

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 1 กล่าวถึง ความสำคัญและที่มาของปัญหาตลอดจนวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา และประโยชน์ที่จะได้รับ ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจงานวิจัยนี้ได้อย่างสมบูรณ์ต่อไป

2.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแร่

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแร่ เป็นประโยชน์มากในการตรวจแร่อย่างง่าย ๆ และรวดเร็ว ซึ่งความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในครั้งนี้ มีดังนี้ คือ สมบัติการเป็นสารแม่เหล็ก การเรืองแสง การให้แสงผ่าน และกัมมันตภาพรังสี

2.1.1 การเรืองแสง (Fluorescence, phosphorescence) คือคุณสมบัติที่แร่สามารถเปล่งแสงออกมาได้ แร่บางชนิดเมื่อถูกแสงอุตราไวโอเลต หรือแสงเอกซเรย์แล้วจะเรืองแสงได้

แร่ต่างๆ จะมีความสามารถในการดูดแสงอุตราไวโอเลต ที่มีช่วงคลื่นต่างๆกัน เช่น แร่บางชนิดจะเรืองแสงเมื่อถูกส่องด้วยแสงอุตราไวโอเลตแบบคลื่นสั้น บางชนิดจะเรืองแสงกับแสงอุตราไวโอเลต แบบคลื่นยาว และบางชนิดก็เรืองแสงได้ทั้งคลื่นสั้นและคลื่นยาว ตัวอย่างแร่ที่เรืองแสงอุตราไวโอเลตคลื่นสั้น

คุณสมบัติของการเรืองแสงนี้ไม่แน่นอน แร่ชนิดเดียวกันบางก้อนอาจเรืองแสง แต่บางก้อนซึ่งมาจากที่เดียวกันอาจไม่เรืองแสง

2.1.2 การให้แสงผ่าน (Diaphaneity) เป็นคุณสมบัติของแร่ ที่จะให้แสงผ่านมีดังนี้

1) โปร่งใส (transparent) หมายถึงสามารถมองผ่านแร่และเห็นวัตถุที่อยู่ด้านหลัง เช่น ผลึกแร่ควอทซ์

2) โปร่งแสง (translucent) หมายถึงแร่ที่ยอมให้แสงผ่านตัวแร่ได้ แต่ไม่สามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่ด้านหลังได้ชัด เช่น เฟลสปาร์

3) ทึบแสง (opaque) หมายถึงแร่ที่ไม่ยอมให้แสงผ่านตัวแร่ หรือแม้แต่ผ่านขอบส่วนที่บางที่สุด เช่น แมกนีไทต์ (magnetite) เป็นต้น

2.1.3 กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) แร่บางชนิดมีคุณสมบัติทางกัมมันตภาพรังสี คือ มีธาตุยูเรเนียม และโทเรียมปนอยู่ จากการแผ่รังสีของสารเหล่านี้ ทำให้เกิดสีในแร่บางชนิด เช่น ใน smoky quartz เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำลายโครงสร้างของผลึก สีเข้มที่เป็นวงของเฟลด์สปาร์ และควอตซ์ในเม็ดทรายนั้น มักจะเกิดจากแร่กัมมันตรังสีเล็กๆ ซึ่งอยู่ตรงกลางเช่น จุดสีน้ำตาลกลมบนผลึกควอตซ์ซึ่งมักมีธาตุโทเรียมปนอยู่

2.2 ลักษณะตะกอนเม็ด (Clastic Sediment)

เมื่อใช้แว่นขยายตรวจตะกอนจะเห็นว่าเม็ดตะกอนที่เป็นกรวด ทราย เป็นส่วนเล็กๆ ที่แตกย่อยมาจากหินและแร่ เมื่อขยายใหญ่ขึ้นจะสังเกตเห็นว่าตะกอนเล็กๆ มีลักษณะที่จัดอยู่ในกลุ่มใด ซึ่งการจำแนกจะดูจากขนาดที่วัดได้ หรือจากการใช้ตะแกรงร่อน การเรียกชื่อตะกอนจากขนาดที่ได้แสดงในตารางที่ 1.1 และ 1.2

ตาราง 1.1 การเรียกชื่อตะกอน

ชื่อตะกอน	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm)
ก้อนหินมนใหญ่ (boulder)	>256
กรวดกลาง (cobble)	64-256
กรวดเล็ก (pebble)	2-64
ทราย (sand)	1/16-2
ทรายแป้ง (silt)	1/256-1/16
ดินเหนียว (clay)	<1/256

ตาราง 1.2 การจำแนกทรายตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

การเรียกชื่อตะกอน	ชื่อภาษาอังกฤษ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm)
ทรายหยาบมาก	Very coarse sand	2-1
ทรายหยาบ	Coarse sand	1-0.5
ทรายปานกลาง	Medium sand	0.5-0.25
ทรายละเอียด	Fine sand	0.25-0.125
ทรายละเอียดมาก	Very fine sand	0.125-0.0625

ความมน (Rounding)

เศษหินที่แตกหักออกมาจากหินดาน (bedrock) โดยการผุพังทางกายภาพ หรือ กระบวนการอื่นๆ มักได้ตะกอนที่มีเหลี่ยมคม เพราะ การแตกหักอาจเกิดตามรอยแตกของเม็ด ตะกอน รอยแตกรอยร้าว และ ผิวรอยต่อของชั้นหิน แต่ตะกอนแบบเดียวกันนี้อาจกลายเป็นตะกอน ที่กลมมน ผิวเรียบได้เมื่อถูกพัดพา และ กระทบครูดูไปกับเศษหินก้อนอื่นๆ ในขณะเดียวกันก็อาจ เกิดการคัดขนาดที่ดีขึ้นด้วยได้ด้วยเหตุนี้เศษก้อนหินตามชายหาดจึงมักมีความกลมมนผิวเรียบได้ มาก ดังนั้นอัตราความมนของผิวตะกอนจึงบอกให้เรารู้ถึงระยะทาง หรือระยะเวลา ตลอดจนความ ยาวนานที่ตะกอนนั้นถูกพามากับน้ำหรือลม

สำหรับทราย และ ฝุ่นที่ถูกกลมพัดพามาด้วยอาจทำให้น้ำก้อนหินขนาดใหญ่เกิดการกัด กร่อน หรือ การกระทบกันเองระหว่างก้อนหิน และ ตะกอน ดังนั้นหินที่ถูกกลมกัดกร่อนจึงมักไม่ แสดงลักษณะผิวเรียบ หรือ กลมมน เนื่องจากกลมไม่สามารถเคลื่อนหินขนาดใหญ่ออกไปจากที่เดิม ได้ หินนั้นยังคงตั้งอยู่กับที่ขณะที่ตะกอนขนาดเล็กถูกกลมพัดหอบออกไป และก็โดนกัดกร่อนใน ที่สุด



รูปที่ 2.1 ลำดับขั้นของความมน

ลำดับขั้นของความมน (Degree of roundness) เป็นลักษณะเนื้อตะกอนที่ประกอบด้วยเศษ ตะกอนหรือเศษแร่ ที่มีขอบมุมเป็นเหลี่ยม หรือ มนมากน้อยเพียงใด ได้แก่ เหลี่ยม (angular), กึ่งเหลี่ยม (subangular), กึ่งมน (subrounded), มน (rounded), กลมมน (well rounded) ลักษณะนี้จะ บอกให้ทราบว่าเศษตะกอนหรือเศษแร่ถูกพัดพามาเป็นระยะทางใกล้หรือไกล เป็นเวลานานมาก น้อยเพียงใด

ส่วนประกอบของตะกอน (Composition of sediment) มีดังนี้
กลุ่มแร่ซิลิเกต แร่กลุ่มนี้มีพบเห็นมากที่สุดบนเปลือกโลก

กลุ่มแร่ควอตซ์

แร่กลุ่มนี้เป็นกลุ่มซิลิเกตที่ประกอบด้วย Si และ O เพียงอย่างเดียว ซึ่งได้แก่ แร่ตระกูล ควอตซ์ (quartz) ซึ่งเป็นตัวอย่างแร่ที่มีการจัดตัวอย่างของโครงสร้างผลึกที่ประจุมดุลโดยการจับ

ต่อของปิรามิดฐานสามเหลี่ยม (Tetrahedron, $(\text{SiO}_4)^4$) ด้วยกันเองล้วนๆ ซึ่งในที่นี้ก็คือออกซิเจนทุกปิรามิดเข้าร่วมกับปิรามิดตัวอื่น

แร่ควอตซ์มักเกิดเป็นผลึกหกเหลี่ยม โดยทั่วไปมักมีสีขาวใส แต่อาจแสดงความหลากสีได้และบ้างก็เป็นแร่รัตนชาติที่สำคัญ เพราะ มีความคงทนและสีสวยงาม ถ้าสีขาวใสเรียกผลึกหินแก้ว (rock crystal) สีเหลืองใส เรียกซิตรีน (citrine) หรือสีม่วงเรียกอะมีทิส (amethyst) แร่ควอตซ์จัดเป็นแร่ที่พบบ่อยที่สุดของเปลือกทวีป ด้วยเหตุนี้หินตะกอนบางชนิดจึงประกอบด้วยแร่ควอตซ์เกือบร้อยเปอร์เซ็นต์

กลุ่มแร่เฟลสปาร์

คำว่า เฟลสปาร์ (feldspar) มาจากภาษาสวีเดน คือ feld (=field) แปลว่าทุ่งหรือสนาม และ spar (=mineral) หมายถึง แร่ นั่นเอง คนเหมือนชาวสวีเดนในยุคโบราณพบเห็นแร่เฟลสปาร์นี้บ่อยครั้งมากในเมืองแร่ และ ก็พบแร่แบบเดียวกันนี้ในหินตามพื้นที่ทั่วไปตามเส้นทางที่เขาเดินทางกลับบ้าน จนกระทั่งนำมาตั้งเป็นชื่อแร่เสียเลย เพราะพวกเขาเห็นว่าไร่นาของเขาปลูกพืชได้ไม่หมดสิ้นก็เพราะ แร่เฟลสปาร์นี้ แม้เขาจะเข้าใจผิดในเรื่องการทำให้เกิดผลผลิตในไร่นา แต่พวกเขาถูกในเรื่องที่แร่นี้มีมากมายจริงๆ เพราะถือว่าเป็นแร่ที่พบบ่อยมากที่สุดในเปลือกโลก ในเปลือกสมุทรที่อยู่ประมาณร้อยละ 60 ในเปลือกทวีป เมื่อรวมกับแร่ควอตซ์มีมากถึงร้อยละ 75 ผิดกับแร่ควอตซ์ที่มักไม่ค่อยพบเห็นในเปลือกสมุทร แต่เราพบเห็นแร่ที่ในเปลือกสมุทรอย่างมากมาย แร่เฟลสปาร์ที่พบบนเปลือกโลกจะมีอยู่ 2 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่ม Alkali feldspar และกลุ่ม Plagioclase

กลุ่มแร่หรือแร่อื่นๆ

กลุ่มแร่ออกไซด์ เช่น อิลมีไนท์ (FeTiO_3)

กลุ่มแร่คาร์บอเนต เช่น แคลไซต์ (CaCO_3)

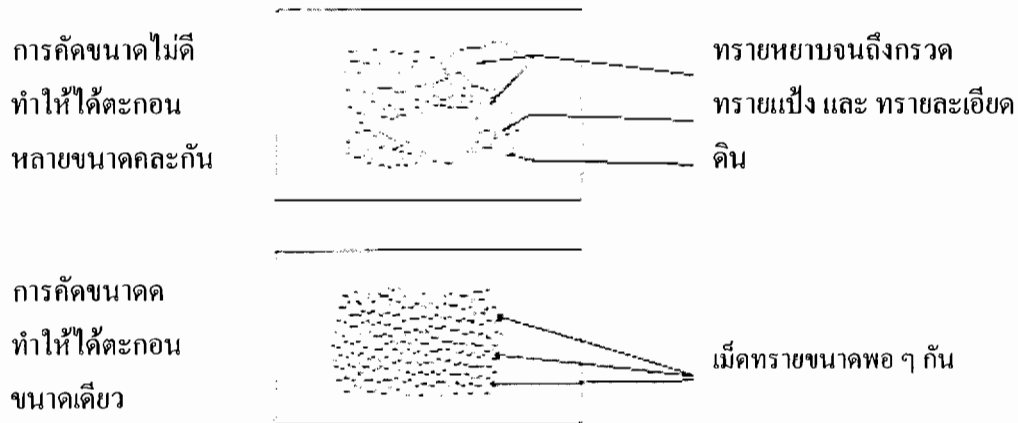
กลุ่มแร่ฟอสเฟต เช่น โมนาไซต์ ($(\text{Ce,La,Y,Th})\text{PO}_4$)

2.3 การคัดขนาด (Sorting)

การคัดขนาดเกิดจากการพัดพาของน้ำ หรือ ลมคือ การคัดขนาดของตะกอนขณะที่เกิดการสะสมตัว การคัดขนาดขึ้นกับความถ่วงจำเพาะ(ความหนาแน่น) ของตะกอน (อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของสสารในปริมาตรหนึ่งต่อน้ำหนักของน้ำในปริมาตรที่เท่ากัน) เห็นได้จากการสะสมตัวของแร่ ในลานแร่ ตะกอนของแร่ที่มีความหนักเป็นพิเศษ เช่น ทอง แร่เหล็กดำ (แมกเนไทต์) สินแร่ดิบ ก็มักสะสมตัวได้รวดเร็วอยู่ตามท้องลำธาร หรือ ตามชายหาด เมื่อถูกน้ำกระแทกก็จะแตกออกจากหินต้นกำเนิดได้ง่าย จึงลอยไปกับน้ำได้เรื่อย ๆ ขณะที่ตะกอนที่มีอนุภาคเบากว่าถูกพัดพาเลยต่อไป แร่ที่ถูกพัดพามาโดยน้ำ และ ลมจึงมักประกอบด้วย แร่ประกอบหินต่างๆ ไป เช่น แร่ควอตซ์ แร่เฟลด์สปาร์ ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกัน ดังนั้นตะกอนของแร่ทั้งสองจึงไม่ถูกคัดขนาดโดย

ความถ่วงจำเพาะ แต่มักแยกกันด้วยขนาดของเม็ดตะกอน ในท้องน้ำลำธาร ก้อนกรวด (gravel) ตกตะกอนเป็นอันดับแรก ขณะที่เม็ดทราย (sand) และ ทรายแป้ง(silt) ถูกพัดพาเลยไป สำหรับ ตะกอนที่มีน้ำหนักเท่ากันตะกอนที่มีลักษณะแบน หรือ เป็นแผ่น เช่น แร่ไมก้ามักถูกพัดพาไปได้ไกลและตกตะกอนช้ากว่าตะกอนที่มีรูปร่างทรงกลม เช่น แร่ควอทซ์ แร่เฟลสปาร์

หากตัวกลางมีกระแสคลื่นที่รุนแรง และ พัดพาตะกอนเป็นเวลานานๆ ได้ ซึ่งยังผลให้ ตะกอนที่มีแนวแตกเรียบ (cleavage) เช่น แร่เฟลสปาร์ถูกทำลายลงโดยง่าย จะเหลือเฉพาะตะกอนที่มีความทนทานซึ่งมักจะเป็นแร่ควอทซ์ เนื่องจากมีความแข็ง และ ไม่มีแนวแตกเรียบ ในกรณีนี้การ คัดขนาดจะเกิดได้จากความคงทน (durability)



รูปที่ 2.2 ลักษณะตะกอนที่เกิดจากการตกทับถมเมื่อมีการคัดขนาดต่างกัน

การคัดขนาดเป็นสาเหตุสำคัญ (แต่ไม่ใช่สาเหตุเดียว) สำหรับการเกิดเป็นชั้นของหิน ตะกอน (stratification) ในบางแห่งหินตะกอนแยกออกเป็นชั้น ๆ โดยไม่แสดงความต่างของขนาด และ ส่วนประกอบของตะกอน เพียงแต่ถูกคั่นอยู่ด้วยชั้นบางๆ ที่ผิวหน้าแสดงถึงการหยุดการสะสม ตัวเป็นช่วงสั้นๆ ชั้นต่างๆ แยกออกจากกันอย่างง่ายตามผิวหน้านั้น ในบางแห่งชั้นหินที่อยู่ติดกัน อาจต่างกันอย่างชัดเจนเนื่องจากปริมาณสารเชื่อมประสานที่ต่างกัน ทำให้เกิดการกัดกร่อนผุพังแต่ ละชั้นไม่เท่ากัน (differential weathering) หรือแต่ละชั้นมีลักษณะต่างกันอย่างสิ้นเชิง (ปัญญา จารุ ศิริ 2551)

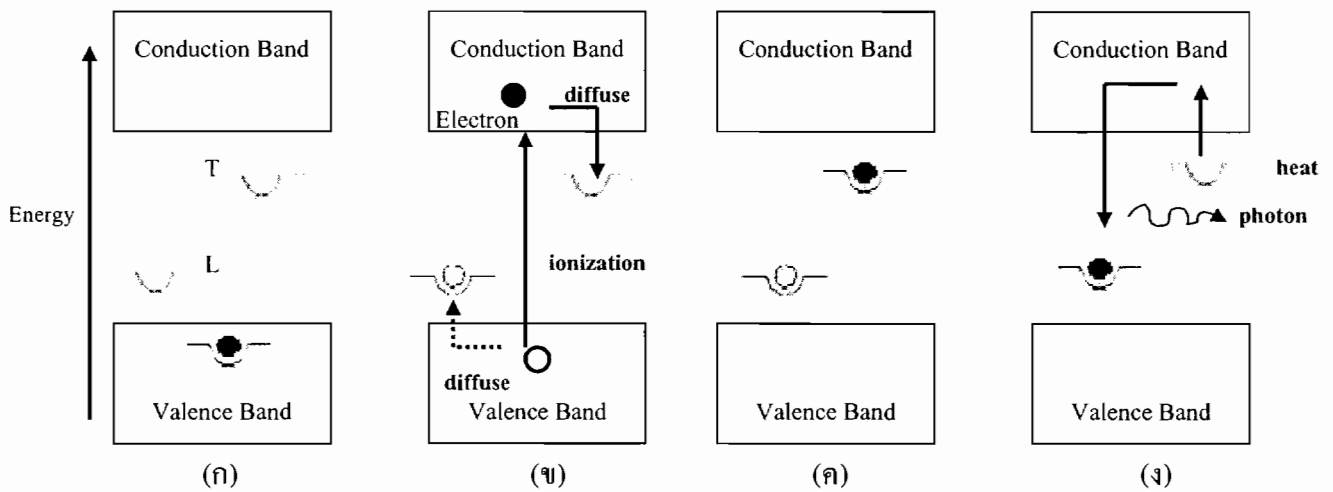
ระดับของการคัดขนาด (Degree of sorting) เป็นลักษณะเนื้อตะกอนที่ประกอบด้วยเศษหิน หรือ เศษแร่ จำแนกได้ดังนี้

- 1) การคัดขนาดชั้นดี (well sorted) ประกอบด้วยตะกอนขนาดเดียวอย่างชัดเจน
- 2) การคัดขนาดชั้นกลาง (moderately sorted) ประกอบด้วยตะกอน 2-3 ขนาดปนกัน
- 3) การคัดขนาดชั้นเลว (poorly sorted) ประกอบด้วยตะกอนหลายขนาดคละกันอย่างชัดเจน

การคำนวณบอกให้ทราบถึงลักษณะตัวนำพาเอาเศษหิน หรือเศษแร่มาตกตะกอนได้ เช่น การคำนวณขนาดชั้นดี แสดงถึงความเร็วของน้ำไหลสม่ำเสมอราบเรียบ (laminar flow) ส่วนการคำนวณขนาดชั้นเลวแสดงถึงความเร็วของน้ำที่นำพามาไหลปั่นป่วนอลวน (Turbulent flow) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีต้องพิจารณาถึงตัวประกอบอื่นด้วย เช่น ความถ่วงจำเพาะ ขนาด รูปร่าง ความคงทน และระยะเวลา (สง่า ตั้งชวาล, 2549)

2.4 การเกิดแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (thermoluminescence) เป็นปรากฏการณ์การเปล่งแสงของสารบางชนิดเมื่อได้รับความร้อน นำมาประยุกต์ใช้วัดปริมาณรังสีที่สารนั้นดูดกลืนไว้ เช่น การวัดปริมาณรังสีด้วยผลึกซิลิกอนไดออกไซด์ การหาอายุโบราณวัตถุและโบราณสถาน เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ เกิดเมื่อสารได้รับรังสีและดูดกลืนพลังงานจากรังสีไว้ ทำให้อิเล็กตรอนส่วนหนึ่งหลุดออกมา และบางส่วนจะถูกจับไว้ในผลึกที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ซึ่งเมื่อนำมากระตุ้นด้วยความร้อน อิเล็กตรอนดังกล่าวจะถูกปลดปล่อยออกมาพร้อมทั้งคายพลังงานในรูปของแสง ตัวอย่างสารเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ในธรรมชาติ เช่น แร่ควอตซ์อยู่ในเม็ดทราย



รูปที่ 2.3 รูปจำลองระดับพลังงานในระหว่างกระบวนการต่างๆ ของการเกิดแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์

การเกิดแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีระดับพลังงานดังนี้ (รูปที่ 2.2) สถานะของผลึกที่ไม่สมบูรณ์ (defected lattice) จะประกอบไปด้วยหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน (T) และศูนย์กลางลูมิเนสเซนซ์ (luminescence centers, L) ซึ่งหลุมกักเก็บอิเล็กตรอนนี้มีระดับพลังงานอยู่ในช่วงระหว่างชั้นวาเลนแบนด์ (valence band) ที่อยู่ในสถานะพื้น (ground state) ซึ่งเป็นชั้นที่มี

ความเสถียรสูง และชั้น Conduction band หรือสภาวะกระตุ้น (excited state) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เสถียร (รูปที่ 2.2 ก)

2.4.2.1 ชั้นการแผ่รังสี (irradiation) เกิดจากอิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากการแผ่กัมมันตภาพรังสีจากธาตุ กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ทำให้อิเล็กตรอนถูกกระตุ้นขึ้นไปในสภาวะไม่เสถียรที่ชั้น Conduction band เกิดการกักเก็บอิเล็กตรอน ในหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน (รูปที่ 2.2 ข)

2.4.2 .2 ชั้นการกักเก็บ (storage) โดยค่าช่วงชีวิต (Life -time) คือระดับความลึกของหลุมกักเก็บอิเล็กตรอนนั้นต้องมีพลังงานมากกว่า หรือลึกเพียงพอ สำหรับการกักเก็บจำนวนของอิเล็กตรอน (ซึ่งจำนวนของอิเล็กตรอนในหลุมกักเก็บมีความสัมพันธ์กับอายุของตัวอย่าง) ส่วนการเล็ดลอดของอิเล็กตรอนออกจากหลุมกักเก็บในช่วงระยะเวลาการกักเก็บนั้นเกิดขึ้นน้อยมากจึงไม่นำมาพิจารณา (รูปที่ 2.2 ค)

2.4.2 .3 ชั้นการให้ความร้อน (heating) เมื่อมีการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างเพื่อขับไล่อิเล็กตรอนออกจากหลุมกักเก็บอิเล็กตรอน ซึ่งหลังจากอิเล็กตรอนถูกขับไล่ออกมาจะเกิดกระบวนการรวมตัวกันอีกครั้ง (recombination) ที่บริเวณศูนย์กลางลูมิเนสเซนซ์ และ มีการเรืองแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (Thermoluminescence) เกิดขึ้น (รูปที่ 2.2 ง) (ปัญญา, 2550)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 จินตนา เหล่าไพบูลย์ (2547) ได้ศึกษาผลึกเชิงเดี่ยวของลิเทียมฟลูออไรด์:แมกนีเซียม , คอปเปอร์ ได้ถูกปลูกโดยใช้เทคนิคการปลูกผลึกแบบบริดจ์แมน-สต็อกบาร์เจอร์ ลิเทียมฟลูออไรด์ ซึ่งเป็นสารหลักถูกเติมด้วยสารเจือแมกนีเซียม และคอปเปอร์ที่ปริมาณความเข้มข้น 1.86 และ 0.06 โมลเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการเปลี่ยนแปลงชนิดของสารประกอบแมกนีเซียม 3 ชนิด และจากการนำผลึกที่ปลูกได้ไปฉายรังสีเอกซ์ที่พลังงานของโฟตอน 128 กิโลอิเล็กตรอน โวลต์ พบว่าผลึกที่ให้คุณสมบัติเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ที่ดี คือ ผลึกที่ปลูกโดยใช้สารเจือแมกนีเซียมฟลูออไรด์ที่มีความบริสุทธิ์ 98 เปอร์เซ็นต์ ผลิตโดยบริษัทอออลคริส เพราะนอกจากจะให้ลักษณะของโกลว์เคฟที่ดีแล้วยังมีความไวในตอบสนองต่อรังสีที่ดีอีกด้วย ผลึกที่มีคุณสมบัติเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ที่ดีดังกล่าวนี้จะนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้เป็น ที แอล ดี วัสดุรังสีประจำตัวบุคคลในการเฝ้าระวังอันตรายจากรังสีให้กับผู้ปฏิบัติงานทางด้านรังสีต่อไป

2.5.2 สมหมาย ช่างเขียน และ พวงทิพย์ แก้วทับทิม (2547) ได้ทำการวิเคราะห์หาอายุโบราณวัตถุประเภทเครื่องปั้นดินเผาบริเวณเมืองโบราณยะรัง อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี โดยขึ้นตัวอย่างเป็นสลุบดินเผา และ อัฐจากแหล่งขุดค้นทางโบราณคดีบ้านจาและหมายเลข 3 ทำการบด

ตัวอย่างให้มีขนาด 100-300 ไมครอน กัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก 48 เปอร์เซ็นต์แยกผลึกที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีตกตะกอนในของเหลวความถ่วงจำเพาะสูง ล้างทำความสะอาดผลึกควอทซ์ที่ได้นำไปอ่านการสะสมรังสีจากธรรมชาติด้วยเครื่องอ่านเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (Harshow 2000) พบว่าตัวอย่างสตูปมีการสะสมของรังสีปริมาณ 810 แรด และ อัญมณีมีการสะสมของรังสีปริมาณ 753 แรด ทำการวัดอัตราการปลดปล่อยรังสีจากหลุมขุดค้นโดยใช้ผลึก CaSO_4 (DY) มีค่าเท่ากับ 1.4 ± 0.04 แรดต่อปี นำไปคำนวณหาอายุของสตูป และอัญมณีได้เท่ากับ 579 ± 17 ปี และ 538 ± 15 ปี ตามลำดับ

2.5.3 ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ และ ประสงค์ เกษราธิคุณ (2549) ได้ทำการวัดปริมาณ และคุณภาพของค่ากัมมันตภาพรังสีในทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณชายหาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 20 ตัวอย่าง โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มานีเยมบริสุทธิ และระบบการวิเคราะห์เกมมาสเปกโตรสโคปี โดยทำการวัด และเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานดิน และแหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐาน Eu-152 ที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ใช้เวลาในการวัดค่ากัมมันตภาพรังสีของแต่ละตัวอย่างเป็น 10,000 วินาที จากผลที่ได้ พบว่ามีไอโซโทปรังสีของ Pb-212 , Ac-228 , Tl-208 , Pb-214 , Ra-226 , Cs-137 , Th-232 และ K-40 ปรากฏอยู่ในตัวอย่างทรายชายหาดดังกล่าว นอกจากนี้ได้ทำการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีของ Cs-137 , Ra-226 , Th-232 และ K-40 พบว่าปริมาณที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ปกติ และได้คำนวณค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม (Ra_{eq}) โดยใช้ข้อมูลของตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณชายหาดป่าตอง พบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ปลอดภัย (< 370 Bq/kg) และเมื่อประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสรังสีของประชาชนด้วยค่าดัชนีความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย พบว่าตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณป่าตองมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความเสี่ยงรังสีภายนอกต่ำกว่าเกณฑ์ปลอดภัย (< 1)

2.5.4 ภัทรวจี ยะสะกะ (2549) ได้ศึกษาผลึกเชิงเดี่ยวของลิเทียมฟลูออไรด์-แมกนีเซียมคอปเปอร์ โซเดียม และซิลิกอน ได้ถูกปลูกโดยใช้เทคนิคการปลูกผลึกแบบบริดจ์แมน-สต็อกบาร์เจอร์ โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของสารเจือเพื่อให้ได้ผลึกที่มีคุณสมบัติความเป็นเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ที่ดี ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียม และคอปเปอร์ ที่ใช้คือ 0.2 และ 0.05 โมลเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารเจือของโซเดียม ซิลิกอนเปลี่ยนแปลงเป็น 0.15, 0.3, 0.45 และ 0.9 โมลเปอร์เซ็นต์ จากการนำผลึกเชิงเดี่ยวที่ได้จากการปลูกไปฉายรังสีเอกซ์ที่พลังงานของโฟตอน 128 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ที่ปริมาณรังสี 100 มิลลิเรินเกน เพื่อดูการตอบสนองต่อรังสี และลักษณะ โกลว์เคิฟ พบว่าผลึกที่ได้จากการปลูกโดยเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของโซเดียม ซิลิกอน ตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.9 โมลเปอร์เซ็นต์ ให้โกลว์เคิฟที่มีตำแหน่งอุณหภูมิของพีคหลักอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 250 องศาเซลเซียส และปริมาณความเข้มข้นของสารเจือชนิดโซเดียม ซิลิกอนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ τ ความเข้มแสงที่ปล่อยออกมาจากผลึกมีค่าลดลง โดยพบว่าที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียม 0.2 โมลเปอร์เซ็นต์ คอปเปอร์ 0.05 โมลเปอร์เซ็นต์ และ โซเดียม, ซิลิกอน

0.15 โมลเปอร์เซ็นต์ จะให้ผลึกที่มีความเข้มแสงมากที่สุด ผลึกที่ได้จากรายงานนี้จะถูกนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้เป็น ที แอล ดี สำหรับวัดรังสีประจำบุคคล

2.5.5 Correcher V. and Delgado A. (1998) ได้ศึกษาแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ จากผลึกควอทซ์ในธรรมชาติเพื่อเป็นวัสดุตรวจวัดปริมาณรังสี โดยการให้ความร้อนที่อัตรา 5°C/s จนเพิ่มอุณหภูมิถึง $500-600^{\circ}\text{C}$ ตัวอย่างควอทซ์ที่ใช้ปริมาณ 5 mg แหล่งกำเนิดรังสีแกมมาที่ใช้ในการอาบรังสีตัวอย่างเป็น Cs-137

2.5.6 Murry, A.S. and Roberts, R.G. (1998) ได้ทำการวิจัยถึงวิธีการอาบรังสีในตัวอย่างควอทซ์ที่เรียกว่า single-aliquot ซึ่งหมายถึงใช้ตัวอย่างเดียวอ่านซ้ำหลายรอบ โดยใช้การอ่านรังสีที่ควอทซ์ได้รับจากธรรมชาติก่อนแล้วจึงนำตัวอย่างไปอาบรังสีที่ปริมาณต่าง ๆ กันเป็นรอบๆ ไปถ้าอาบรังสี 5 ค่าก็หมายถึงต้องนำตัวอย่างเดิมไปอาบและอ่านค่า TL 5 รอบ พบว่าค่าการปลดปล่อยแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนส์จะเปลี่ยนไป แต่ถ้าพิจารณาที่พีค 110°C พบว่าผลยังเป็นเส้นตรง ซึ่งวิธีการที่ผู้วิจัยนำเสนอเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความสามารถในการปลดปล่อยแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ลดลงเมื่อตัวอย่างถูกอ่านค่า TL และอาบรังสีหลายๆรอบ

2.5.7 Ranjbar A.H. ,Durrani S.A. and Randle K. (1999) ได้ศึกษาการวัดแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ (TL) และอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ (ESR) จากผงควอทซ์โดยดูผลกระทบของการบดเป็นผง ผลการศึกษาพบว่าการบดตัวอย่างควอทซ์ให้ค่าสัญญาณการวัดใน TL และ ESR ไปในทางตรงกันข้ามกันกล่าวคือใน TL ผลการวัดในตัวอย่างละเอียด (ขนาด $20-38\ \mu\text{m}$) จะให้ค่าสูงกว่าในตัวอย่างขนาดใหญ่ที่ยังไม่บด ส่วนใน ESR ขนาดที่เล็กลงยิ่งให้ค่าต่ำลง ซึ่งควอทซ์ที่บดจนละเอียดจะให้ผลการวัดต่ำมาๆจนเหมือนตัวอย่างไม่ได้ผ่านการรับรังสีเลย

2.5.8 Trautmann et al. (1998) ได้ศึกษาแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ ใน Feldspar เพื่อประโยชน์ในการกำหนดอายุ โดยเก็บตัวอย่าง Feldspar จากหินที่มี Feldspar เป็นส่วนประกอบ ตัวอย่างที่ได้จะถูกยืนยันด้วยการตรวจเอ็กเรย์ดิฟเฟรคชันและทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ตัวอย่างจะถูกอาบรังสีเบต้าจากแหล่งกำเนิด Sr-90 ตัวอย่างที่อาบรังสีแล้วจะนำไปอ่านค่าด้วยเครื่อง TL/OSL spectrometer

2.5.9 Trinkler et al. (1998) ได้ศึกษาคุณสมบัติการเกิดแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ ในเซรามิคประเภท AlN เซรามิค AlN นี้เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในส่วนที่เป็นฉนวน โดยมีสูตรเต็มๆคือ $\text{AlN}:\text{Y}_2\text{O}_3$ ในงานวิจัยนี้ นำ AlN ไปอาบรังสีแล้ววัดค่าเทอร์โมลูมิเนสเซนส์เพื่อเปรียบเทียบกับ

ค่าที่ได้จาก TLD ที่ใช้วัสดุอื่น เช่น LiF:Mg,Ti, LiF:Mg, Cu, P, ฯลฯ เพื่อที่จะหาวัสดุที่ให้ค่า high-sensitive TL materials โดยทำการอบรังสีจาก UV, Beta, แกมมาจาก Co-60 และ X-ray ผลการศึกษาพบว่า AlN มีฟีดเกิดขึ้น 1 ฟีดซึ่งมีฐานกว้างจากช่วงอุณหภูมิเริ่มต้นถึง 500 °C ที่ไม่ขึ้นกับชนิดของรังสี โดยผลการศึกษาสรุปได้ว่า AlN เป็นวัสดุเพื่อใช้วัดปริมาณรังสีที่ดี

2.5.10 Vaijapurkar, S.G., Raman, R. and Bhatnagar, P.K. (1997) ได้ศึกษาการปลดปล่อยแสงเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ ในตัวอย่างทรายจาก Rajasthan ซึ่งวัดปริมาณรังสีแกมมา โดยคุณลักษณะของโกลว์เคฟมาเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดรังสีมาตรฐานระหว่าง 0.05-5.0 kGy พบว่า ฟีดจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อทิ้งตัวอย่างที่อบรังสีแล้วไว้เกิน 3 เดือน และจากการศึกษาได้ข้อสรุปว่าตัวอย่างที่อบรังสีแล้วจะต้องอ่านภายใน 2 สัปดาห์จึงจะให้ผลเที่ยงตรง

2.5.11 Wintle, A.G. and Murray, A.S. (1999) ได้ศึกษาผลกระทบเรื่องเวลาที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งมีอายุ 30,000 ปีทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 160-280 °C เป็นเวลาดังแต่ 10 วินาทีถึง 22 ชั่วโมง ทำการศึกษาฟีด TL ที่ 110 °C พบว่าค่าที่ได้มีการเปลี่ยนแปลง