ สีเทาสลับกับผลึกควอตซ์ สีขาวใส BKSS เป็นหินทรายเม็ดละเอียดสีแดง ประกอบด้วยเม็ดแร่ควอตซ์ มีเหล็กออกไซด์เจือปนวัสดุประสานพวกซิลิกา UDLS1 และ UDLS2 มีผลึกของแร่แคลไซต์

สีอ่อนจากแคลเซียมคาร์บอเนตและผลึกของควอตซ์ แร่ดินขาว UDKL เป็นแร่เม็ดละเอียดมากสีและมีสารมลทินอื่นเจือปนอยู่เล็กน้อย

การวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ พบว่าทรายก่อสร้าง YSSA BRSA NKSA มีแร่ควอตซ์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยแร่ควอตซ์ระบบผลึกแบบเฮกซะโกนอล ทรายแก้ว REGS BKGS มีแร่หลักคือแร่ควอตซ์ระบบผลึกแบบเฮกซะโกนอลเช่นกันแต่มีร้อยละแร่ควอตซ์สูงกว่า แร่วารีไซต์ REVC มีองค์ประกอบรองเป็นวารีไซต์โครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอลแทรกอยู่ในแร่ควอตซ์ ดินเหนียวสำหรับดินเผา BRCL มีแร่หลักคือแร่ควอตซ์แบบโมโนคลินิก กลุ่มหินอุตสาหกรรม BRBS BKSS UDLS1 และ UDLS2 พบว่า BRBS มีแร่หลักคือแร่ควอตซ์แบบเฮกซะโกนอล ส่วน BKSS ประกอบด้วยควอตซ์แบบเฮกซะโกนอลในกลุ่มหินปูน คือ UDLS1 และ UDLS2 มีแร่หลักคือแคลไซต์ UDLS1 มีโครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล ส่วน UDLS2 มีโครงสร้างผลึกแบบรอมโบอีดรัล แร่ดินขาว UDKL ประกอบด้วยเมตาแฮลลอยไซต์ระบบผลึกแบบโมโนคลินิกเป็นองค์ประกอบหลัก

3. แนวทางในการพัฒนาวัสดุแร่ในพื้นที่เป้าหมาย ทรายก่อสร้าง YSSA BRSA และ NKSA สามารถใช้ประโยชน์ได้เป็นทรายก่อสร้างและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก่อสร้างได้ ทรายแก้ว REGS และ BKGS มีแร่ควอตซ์อย่างนัยสำคัญ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเป็นส่วนประกอบในอุตสาหกรรม แร่วารีไซต์ REVC เป็นสารประกอบอลูมิเนียมฟอสเฟตเป็นสารประกอบอลูมิเนียม ซึ่งสามารถใช้ในซีเมนต์ งานเซรามิก วัสดุซีเมนต์ทนความร้อน วัสดุฟอสเฟตซีเมนต์แบบพันธะเคมี ดินเหนียวสำหรับดินเผา BRCL มีแนวโน้มใช้ในงานเซรามิกและดินเผาได้ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาคุณสมบัติเพิ่มเติม หินอุตสาหกรรม BKSS เป็นหินทรายก่อสร้างและมีแนวโน้มจะแปรรูปให้มีมูลค่าสูงขึ้นได้ UDLS1 และ UDLS2 เป็นหินปูนอุตสาหกรรม ใช้ในงานมวลรวมได้หากจะใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์จำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไป แร่ดินขาว UDKL เป็นแร่ดินขาวสามารถใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกอุตสาหกรรมกระดาษ สี ยาง พลาสติก และผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาคุณสมบัติวัตถุดิบที่มีแนวโน้มใช้เป็นวัสดุแร่ในท้องถิ่น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างองค์ความรู้ในท้องถิ่น และจำเป็นต้องมีการนำผลการศึกษานี้ไปศึกษาต่อเนื่องในด้านแนวทางการผลิตและต่อยอด สำหรับถ่ายทอดสู่ท้องถิ่นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาสับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ การสนับสนุนจาก กองทุนวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะศิลปศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานการศึกษาศึกษาแนวทางการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างสำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 288 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2552a). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดร้อยเอ็ด. กรุงเทพฯ. 140 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2552b). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดหนองคาย. กรุงเทพฯ. 128 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2552c). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดอุดรธานี. กรุงเทพฯ. 98 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2553a). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดบุรีรัมย์. กรุงเทพฯ. 104 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2553b). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดยโสธร. กรุงเทพฯ. 82 หน้า.
- คชินท์ สายอินทวงศ์. (2561). การเลือกใช้ดินสำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดต่างๆ. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2563, จาก http://www.thaiceramicsociety.com/rm_soil_product.php.
- คณะกรรมการนโยบายบริหารจัดการแร่แห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการแร่ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579). กรุงเทพฯ. 128 หน้า.
- ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP. (2561). ดินขาว (Kaolin). สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2563, จาก <http://www.sptn.dss.go.th/otopinfo/index.php/en/compiled-file/other-otop-product/142-kaolin>.
- วิชัย วรยศอำไพ. (2542). ทรัพยากรแร่ทรายในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี.

- สภาการเหมืองแร่. (2544). ทรายแก้ว. *เหมืองแร่*, 11, 1-27.
- อรรณณ ศรีคุ้มวงศ์. (2551). *คุณสมบัติของดินที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก*. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 4 หน้า.
- Brill, R., Hermann, C., & Peters, C. (1939). Studien über chemische Bindung mittels Fourieranalyse III. *Naturwissenschaften*, 27, 676-677.
- Chatterjee, A. K., (2001). X-Ray Diffraction. In Ramachandran V. S. and Beaudoin J. J., eds. *Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology*. William Andrew Publishing, Norwich, New York.
- Grace, W. R. (2014). *Aluminum Phosphate Product Stewardship Summary*. Retrieved December 8, 2020 from <https://grace.com/en-us/environment-health-and-safety>.
- Japakasetr, T. (1982). *Phosphate in Thailand*; Economic Geology Division, DMR. 7p.
- Manning, D. G. (1992). *The design life of structures, Design life of concrete highway structures—The North American scene*. London: Blackie and Son, Ltd.
- Sarkar, S. L., Aimin, X., & Jana, D. (2001). *Scanning Electron Microscopy, X-Ray Microanalysis of Concretes*, In Ramachandran V. S. & Beaudoin J. J., eds. *Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology*. William Andrew Publishing, Norwich, New York.
- Sheldon, R. P., (1984). *Phosphate Resource Assessment and Exploration in Thailand*. Thai Department of Mineral Resources, 52 p.
- Simmons, W., & Stewart, D. (2006). *Silica Mineral*. Encyclopedia Britannica.
- Wongkamjan, W., & Jumepaeng, T. (2020) Properties and Potential of Lao Kham Variscite's Application in Chemically Bonded Phosphate Cement. *International Journal of GEOMATE*, 19(75), 35-41.