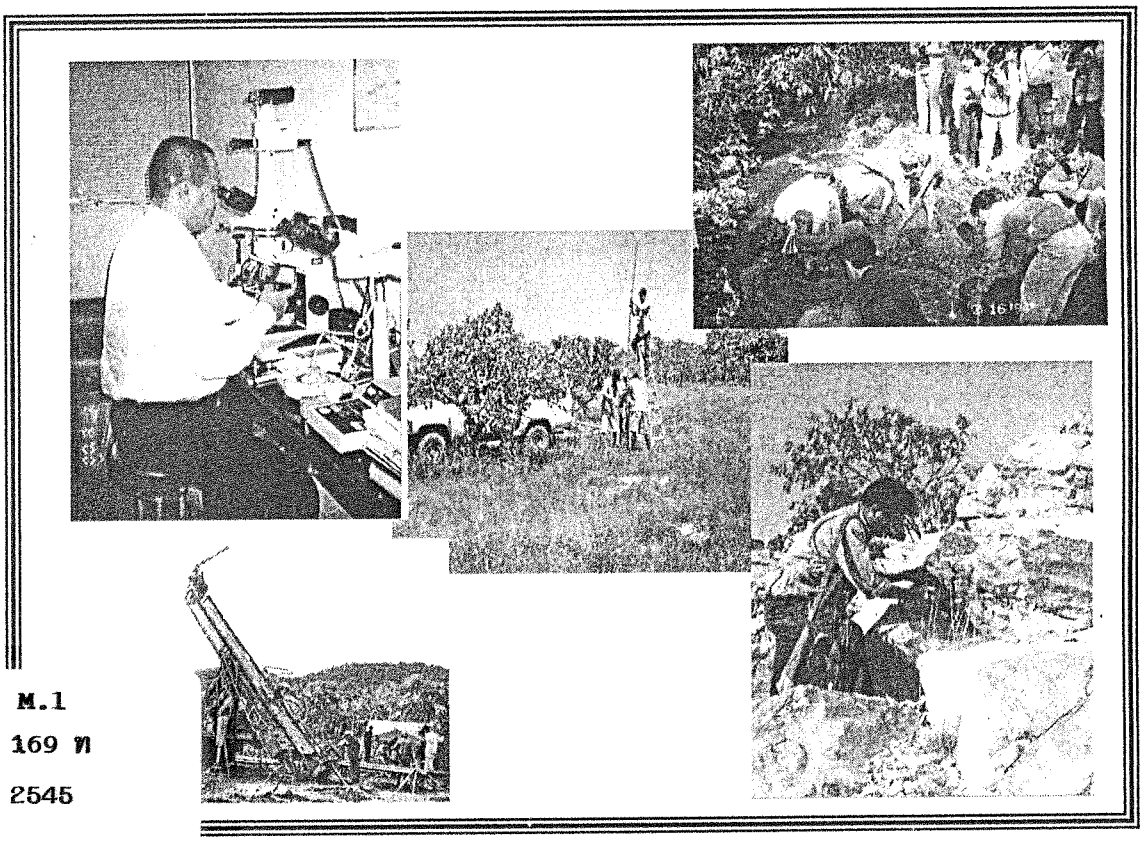
เอกสารประกอบการบรรยาย

โครงการฝึกอบรม

“เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่”

วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545



M.1
ก 169 ท
2545

จัดทำโดย

ระบบงานพัฒนาบุคลากร เทคโนโลยี และการเผยแพร่ข้อมูล

กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

2545

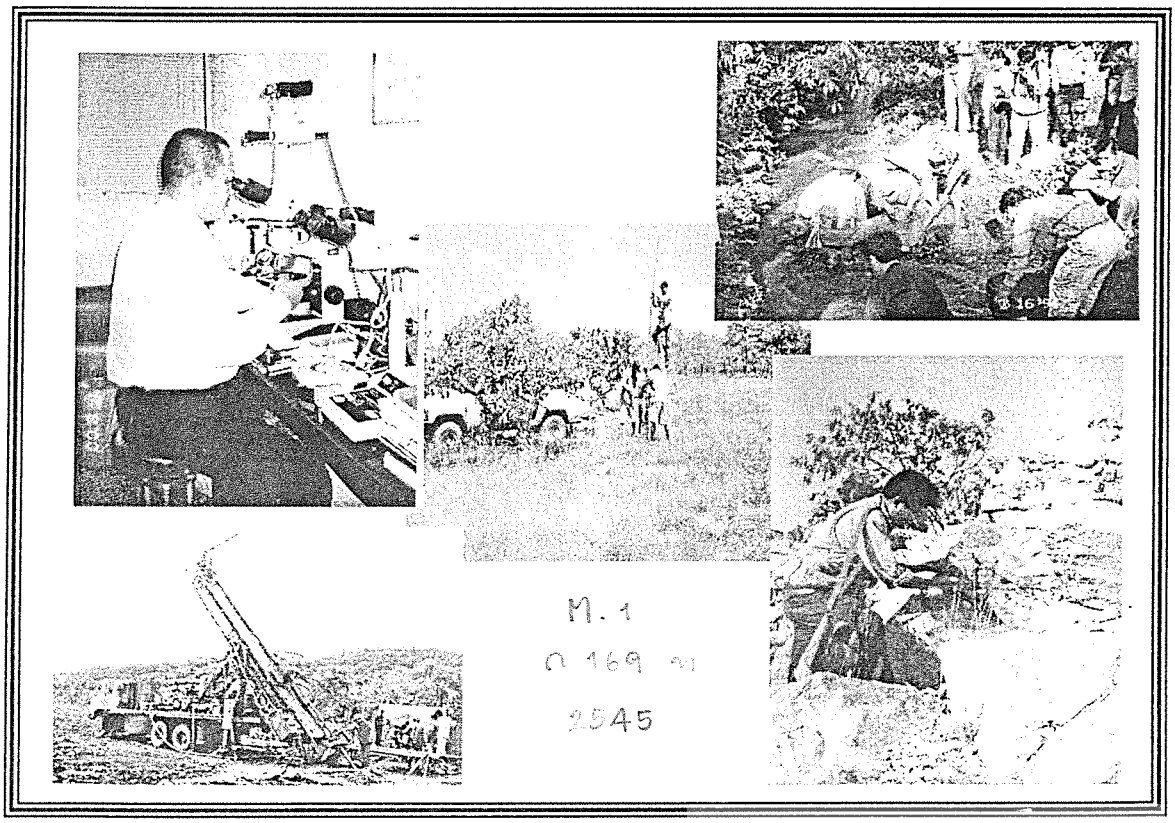
เอกสารนี้เป็นสิทธิของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารประกอบการบรรยาย

โครงการฝึกอบรม

“เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่”

วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545



ท.1
ด 169 ก
2545

จัดทำโดย

ระบบงานพัฒนาบุคลากร เทคโนโลยี และการเผยแพร่ข้อมูล

กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

2545

ห้องสมุดกรมทรัพยากรธรณี
DMR Library
41176 0000039810

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
รายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม	ข
ประโยชน์ของธรณีฟิสิกส์ทางอากาศต่อการสำรวจธรณีวิทยาและแหล่งแร่	1
ศักยภาพทางแร่ในประเทศไทย	8
การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่กับโครงการเร่งรัดสำรวจและทรัพยากรแร่	28
แร่และทฤษฎีการเกิดแร่	36
ธรณีฟิสิกส์กับการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่	44
การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศกับการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่	55
การสำรวจแร่นอกชายฝั่งทะเล	65
แร่โลหะพื้นฐานที่สำคัญในประเทศไทย	79
แร่อุตสาหกรรมที่น่าสนใจ	90
แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย	115
แร่หนักและแร่หายากในประเทศไทย	128
การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่	136
การประเมินทรัพยากรแร่	146
แร่รัตนชาติในเมืองไทย	158

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

คำนำ

การฝึกอบรม “เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่” ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญเพื่อเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจ และสร้างเสริมศักยภาพของนักธรณีวิทยาภายในกองเศรษฐธรณีวิทยา ให้เกิดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงกระบวนการเกิดของแร่ต่าง ๆอันจะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้สำหรับการสำรวจหาแร่ ซึ่งเป็นภาระกิจหลักของกองเศรษฐธรณีวิทยาต่อไป

เนื้อหาของการฝึกอบรมครั้งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นภาคบรรยาย ซึ่งจัด ณ ห้องประชุม กศ. โดยจะเน้นเกี่ยวกับทฤษฎีการเกิดของแร่ชนิดต่าง ๆ และการใช้เทคนิคสาขาต่าง ๆ ในการสำรวจหาแร่ ส่วนที่สองเป็นการทัศนศึกษาเยี่ยมชมแหล่งแร่ที่สำคัญ ๆ ที่ยังมีการผลิตอยู่บริเวณภาคกลางและภาคเหนือของประเทศไทย โดยรับเกียรติจากนักธรณีวิทยาจากกองเศรษฐธรณีวิทยา และกองธรณีวิทยาที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ เป็นวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

เอกสารประกอบการฝึกอบรมนี้ รวบรวมเนื้อหาของการบรรยายหัวข้อต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมรับการฝึกอบรมได้นำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในลักษณะที่เป็นคู่มือและการอ้างอิงในเบื้องต้น ซึ่ง กศ. ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งจากวิทยากรในโครงการ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์กับผู้ใช้ตามสมควร จึงใคร่ขอแสดงความขอบคุณวิทยากรและเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนช่วยในการจัดการฝึกอบรมครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

(นายสมัย เจียมจินดารัตน์)
ผู้อำนวยการกองเศรษฐธรณีวิทยา

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

รายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม “เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่”

	รายชื่อ	ตำแหน่ง	
1. น.ส. ปิยรัตน์	บุญมา	นักธรณีวิทยา 3	ฝ.กมร.
2. น.ส. อรอุมา	สุ่มมาตย์	นักธรณีวิทยา 3	ฝ.กมร.
3. น.ส. ขวัญใจ	กัฬหะสุต	นักธรณีวิทยา 3	ฝ.สธฟ.
4. น.ส. วันเพ็ญ	อ่วมใจบุญ	นักธรณีวิทยา 3	ฝ.สธค.
5. น.ส. พัชรา	สังข์เงิน	นักธรณีวิทยา 3	ฝ.ศธบ.
6. นายสุรศักดิ์	มีตุวงศ์	นักธรณีวิทยา 3	ฝ.สธค.
7. นายศุภวิชญ์	ยอแสงรัตน์	นักธรณีวิทยา 4	ฝ.สธฟ.
8. นายวชิราชัย	ศักดิ์อาภา	นักธรณีวิทยา 4	ฝ.สธฟ.
9. นายสถาพร	กาวิเนตร	นักธรณีวิทยา 4	ฝ.รอก.
10. น.ส. อภิรดี	สุวรรณทอง	นักธรณีวิทยา 4	ฝ.รอก.
11. น.ส. ธีระพร	สุประดิษฐ์อาภรณ์	นักธรณีวิทยา 4	ฝ.ศธบ.
12. นายพิทักษ์	เทียมวงศ์	นักธรณีวิทยา 4	กธ.
13. น.ส. สุภาภรณ์	รุ่งสุวรรณ์สกุล	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.สธค.
14. น.ส. กฤตยา	ปัทมาลัย	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.รช.
15. นายพีรวุติ	ตันสกุล	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.ทธท.
16. นายอนุชิต	วิจิตรเฉลิมพงษ์	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.ปจร.
17. นายเกริกสิน	อิธถาฤทธิ์	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.ตส.
18. นายธวัชชัย	เชื้อเหล่าวานิช	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.รช.
19. นายวิชาญ	มุงคุณ	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.รล
20. ว่าที่ ร.ต. ยอดยิ่ง	มาน้อย	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.รล.
21. นายยงยุทธ	ฉัตรภาคพงศ์	นักธรณีวิทยา 5	ฝ.ทธท.
22. นายนรรัตน์	บุญกันภัย	นักธรณีวิทยา 5	กธ.
23. นายนิมิตร	ศรคลัง	นักธรณีวิทยา 6	ฝ.กมร.
24. น.ส. วรลักษณ์	แสงมณี	นักธรณีวิทยา 6	ฝ.ปจร
25. นายวีระวัฒน์	ธิติสวรรค์	นักธรณีวิทยา 6	กธ.
26. นายพิสิทธิ์	ยวงเดชกล้า	นักธรณีวิทยา	ฝ.รอก.
27. นายอุดม	จำรัสไว	นักธรณีวิทยา	ฝ.รอก.
28. นายสายยันต์	อินทะสร้อย	นักธรณีวิทยา	ฝ.รอก.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

4117

ประโยชน์ของธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ ต่อการสำรวจธรณีวิทยาและแหล่งแร่

ดัดแปลงจาก สมศักดิ์ โพธิสัตย์ (2531)

บทนำ

การสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาทั่วประเทศเป็นงานด้านวิชาการพื้นฐานซึ่งรัฐมีหน้าที่ที่จะต้องจัดให้มีขึ้นเนื่องจากเป็นข้อมูลขั้นต้นที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการสำรวจหาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ จำพวกแร่ธาตุ ดิน น้ำ และพลังงาน เพื่อจักได้วางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินสูงสุดในด้านทรัพยากรธรณี และแผนที่ธรณีวิทยาที่แสดงข้อมูลรายละเอียดพอประมาณ ที่นิยมใช้กันคือ มาตราส่วน 1: 250,000 และ 1: 50,000

กรมทรัพยากรธรณี เริ่มดำเนินการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยา สามารถผลิตและเผยแพร่แผนที่ธรณีวิทยามาตั้งแต่ พ.ศ. 2491 จนถึงปัจจุบัน กองธรณีวิทยาสามารถผลิตและเผยแพร่แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1: 250,000 และมาตราส่วน 1: 50,000 จำนวนหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามยังมีพื้นที่ของประเทศไทยที่ยังไม่ได้รับการสำรวจและทำแผนที่ธรณีวิทยาในมาตราส่วนที่เหมาะสมอยู่อีกมาก ทั้งนี้เนื่องจากการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาทั่วประเทศนั้น เป็นสิ่งที่ต้องการทั้งเวลา ค่าใช้จ่าย และกำลังคนที่มีความรู้เฉพาะทางจำนวนมาก และนอกจากนั้นยังต้องอาศัยระบบการจัดการที่ดี อีกด้วย

ในเมื่อเราไม่สามารถที่จะทำการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาทั่วประเทศกันได้ทั้งกลางวันและกลางคืน เนื่องจากมีข้อจำกัดมากมาย แต่ในขณะเดียวกันก็มีความจำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยามาใช้ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านทรัพยากรดังกล่าว จึงทำให้เกิดการนำเอาเทคนิควิธีการต่างๆ ทั้งทางฟิสิกส์และเคมีเข้ามาช่วย เพื่อย่นระยะเวลาให้สั้นเข้าและนำเอาเงินทุนมาลงทุนในระยะเริ่มต้น เพื่อให้เห็นผลในระยะเวลาอันสั้นแทนการค่อยๆ ควักกระเป๋าจ่ายในระยะเวลานาน

การนำเอาเทคนิคการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ และจากภาพถ่ายดาวเทียมมาช่วยในการสำรวจ ทำแผนที่ธรณีวิทยา ก็เป็นเทคนิคหนึ่งในหลายๆ อย่างที่ช่วยย่นระยะเวลาและค่าใช้จ่ายได้ไม่น้อยทีเดียว แต่สิ่งที่ได้จากการแปลความหมายภาพถ่ายดังกล่าว ก็เป็นเพียงการคาดคะเนอย่างมีระบบ และเทียบเคียงลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลบนพื้นผิวโลกเท่านั้น การที่จะทราบข้อมูลที่ลึกลงไปใต้ดินในระดับหนึ่งจึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางธรณีวิทยาและฟิสิกส์ หรือธรณีฟิสิกส์ มาช่วยในการหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของชั้นหิน หรือแหล่งแร่ที่ซุกซ่อนอยู่ใต้ดิน เช่น การวัดคุณสมบัติในการยอมรับความเป็นแม่เหล็ก (magnetic susceptibility) การแผ่กัมมันตรังสี (radioactivity) การนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ความหนาแน่น (density) และการสั่นสะเทือน (seismic) เป็นต้น โดยใช้เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อวัดค่าต่างๆ ของหินและแร่ ที่ประกอบกันเป็นพื้นโลก ทั้งนี้เนื่องจากแร่และหินที่ต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์แตกต่างกัน

การสำรวจวัดคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของหินและแร่นั้น อาจกระทำได้ทั้งทางภาคพื้นดินและทางอากาศจะกระทำได้รวดเร็วกว่า และใช้เวลาอันสั้นกว่าแต่ได้พื้นที่สำรวจมากกว่า ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกจะค่อนข้างสูงมากแต่เมื่อเทียบระยะเวลา ประโยชน์ใช้สอยและพื้นที่สำรวจแล้ว ค่าใช้จ่ายในการบินสำรวจจะถูกกว่าการสำรวจภาคพื้นดินอย่างเดียว ดังนั้น การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจึงเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการสำรวจหาแหล่งน้ำมันปิโตรเลียมขั้นต้น และการที่จะเลือกว่าจะใช้วิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศวิธีใดก็ขึ้นอยู่กับประโยชน์ที่จะนำมาใช้สอยเป็นสำคัญ แต่วิธีที่นิยมกันมากตามลำดับคือ การสำรวจวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก (aeromagnetic surveys) การสำรวจวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสี (airborne radiometric surveys) การสำรวจวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางอากาศ (airborne electromagnetic surveys)

อย่างไรก็ตาม การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ จะกลายเป็นการตำน้ำพริกละลาย หรือจะเข้าทำนองขี่ช้างจับตั๊กแตนทันที ถ้ามิได้มีการนำเอาผลการสำรวจนั้นมาใช้

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ประโยชน์ให้คุ้มค่าเงินที่ได้ลงทุนไป จึงมีเอตทัคคะทางธรณีฟิสิกส์หลายท่านได้เขียนแนะนำไว้ในตำราและบทความที่เกี่ยวกับการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศว่าประโยชน์ใช้สอยสูงสุดที่จะได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศนั้น จะเกิดจากการบรรจุเอาไว้เป็นส่วนหนึ่งของแผนการสำรวจทำแผนที่ โดยมีการวางแผนการสำรวจที่เหมาะสม มีการเลือกและจัดลำดับพื้นที่อย่างระมัดระวัง ได้รับการสนับสนุนด้านข้อมูลจากนักธรณีวิทยาที่มีความรู้ในพื้นที่สำรวจอย่างดี ในขั้นการแปลความหมายข้อมูลและมีระบบการจัดการที่ดีในการวางแผนและการสำรวจติดตามผลภาคพื้นดิน รวมทั้งการนำข้อมูลจากการสำรวจติดตามผลภาคพื้นดินมาประกอบแล้วแปลความหมายใหม่ เพื่อจะได้เผยให้เห็นถึงสิ่งซ่อนเร้นที่อาจยังแก้ปัญหาไม่ได้ในขั้นตอนจัดเก็บข้อมูล

ดังนั้นสำหรับบริษัท หรือหน่วยงานเอกชนถ้ายังไม่มีความพร้อมในด้านตัวบุคคลหรือ technical know how แล้วมักจะเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย และค่าใช้จ่ายของวิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศกับวิธีการอื่นๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วน ทั้งนี้เพราะเอกชนไม่อาจรับภาระอัตราเสี่ยงที่สูง โดยมีอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนที่ต่ำได้ จึงเป็นหน้าที่ของรัฐในการที่จะต้องจัดหาข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เหล่านี้ไว้บริการเพื่อดึงดูดความสนใจ ให้มีการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมเหมืองแร่ และพลังงานจากปิโตรเลียม หรือก๊าซธรรมชาติมากขึ้น

แผนที่ธรณีฟิสิกส์ทางอากาศนั้น เพื่อให้เข้าใจได้ชัดเจนขึ้นก็เปรียบได้กับแผนที่ธรณีวิทยานั่นเอง ต่างกันแต่เพียงว่าแผนที่ธรณีฟิสิกส์ทางอากาศใช้เวลาในการสำรวจทำแผนที่ได้ในระยะเวลาที่รวดเร็วกว่าในพื้นที่ขนาดเดียวกัน สำรวจได้หลายวิธีในคราวเดียวกัน และไม่มีขีดจำกัดในด้านการคมนาคม ความรกชัฏของป่าไม้ ความสูงชันของภูมิประเทศ แหล่งน้ำหรือความหนาของชั้นดินที่ปกคลุมอยู่ (ยกเว้นในกรณีของการสำรวจวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสี) ยกตัวอย่างเช่นในแผนที่แสดงค่าความเข้มสนามแม่เหล็กทางอากาศ (aeromagnetic map) จะแสดงให้เห็นความแตกต่างของหินที่มีความเป็นแม่เหล็ก (magnetic rock) และหินที่ไม่มีความเป็นแม่เหล็ก (non-magnetic rock) ลักษณะโครงสร้างของชั้นหินเป็นต้น อันเป็นสิ่งที่สะท้อนให้ทราบถึงลักษณะโครงสร้าง และชนิดหินที่ถูกชั้นหินหนาๆ ปิดทับอยู่ได้ ซึ่งแผนที่ธรณีวิทยาไม่สามารถบ่งบอกข้อมูลที่ซุกซ่อนอยู่ใต้ชั้นดินหนาๆ เช่นนี้ได้ แต่อย่างไรก็ตามการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศก็ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง เช่น พื้นที่ที่จะสำรวจจะต้องมีขนาดใหญ่เหมาะแก่การบินสำรวจและจะต้องมีทัศนวิสัยของสภาพภูมิอากาศดีพอ นอกจากนั้นข้อมูลที่ได้ก็ไม่ใช่เป็นข้อมูลเบ็ดเสร็จ แต่จะต้องนำเอาข้อมูลและแผนที่ธรณีฟิสิกส์ทางอากาศมาแปลความหมาย และหากต้องการทราบละเอียดหรือความชัดเจนเพิ่มขึ้น ก็จะต้องติดตามสำรวจภาคพื้นดินเฉพาะแหล่งเพิ่มขึ้น

ตรรกของการสำรวจทำแผนที่

แผนที่แต่ละชนิดย่อมแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ที่จะนำเอาแผนที่นั้นไปใช้ประโยชน์เป็นสำคัญ ดังรายละเอียดและเทคนิควิธีการในการสำรวจทำแผนที่แต่ละชนิดย่อมแตกต่างกันไป เช่น การสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาอาจจะมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการหาแหล่งน้ำ แหล่งแร่ สำรวจหาน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ หรืออาจเป็นการสำรวจเพื่อสนับสนุนงานวิศวกรรม สำรวจเพื่อการศึกษาค้นคว้า และวิจัย ซึ่งโดยปกติแล้วรัฐบาลของประเทศต่างๆ จะเป็นผู้ลงทุนสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาขึ้นทั่วประเทศ เพื่อจักได้ใช้ข้อมูลพื้นฐานทั้งในเชิงวิทยาศาสตร์และเชิงพาณิชย์ แต่ไม่ว่าจะทำแผนที่ธรณีวิทยาเพื่อวัตถุประสงค์ใดก็ตาม สามารถแบ่งขั้นตอนการทำออกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการสำรวจเก็บข้อมูล โดยการสังเกตจากปรากฏการณ์ทางสภาพธรณีวิทยา ซึ่งอาจจะกระทำเพียงคนเดียวหรือหลายคน ในบางพื้นที่ที่มีความซับซ้อนมากๆ อาจต้องระดมพลังความรู้ความคิดและพลังกายของนักธรณีวิทยา และอาจต้องใช้เวลาเป็นแรมปีกว่าจะได้แผนที่ธรณีวิทยาขึ้นมา อาจต้องมีการเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ห่างไกลกันข้ามประเทศข้ามทวีปก็มี ในขั้นตอนนี้หินจะถูกจำแนกชนิดและจัดกลุ่ม จัดแบ่งอายุการกำเนิดและการตกตะกอน ตามหลักฐานทางธรณีประวัติ ลักษณะโครงสร้าง รอยเลื่อน รอยคดโค้งบิดเบี้ยวของชั้นหิน และความสัมพันธ์ระหว่างหินแต่ละชนิด และแต่ละยุค ซึ่งแน่ละนักธรณีวิทยามิได้เดินสำรวจทุกตารางนิ้วแน่ๆ จึงต้องมีขั้นตอนต่อไป

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนแรกแล้วนำมาประมวลลงในแผนที่ เส้นแบ่งชนิดหรือชั้นหินพร้อมด้วยสัญลักษณ์ของหินและโครงสร้างต่างๆ จะถูกกำหนดและลากลงบนแผนที่ สิ่งเหล่านี้เป็นผลจากการแปลความหมายข้อมูลเบื้องต้น เช่น นักธรณีวิทยาอาจติดตามชั้นหินชนิดหนึ่งมาได้ตลาดเป็นระยะทางหลายกิโลเมตรแต่แล้วถึงจุดหนึ่งหินชนิดนั้นเปลี่ยนไปเป็นหินชนิดอื่นอย่างทันที แต่สามารถติดตามในแนวที่เยื้องออก

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไปในทิศทางที่ตัดกับแนวการวางตัวของชั้นหิน และแนวแตกและเลื่อนออกจากกันของชั้นหินก็ถูกดินกลบหมด แต่ก็อาจลงเครื่องหมายไว้ในแผนที่ว่าเป็นแนวเหลื่อมของชั้นหิน ซึ่งเป็นผลจากการรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลเบื้องต้นนั่นเอง และหลังจากที่ได้แผนที่ธรณีวิทยาแล้วก็อาจจะทำการแปลความหมายข้อมูล และแผนที่โดยละเอียดอีกว่าถ้ามีรูปแบบของรอยแตก รอยเหลื่อมของชั้นหินอย่างนี้ และมีหินที่อาจเป็นต้นกำเนิดของแร่ชนิดนั้นชนิดนี้แล้วเราจะมีโอกาสพบแหล่งแร่อะไรในลักษณะอย่างไร และเมื่อแปลความหมายโดยละเอียดแล้วก็จะต้องมีการตรวจสอบภาคสนามว่าที่แปลไว้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด แล้วนำข้อมูลที่ได้เพิ่มเติมมาประกอบและแปลความหมายแล้วตรวจสอบจนกว่าจะพิสูจน์ได้ว่าบริเวณนั้นไม่มีแหล่งแร่ หรือมีแหล่งแร่แต่ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน หรือเป็นแหล่งแร่ขนาดใหญ่หรือพูดอีกนัยหนึ่งคือมีการแปลความหมาย และตรวจสอบหาข้อมูลเพิ่มเติมจนกว่าจะบรรลุเป้าหมายที่วางไว้นั่นเอง

เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาที่มีแนวการคดโค้งของชั้นหินที่ถูกแปรสภาพอย่างรุนแรงหรือบริเวณหินอัคนีกับการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาในบริเวณที่เป็นหินชั้น ที่วางตัวตามลำดับชั้นอย่างเรียบง่ายนั้นย่อมแตกต่างกันในรายละเอียดแน่นอน ถึงแม้ว่าจะมีขั้นตอนการสำรวจดังกล่าวข้างต้นก็ตาม และเช่นเดียวกันในการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศก็ย่อมแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งก็จะแตกต่างกันในเทคนิคและวิธีการ เช่น การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศเพื่อหาโครงสร้างของแอ่งเก็บกักน้ำมัน (oil type survey) ย่อมแตกต่างจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศเพื่อหาแหล่งแร่ (mineral type survey) หรือการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศทั่วไป (regional type survey)

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศไม่ว่าจะเพื่อหาน้ำมัน หาแหล่งแร่ หรือหาข้อมูลทั่วไปก็ตาม ก็มีขั้นตอนการดำเนินการ 2 ขั้นตอน เช่นเดียวกับการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยา คือ

1. ขั้นตอนการบินสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ และ
2. ขั้นตอนการประมวล วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูล

1. ขั้นตอนการบินสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ

เทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการเก็บข้อมูลก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะนำเอาข้อมูลไปใช้เป็นสำคัญ คือ

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศเพื่อหาโครงสร้างของแอ่งเก็บกักน้ำมัน (oil type survey) นิยมใช้การสำรวจวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กทางอากาศ (aeromagnetic survey) เป็นหลัก โดยบินที่ระดับความสูงคงที่ ปกติมักจะอยู่ระหว่าง 500 ถึง 1,000 เมตร เหนือระดับความสูงเฉลี่ยของพื้นดิน และมีระยะห่างของแนวบินแต่ละแนวห่างกัน 2 ถึง 5 กม. และมักจะบินเหนือพื้นที่บริเวณที่เป็นหินชั้นที่มีความเป็นแม่เหล็กค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เพื่อจะได้นำข้อมูลมาพิจารณาหาค่าความลึกของชั้นหินที่รองรับ ซึ่งอาจจะมีความเป็นแม่เหล็กสูงกว่าชั้นหินที่ปิดทับอันจะทำให้ทราบถึงลักษณะโครงสร้างของแอ่งเก็บกักน้ำมันได้

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศเพื่อหาแหล่งแร่ (mineral type survey) มักใช้วิธีการสำรวจวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายๆ วิธีประกอบกัน ทั้งนี้โดยพิจารณาจากขีดความสามารถของแต่ละเทคนิควิธีการ ประกอบกับคุณสมบัติของแร่ที่ต้องการสำรวจหาด้วยเป็นหลัก เช่น การสำรวจวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กจะสามารถแสดงความแตกต่างของชนิดหินได้ นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของหิน เช่น รอยเหลื่อม รอยแตก แนวการคดโค้ง แนวพนัง (dyke) และโดยเฉพาะบริเวณที่มีการรวมตัวของแร่ที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กทั้งหลายอย่างเป็นกลุ่มเป็นก้อน

ส่วนการสำรวจวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสี ก็สามารถบ่งบอกปริมาณความเข้มของรังสีแกมม่าที่แผ่กระจายออกมาจากหิน หรือแร่ที่มีส่วนประกอบของธาตุยูเรเนียม ทอเนียม และโปแตสเซียม-40 ดังนั้น การสำรวจวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสีจึงสามารถบ่งบอกความแตกต่างของหินที่มีส่วนประกอบของแร่ธาตุต่างๆ เหล่านี้ในบริเวณที่แตกต่างกัน เช่น หิน acid rock เช่น หินแกรนิตเป็นต้น จะให้ค่าความเข้มกัมมันตรังสีสูงกว่าหิน basic rock และที่สำคัญคือ เป็นวิธีที่ใช้สำรวจหาแหล่งแร่ยูเรเนียม ทอเนียม และสายเพกมาไทต์ที่มีแร่ยูเรเนียมสูงโดยเฉพาะ และอาจนำไปประยุกต์ใช้กับการสำรวจหาแหล่งแร่หนักที่มีธาตุไทเทเนียม เซอร์โคเนียม แทนทาลัม ไนโอเบียม และแร่หายาก (rare earth) ได้ นอกจากนั้นยังอาจนำไปใช้หาตำแหน่งของหินคาร์โบเนไทต์ (carbonatite) และหินคิมเบอร์ไลต์

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

(kimberlite) ซึ่งเป็นหินที่ให้เพชรได้ด้วยเนื่องจากหินจำพวกนี้ให้ค่าอัตราส่วนของ U/Th ที่ต่ำมาก

สำหรับการสำรวจด้วยวิธีวัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางอากาศนั้น สามารถที่จะบ่งให้เห็นความผิดปกติของชั้นหินที่เกิดจากแร่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นสื่อนำไฟฟ้าที่ดีว่ามีชุกซ่อนอยู่ที่ใด แต่มีข้อจำกัดที่แหล่งแร่นั้นจะต้องอยู่ไม่ลึกจากผิวดินมากนัก โดยเฉพาะแหล่งแร่ประเภทซัลไฟด์ และ base metal เช่น ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี และนิกเกิล เป็นต้น และนอกจากนั้นยังสามารถบ่งบอกถึงชั้นหินที่ไม่มีคุณสมบัติในการเป็นสื่อนำไฟฟ้าเลยก็ได้ เช่น ชั้นลิกไนต์ หรือหินเกลือเบอร์ไลต์ ซึ่งเป็นหินต้นกำเนิดของเพชรเป็นต้น

ดังนั้นการออกแบบข้อกำหนดเกี่ยวกับระดับความสูง และระยะห่างของแนวบิน จึงอยู่กับชนิดและธรรมชาติของแหล่งแร่ที่จะสำรวจหา และวิธีการสำรวจที่เลือกใช้ และรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องการเป็นหลัก ยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการบินสำรวจเหนือพื้นที่ซึ่งค่อนข้างราบหรือภูมิประเทศไม่ขรุขระสูงชันนัก และต้องการบินวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กอย่างเดียว ก็อาจจะกำหนดให้บินที่ระดับความสูงคงที่เหนือระดับความสูงเฉลี่ยของภูมิประเทศ 150 เมตร และมีระยะห่างระหว่างแนวบิน 400 ถึง 800 เมตร เป็นต้น ซึ่งในกรณีเช่นนี้สามารถที่จะบินด้วยเครื่องบินปีกแข็ง ซึ่งจะประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาได้ แต่ถ้าต้องการพ่วงเอาการสำรวจวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสี และสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าด้วย แต่หากสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาเขาขรุขระสูงชันด้วยละก็จะต้องบินด้วยเครื่องเฮลิคอปเตอร์ซึ่งสามารถไต่ระดับได้ดีกว่าเครื่องบินปีกแข็ง และแทนที่จะบินที่ระดับความสูงคงที่กลับต้องบินไต่ระดับภูมิประเทศ หรือที่เรียกว่า mean terrain clearance โดยพยายามบินรักษาระดับความสูงของเครื่องบินจากระดับภูมิประเทศเฉลี่ยไว้ตลอดเวลา เป็นต้น

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศทั่วไป (regional type survey) ซึ่งปกติจะเป็นการสำรวจเบื้องต้นทั่วๆ ไป (reconnaissance) เพื่อสำรวจหาหน่วยหินหรือโครงสร้างทางธรณีวิทยาขนาดใหญ่ จึงมักสำรวจคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างขวาง และมักจะใช้วิธีสำรวจวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กอย่างเดียว หรืออาจพ่วงเอาการสำรวจวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสีในคราวเดียวกันเลยก็ได้ โดยบินสำรวจที่ระดับความสูงประมาณ 300 เมตร เหนือพื้นดินและมีระยะห่างระหว่างแนวบิน 2 กม. แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและความรู้ทางด้านธรณีวิทยาของบริเวณที่จะสำรวจด้วยเช่นกัน

2. ขั้นตอนการประมวล วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจะมีจำนวนมากมหาศาลจึงจำเป็นที่ผู้ทำการสำรวจจะต้องมีระบบการจัดการข้อมูลที่ดี ซึ่งปัจจุบันเป็นหน้าที่ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลดิบที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ แก้ค่าและปรับค่าต่างๆ ให้ถูกต้อง ก่อนที่จะนำมาประมวลผลแสดงออกมาในรูปของแผนที่และภาพตัดขวางที่แสดงค่าความเข้มต่างๆ ตามที่ต้องการซึ่งอาจแสดงออกด้วยเส้นชั้น (contour) ความเข้มฯ หรือเป็นสีต่างๆ กัน จากนั้นจึงนำเอาแผนที่ธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ แผนที่ธรณีวิทยา และข้อมูลต่างๆ ข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลทางธรณีวิทยาสาขาต่างๆ มาประมวลกันเพื่อแปลความหมาย

ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุดอยู่ที่การแปลความหมายข้อมูล ประโยชน์ที่จะได้รับจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจะมากหรือน้อยนั้นอยู่ที่คุณภาพของผลการแปลความหมายข้อมูลซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของข้อมูลต่างๆ ที่นำมาประกอบการแปลความหมายและความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของผู้แปลความหมายเป็นสำคัญ ดังนั้นผู้ที่มีหน้าที่จึงควรสำรวจดูสิ่งเหล่านี้เสียก่อนว่า

- รู้อะไรบ้าง ในพื้นที่ที่ทำการสำรวจและแปลความหมาย นั่นคือขั้นตอนการรวบรวมและศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่
- มีอะไรบ้าง หรือส่วนไหนบ้างที่ยังไม่มีความรู้ ซึ่งจะต้องศึกษาค้นคว้า หรือสำรวจเพิ่มเติม
- ต้องการที่จะรู้อะไรในพื้นที่สำรวจนั้น นั่นคือต้องรู้วัตถุประสงค์และเป้าหมายที่แน่ชัดเสียก่อน มิฉะนั้นจะเสียเวลาในการแปลความหมายไปโดยใช่เหตุ ยกตัวอย่างเช่น การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศในพื้นที่หนึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาแหล่งแร่ แต่ผู้แปลความหมายไปเสียเวลากับการคำนวณหาความลึกของแอ่งสะสมตัวของชั้นหินตะกอนที่มีความเป็นแม่เหล็กต่ำ ซึ่งปิดทับชั้นหินที่มีความเป็นแม่เหล็กสูงที่วางตัวอยู่ข้างใต้ (magnetic basement) เป็นต้น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

● ทำไมจึงต้องบินสำรวจและทำไมจึงไม่ใช้การสำรวจวิธีอื่น อาจเป็นเพราะป่าทึบเกินไป ทางคมนาคมไม่สะดวกหรือไม่มีหินโผล่เนื่องจากชั้นดินปกคลุมหนา หรืออื่นๆ เป็นต้น

เมื่อสามารถตอบคำถามทั้งสี่ข้อดังกล่าวแล้ว ผู้แปลความหมายจะได้ทราบว่าสิ่งที่จะต้องทำนั้นมีอะไรบ้าง และจะมุ่งหรือวางแผนการทำงานอย่างไร จะแปลความหมายเพื่อวัตถุประสงค์อะไร

การแปลความหมายเพื่อหาแหล่งแร่นั้น มักจะมุ่งไปที่การสร้างรูปแบบ (pattern) ของหินหรือแหล่งแร่ที่มีความเป็นแม่เหล็กว่าจะมีรูปร่างอย่างไร ขนาดไหน วางตัวอยู่ในลักษณะอย่างไร อยู่ลึกหรือตื้นอย่างไร

การแปลความหมายเพื่อหาโครงสร้างแอ่งกักเก็บน้ำมัน มักจะมุ่งไปที่การสร้างลักษณะของแอ่ง โดยการคำนวณหาความลึกของชั้นหินที่มีความเป็นแม่เหล็ก (magnetic basement) ซึ่งถูกปิดทับด้วยหินตะกอนที่มีความเป็นแม่เหล็กต่ำกว่า

การแปลความหมายเพื่อหาข้อมูลทั่วๆ ไป มักจะมุ่งความสนใจไปที่การสร้างรูปแบบของโครงสร้างทางธรณีวิทยาของพื้นที่และคุณสมบัติทางแม่เหล็กหรือการแผ่กระจายกัมมันตรังสีของกลุ่มหินที่สำคัญๆ ซึ่งอาจนำไปสู่การค้นพบอะไรบางอย่างซึ่งซุกซ่อนความหมายในลักษณะนี้ จึงมักจะเป็นการคัดเลือกและจำแนกลำดับความสำคัญของพื้นที่เพื่อทำการสำรวจรายละเอียดต่อไป

ขั้นตอนของการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ อาจจำแนกได้ดังนี้

1) ศึกษาแผนที่และข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์ทางอากาศแบบต่างๆ โดยแยกศึกษาเฉพาะวิธีก่อน เช่น ศึกษาเฉพะข้อมูลด้านแม่เหล็กอย่างเดียว เป็นต้น เสร็จแล้วจึงนำผลการศึกษาของแต่ละวิธีมาพิจารณาร่วมกันว่าในพื้นที่ที่จะแปลความหมายนั้นน่าจะมีลักษณะหรือสภาพธรณีวิทยาเป็นอย่างไร มีรูปแบบของการแปรสัณฐานของเปลือกโลก (tectonic style) เป็นอย่างไร

2) จำกัดจุดมุ่งหมายของการแปลความหมายแต่ละครั้งลงให้แคบเข้าว่าต้องการค้นหาความหมายทางด้านไหน เพื่อจะได้หาต่อไปว่าลักษณะธรณีวิทยาที่คาดหวังไว้นั้นควรเป็นเช่นไร

3) คำนวณหาขนาด รูปร่าง การวางตัวและความลึกของสิ่งที่ต้องการจากแผนที่และข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ เช่น หา magnetic body หรือ radioactive body เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้จะแสดงออกในรูปทรงเรขาคณิต

4) เปรียบเทียบรูปทรงเรขาคณิต การวางตัว ความลึกและอื่นๆ ที่ได้กับสภาพธรณีวิทยาทั้งในแง่ของทฤษฎีและในแง่ของข้อมูลและความรู้ทางธรณีวิทยาของพื้นที่นั้นว่าเป็นไปได้หรือไม่เพียงใด

5) ตรวจสอบผลการแปลความหมายว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการติดตามสำรวจภาคพื้นดิน

6) แก้ไขปรับปรุงผลการแปลความหมาย เมื่อได้ข้อมูลเพิ่มเติมจากการสำรวจตรวจสอบภาคสนามแล้ว ซึ่งบางครั้งอาจต้องทำการแปลความหมายข้อมูลซ้ำใหม่อีกหลายครั้งก็เป็นได้

การดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นนั้นพอสรุปได้ว่า การแปลความหมายธรณีฟิสิกส์ทางอากาศเป็นการรวบรวม ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างรูปทรงเรขาคณิตของสิ่งที่ต้องการว่ามีรูปร่าง ขนาด การวางตัว ความลึก และอื่นๆ เป็นอย่างไร จากนั้นต้องถ่ายทอดสิ่งเหล่านี้ออกมาในลักษณะและเป็นภาษาทางธรณีวิทยาว่าสิ่งเหล่านั้นมีความหมายและความสำคัญทางธรณีวิทยาเช่นไรนั่นเอง

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศเป็นเพียงวิธีการอย่างหนึ่งในหลายๆ วิธีที่นักวิชาการได้นำมาประยุกต์ใช้ในการสำรวจเพื่อศึกษา หรือเพื่อค้นหาแหล่งทรัพยากรธรณีที่ยังอยู่ใต้ดิน ข้อมูลและแผนที่ต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศมิได้บ่งชี้โดยตรงว่ามีแหล่งทรัพยากรธรณีอะไรอยู่ที่ไหน แต่จะเป็นการบอกโดยอ้อมว่าบริเวณใดมีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กหรือสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือความเข้มกัมมันตรังสีสูงหรือต่ำมากน้อยแค่ไหน ผิดไปจากค่าปกติ (anomaly) อย่างไร ดังนั้นประโยชน์ที่จะได้รับจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพ หรือฝีมือในการแปลความหมายข้อมูลว่าสิ่งที่ปรากฏอยู่ในแผนที่เหล่านั้นมีเบื้องหลังอะไรซุกซ่อนอยู่ต่างหาก อีกประการหนึ่งการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศเป็นการสำรวจที่ขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ จึงเป็นธรรมดาที่ย่อมมีข้อจำกัดของการใช้อยู่บ้าง ดังนั้นผู้นำผลของการสำรวจธรณีฟิสิกส์มาใช้ควรสังวรณ์ไว้ด้วยว่ามีอะไรบ้างที่มันไม่สามารถที่จะทำได้หรือให้คำตอบได้ ขออย่าได้ทุ่มเทความหวังอะไรให้มากนัก บทเรียนพอมีให้ศึกษากันได้บ้างทั่วไปเพียงแต่มักจะพูดกันถึงความสำเร็จมากกว่า ข้อจำกัดของการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศที่จะกล่าวถึงในบทนี้จะกล่าวเฉพาะข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

จำกัดเฉพาะแต่ละวิธีสำรวจนอกเหนือจากที่ได้กล่าวถึงโดยทั่วไปในบทนำแล้วดังนี้

ข้อจำกัดในการสำรวจความเข้มสนามแม่เหล็กทางอากาศ

1. การสำรวจโดยวิธีนี้จะใช้ได้ผลเฉพาะในพื้นที่ที่มีหน่วยหินที่มีความเป็นแม่เหล็กหรือมีความสัมพันธ์ อย่างหนึ่งอย่างใดกับหินที่มีความเป็นแม่เหล็กเท่านั้น สำหรับหินที่ไม่มีความเป็นแม่เหล็กจะใช้การสำรวจโดยวิธีนี้ได้ผลก็ต่อเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ประกอบด้วยหินที่มีความเป็นแม่เหล็กอย่างแรงเพราะจะแสดงให้เห็นความขัดแย้งอย่างเด่นชัด

2. ประสิทธิภาพ (resolution) ของการสำรวจโดยวิธีนี้มักจะถูกจำกัดด้วยความถี่-ห่างของแนวบิน ระยะห่างระหว่างเครื่องบินกับตัวสารแม่เหล็ก (magnetic body) และมุมของแนวบินกับแนวแกนของการวางตัวของตัวสารแม่เหล็กนั้น ยกตัวอย่าง เช่นถ้ามีโครงสร้างธรณีวิทยาขนาดเล็ก เช่น รอยเหลื่อมหรือสายหิน (dyke) แคบๆ ที่วางตัวขนานไปกับและอยู่ตรงกลางระหว่างแนวบินสำรวจ 2 แนว เช่นนี้แล้วข้อมูลที่ได้รับหรือแผนที่แสดงค่าความเข้มสนามแม่เหล็กจะไม่แสดงให้เห็นเลยว่ามีรอยเหลื่อมหรือแนวสายหินอยู่ตรงบริเวณนั้น

3. หากปรากฏว่าข้อมูลดิบที่ได้รับจากการสำรวจมีระดับของสิ่งที่มิพึงประสงค์ (noise level) สูงกว่าหรือเท่ากับระดับของค่าที่ผิดปกติ (anomaly) ที่คาดว่าจะมีอยู่ การสำรวจครั้งนั้นก็จะไร้ผลไป

4. เนื่องจากค่าใช้จ่ายสูงดังนั้นพื้นที่ที่จะทำการบินสำรวจจะต้องกว้างขวางพอที่จะคุ้มต่อการลงทุน และต้องกว้างพอที่จะได้ข้อมูลที่แสดงความแตกต่างกันเพียงพอ

ข้อจำกัดในการสำรวจวัดความเข้มกัมมันตรังสีทางอากาศ

1. ความหนาของชั้นดินที่ปกคลุมชั้นหินไว้จะเป็นอุปสรรคโดยตรงต่อการสำรวจวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสีทางอากาศ ถ้าหากชั้นดินที่ปกคลุมอยู่นั้นหนากว่า 50 ซม. ทั้งนี้เนื่องจากรังสีแกมม่าที่แพร่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในชั้นหินข้างใต้นั้นไม่สามารถทะลุทะลวงชั้นดินร่วนซุยที่หนาเกินกว่า 50 ซม. ได้ ดังนั้นถ้าพื้นที่ที่บินสำรวจเป็นชั้นดินทรายที่สะสมตัวอยู่ตามลำน้ำ (alluvium) หรือทะเลทราย ซึ่งกินบริเวณกว้างขวางแล้วการบินสำรวจโดยวิธีนี้จะไร้ผลเลยทีเดียวและโดยเฉพาะในเขตภูมิประเทศแบบเมืองร้อนที่เปียกชื้น (wet tropical) ซึ่งมีการชะล้าง (leaching) อย่างรุนแรงด้วยแล้ว การสำรวจด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผลเลย

2. นอกจากนั้นความชื้นของดินและหิน ก็เป็นสิ่งกีดขวางการทะลุทะลวงของรังสีแกมม่าเช่นกัน ค่าความเข้มกัมมันตรังสีที่ตรวจวัดจากบริเวณที่เป็นอะนอมาลี (anomaly) ภายหลังจากที่ฝนตกหนึ่งวันจะอ่านได้เพียง 50% ของที่วัดได้ในเวลาปกติ และจะดีขึ้นเป็น 75% ในวันที่สองและประมาณ 90% ในวันที่สาม เมื่อพื้นดินแห้งขึ้น และถ้าทำการวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสีภายหลังจากฝนตกใหม่ๆ จะพบว่าค่าที่วัดได้จะสูงกว่าปกติประมาณ 3-4 เท่า ทั้งนี้เพราะว่าฝนจะชะล้างเอาผลพวงของเรดอน (radon daughters) จากบรรยากาศลงมาด้วย ส่วนความชื้นของดินนั้นพบว่าถ้ามีความชื้นเพิ่มขึ้น 13-37% จะมีผลทำให้ค่าความเข้มรวม (total count) ลดลง 15% และค่าความเข้มที่วัดได้จากช่อง Bi^{214} จะลดลงถึง 50%

3. ป่าไม้ที่หนาทึบในบริเวณแถบเส้นศูนย์สูตร ซึ่งจัดเป็นเขตเมืองร้อนแบบชุ่มชื้นนี้ก็พบว่าเป็นอุปสรรคต่อการทะลุทะลวงของรังสีแกมม่าจากพื้นเช่นกัน เพราะนอกจากความสูงของต้นไม้ในป่าทึบจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณแก้ค่าความเข้มฯ ที่เกิดจากความสูง (errors in height corrections) แล้วพวกอินทรีย์สารที่เกิดจากการทับถมของต้นไม้ใบไม้หรือที่เรียกว่า forest bio-mass จะเป็นตัวลดออกซิเจน (reducer) ซึ่งจะดูดซับรังสีแกมม่าอย่างดีทีเดียว

4. ขบวนการผุพังทำลายหรือ weathering ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรุนแรงในบริเวณเขตเมืองร้อนแบบชุ่มชื้น มักจะก่อให้เกิดปัญหาต่อการแปลความหมายอย่างยิ่งเพราะส่วนใหญ่แร่ธาตุที่ให้รังสีแกมม่า (radio-elements) เช่น ยูเรเนียมและทอเรียมมักจะถูกชะล้างออกจากดินที่ผุพังจากชั้นหินไปหมดหรือเกือบหมด ถึงแม้ว่าชั้นหินที่วางตัวอยู่ใต้ชั้นดินลงไปจะมีแหล่งแร่ยูเรเนียมหรือทอเรียมอยู่ก็ตาม และถ้าชั้นดินที่ปกคลุมอยู่นั้นหนาเกินกว่า 50 ซม. หรือบางกว่านั้นแต่ชื้นมากก็จะไม่สามารถวัดค่าความผิดปกติใดๆ ได้เลย แต่ในกรณีของดินลูกรังไม่ว่าจะเป็น lateritic soil, laterite หรือ buaxite มักจะทำความยุ่งยากให้แก่นักแปลความหมายข้อมูลอยู่เสมอ เพราะส่วนใหญ่จะแสดงค่าผิดปกติไม่มากก็น้อยปรากฏให้เห็นอยู่เสมอ และปกติจะให้ค่าทอเรียมสูงกว่ายูเรเนียม แต่เมื่อทำการตรวจสอบภาคสนามแล้วมักจะกลายเป็นค่าผิดปกติหลอกหรือ false anomaly เสียเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีบ้างที่เป็นค่าผิดปกติจริง หรือ real

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

anomaly คือเป็น uraniferous laterite และมีแหล่งแร่ยูเรเนียมฝังตัวอยู่ในชั้นหินที่รองรับ

5. ลักษณะภูมิประเทศที่ขรุขระเป็นพื้นที่ภูเขาสูง ๆ ต่ำ ๆ เป็นข้อจำกัดที่ทำให้ไม่สามารถบินสำรวจด้วยเครื่องบินปีกแข็งได้เพราะจะทำให้ค่าที่วัดได้ผิดจากที่ควรจะเป็นมากไปจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องเฮลิคอปเตอร์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงมาก นอกจากนั้นถ้าหากว่าไม่สามารถบินรักษาระดับ mean terrain clearance ให้คงที่ได้และแถมยังมีความแตกต่างมากด้วยแล้ว การแก้ค่าที่เกิดจากการรบกวนของรังสีที่เกิดจากสภาวะแวดล้อมก็จะผิดไปด้วย ซึ่งอาจก่อให้เกิดค่าผิดปกติหลอกขึ้นได้ นอกจากนั้นสิ่งที่ผู้แปลความหมายควรต้องระวังไว้ถ้าหากพบค่าผิดปกติเกิดขึ้นในหุบเขาลึกเพราะอาจเป็นค่าผิดปกติหลอกก็ได้ เนื่องจากเครื่องบินที่บินเข้าไปในหุบเขาจะสามารถรับรังสีแกมม่าที่แผ่ออกมาจากมวลดินและหินที่อยู่รอบข้างได้สูงกว่าเครื่องบินที่บินอยู่เหนือที่ราบ การลดข้อจำกัดเหล่านี้ให้น้อยลงอาจกระทำได้โดยการใช้เครื่องมือบอกความสูง (altimeter) ที่แม่นยำ พยายามรักษาระดับความสูงและระยะห่างแนวบินตามข้อกำหนดการวัดค่า background และการปรับค่าเครื่องมือ (calibration) อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อจำกัดในการสำรวจวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางอากาศ (AEM survey)

ก่อนที่จะกล่าวต่อไปผู้เขียนต้องขอยอมรับก่อนว่ามีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการบินสำรวจ AEM น้อยมาก จึงไม่อาจวิพากษ์วิจารณ์ถึงข้อจำกัดเกี่ยวกับเครื่องมือและเทคนิคได้

เนื่องจากการสำรวจ AEM เป็นการสำรวจที่ต้องอาศัยแร่ธาตุหรือสารที่มีคุณสมบัติในการเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีเป็นสื่อ ดังนั้นสภาพที่ตั้งของพื้นที่ที่สำรวจสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศจึงเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ของการสำรวจอยู่ด้วย เพราะว่าในเขตเมืองร้อน (tropical area) นั้น ขบวนการผุพังทำลาย (weathering) ค่อนข้างจะรุนแรงมากและจะทำให้แหล่งแร่ซัลไฟด์ ซึ่งเราต้องการสำรวจหานั้นถูกออกซิไดซ์ (oxidized) ได้ง่ายบางครั้งอาจพบ oxidation zone ลึกถึง 50 เมตรก็มี ซึ่งจะมีผลทำให้เกลือของแร่ธาตุต่าง ๆ และตัวนำอื่น ๆ เช่น graphitic unit แพร่กระจายอยู่ในชั้นผิวดิน และกรณีเช่นเดียวกันนี้ก็จะเกิดขึ้นกับบริเวณที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง เช่น ทะเลทราย หรือกึ่งทะเลทรายด้วยเกลือของแร่ธาตุเหล่านี้เป็นตัวนำที่ดีมากเสียจนแทนที่จะเป็นผลดีต่อการสำรวจกลับเป็นอุปสรรคไป เพราะจะทำให้เกิดสัญญาณที่มิพึงประสงค์ (noise level) ที่เกิดขึ้นจากสิ่งเหล่านี้สูงมากจนทำให้ระดับสัญญาณที่เกิดจากแหล่งแร่ลดลงไป แต่ทั้งนี้มิใช่หมายความว่าการสำรวจ AEM ในเขตเมืองร้อนจะไม่ได้ผลเสียเลยทีเดียว เพราะถ้าระดับสัญญาณที่มิพึงประสงค์ต่ำ เช่น บริเวณที่มีการกษัยการ (erosion) ดีทำให้แหล่งแร่หรือหินโผล่โดยไม่มีชั้นดินปกคลุม ก็จะทำให้การสำรวจได้ผลอย่างดี

บทสรุป

สิ่งที่ดีที่สุดที่จะได้รับจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศก็คือ การได้ข้อมูลที่สดหรือทันสมัย (fresh information) และแนวความคิดใหม่ ๆ (ideas) โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ได้มีการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยามาอย่างดีแล้ว ทั้งนี้เพราะการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศที่ให้ผลดีที่สุดจะต้องนำข้อมูลทุกอย่างเท่าที่มีอยู่มาประมวลเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา แหล่งแร่ธรณีฟิสิกส์ภาคพื้นดิน ธรณีเคมี ภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียมก็ตาม ดังนั้นคุณค่าของแผนที่ธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจึงมิได้จบสิ้นภายหลังจากการที่ได้มีการแปลความหมายครั้งแรกเพียงครั้งเดียว แต่จะมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้นหากมีการนำข้อมูลใหม่ ๆ ที่ได้จากการสำรวจโดยวิธีอื่น และการตรวจสอบภาคพื้นดินมาประกอบการพิจารณาแล้วแปลความหมายใหม่อีกครั้งหนึ่งหรือหลาย ๆ ครั้ง

ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจึงอยู่ที่ความร่วมมือของผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายในการทำงานร่วมกันเป็นทีม (team work) อย่างมีประสิทธิภาพโดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลและข่าวสารซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เนื่องจากการแปลความหมายข้อมูลนั้นมิได้หมายความเพียงเพื่อที่จะดูว่าสภาพธรณีวิทยาในบริเวณที่แผนที่ธรณีฟิสิกส์ทางอากาศแสดงค่าผิดปกติ หรือ Anomaly เป็นอย่างไรเท่านั้น แต่สิ่งที่นักวิชาการในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องจะต้องร่วมมือกันค้นหาสิ่งที่ซุกซ่อนอยู่ในแผนที่หรือข้อมูลต่าง ๆ นั้นว่า มีความหมายหรือความสำคัญอย่างใดต่างหาก ในความคิดเห็นของผู้เขียนเองเห็นว่า สิ่งสำคัญที่สุดในการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศนอกเหนือจากเทคนิควิธีการสำรวจและคุณภาพของข้อมูลและแผนที่แล้วก็คือ การร่วมมือกันระหว่างนักวิชาการในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องในการทำงานเป็นทีมเวอร์คอย่างมีประสิทธิภาพ

“ทรัพยากรธรณีเป็นมูลค่ามหาศาลกำลังนอนรอความสามารถของพวกท่านอยู่อย่างท้าทาย”

ลิขสิทธิ์เป็นของสำนักวิทยบริการฯ ห้ามทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

22678

ศักยภาพทางแร่ในประเทศไทย

โดย

นายมานิตย์ จำนงค์ไทย

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "

วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545

กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ศักยภาพทางแร่ในประเทศไทย

บทนำ

ทรัพยากรแร่ หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยกระบวนการทางธรณีวิทยา ซึ่งเกิดภายในโลกและบนผิวโลก ประเทศไทยมีทรัพยากรแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจประมาณ 40 ชนิด การนำแร่มาใช้ประโยชน์นั้น มีมาหลายร้อยปีแล้ว โดยนำมาทำเป็นเครื่องประดับและเครื่องใช้สอยต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต เช่น เครื่องมือ อาวุธต่าง ๆ ถ้วย ชาม และเครื่องปั้นดินเผาประเภทต่าง ๆ เป็นต้น

ประเทศไทยมีการสำรวจและพัฒนาทรัพยากรแร่ขึ้นมาใช้ประโยชน์มานานกว่า 100 ปี ผลจากการสำรวจและพัฒนาทรัพยากรแร่ช่วยพัฒนาและเพิ่มความมั่นคงของประเทศได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งในลักษณะการส่งออกแร่นำเงินตราเข้าประเทศ และในลักษณะการนำแร่มาใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ ซึ่งสามารถสรุปสถานการณ์พัฒนาด้านนี้เป็น 2 ช่วงระยะเวลา คือ ก่อนปี พ.ศ. 2524 จะเป็นการเอาแร่ส่วนใหญ่ที่ผลิตได้ส่งออกไปขายต่างประเทศ นำเงินตราเข้ามาใช้พัฒนาประเทศ โดยมีแร่ดีบุกเป็นแร่หลัก และหลังปี พ.ศ. 2524 เป็นการนำเอาแร่ที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มาใช้ภายในประเทศเป็นปัจจัยพื้นฐานในการพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยมีกลุ่มแร่อุตสาหกรรมและถ่านหินเป็นแร่หลัก จากสถานการณ์ซึ่งเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์แร่จากการส่งออกมาเป็นการใช้ภายในประเทศ โดยเป็นการนำแร่มาใช้เป็นวัตถุดิบพื้นฐานในการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ของประเทศ จึงทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องทราบว่าปัจจุบันประเทศไทยมีการพบแร่ประเภทใดบ้าง พบหรือมีแหล่งที่สำคัญอยู่บริเวณไหน มีพื้นที่ศักยภาพทางแร่แต่ละประเภทจังหวัดใดบ้าง และที่สำคัญ มีปริมาณสำรองแร่ แต่ละประเภท แต่ละแหล่งเป็นปริมาณเท่าใด เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ นี้มาใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรแร่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศได้ต่อไป

แร่เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถสร้างทดแทนได้ ดังนั้น การใช้แร่จึงจำเป็นต้องมีการวางแผน การบริหารจัดการที่ดี เพื่อให้มีการใช้แร่อย่างยั่งยืน คุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด

ศักยภาพทางแร่ของประเทศไทย

ทรัพยากรแร่ในประเทศไทยที่พบและมีการนำมาใช้ประโยชน์นั้น มีมากมายหลายประเภท เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นของทรัพยากรแร่ประเภทต่าง ๆ ที่พบในประเทศไทย ว่ามีแร่ประเภทใดบ้าง พบหรือมีแหล่งที่สำคัญ ๆ ในจังหวัดใดบ้าง และมีปริมาณสำรองแร่แต่ละประเภทแต่ละแหล่งเท่าใด ดังนั้นในเรื่องศักยภาพทางแร่และปริมาณสำรองแร่ประเภทต่าง ๆ ที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะขอจำแนกแร่ออกเป็นกลุ่มตามลักษณะการใช้ในอุตสาหกรรม รวม 7 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 – กลุ่มแร่เหล็กและโลหะผสมเหล็ก

(1) เหล็ก (2) ทังสเตน

(3) แมงกานีส (4) โครไมต์

(5) นิกเกิล (6) โมลิบดีไนต์

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

กลุ่มที่ 2 – กลุ่มแร่โลหะพื้นฐาน

(1) ทองแดง (2) ตะกั่ว
(3) สังกะสี (4) พลวง
(5) ดีบุก

กลุ่มที่ 3 – กลุ่มแร่โลหะมีค่า

(1) ทองคำ (2) ทองคำขาว

กลุ่มที่ 4 – กลุ่มแร่ประเภทหายาก

(1) ยูเรเนียม (2) แร่หายากและแร่หนักมีค่า

กลุ่มที่ 5 – กลุ่มแร่อุตสาหกรรม

(1) แบไรต์ (2) ฟลูออไรต์
(3) ยิปซัม (4) ฟอสเฟต
(5) โพแทช (6) เกลือหิน
(7) โดโลไมต์ (8) เฟลด์สปาร์
(9) แมกนีไซต์ (10) ดิน(ดินขาว,บอลเคย์, เบนทอไนต์ และดิกไคต์
(11) ทรายแก้ว (12) ดินเบา (ไดอะทอไมต์)
(13) ทัลก์ (14) แอสเบสทอส
(15) ดินมาร์ล (หินปูนมาร์ล/ดินสอพอง) (16) เอเมอรี
(17) หินอุตสาหกรรม และหินประดับ

กลุ่มที่ 6 – กลุ่มรัตนชาติ

กลุ่มที่ 7 – กลุ่มแร่เชื้อเพลิง

ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาแร่เป้าหมายในการพัฒนา

ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาว่าทรัพยากรแร่ชนิดใดมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ พิจารณาได้จากข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลแสดงการผลิต การใช้ การนำเข้า และการส่งออก

การผลิตแร่ของไทย ส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการใช้แร่ในประเทศเป็นสำคัญ กลุ่มแร่เชื้อเพลิงและพลังงานเป็นกลุ่มแร่ที่มีความสำคัญและมีมูลค่าการผลิตสูงมาโดยตลอด โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2543 มีมูลค่ารวม 8,856 ล้านบาท (ร้อยละ 38 ของมูลค่าการผลิตแร่ทั้งหมด) รองลงมาเป็นหินอุตสาหกรรม ส่วนกลุ่มแร่โลหะพื้นฐานมีมูลค่าการผลิตประมาณร้อยละ 8 เท่านั้น การใช้แร่ของไทยกว่าร้อยละ 90 เป็นการใช้เพื่อวัตถุดิบในอุตสาหกรรมภายในประเทศ มีการใช้แร่มีมูลค่ารวม 23,000 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

จากข้อมูลตามตารางที่ 1. ปริมาณการผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2544 จะมีมูลค่ามากกว่า20,000 ล้านบาท มากกว่าปริมาณการใช้อยู่เล็กน้อย และความแตกต่างจะลดน้อยลงในช่วงปี พ.ศ. 2541 เป็นต้นมาจนถึงปี 2543-2544 มูลค่าการผลิตและมูลค่าการใช้จะมีปริมาณเท่า ๆ กัน

ตารางที่ 1. แสดงมูลค่าการผลิต การใช้แร่ของไทย

ปี	การผลิต (ล้านบาท)	การใช้(ล้านบาท)
2539	24,747.2	22,368.3
2540	27,106.6	25,308.2
2541	22,052.0	20,060.2
2542	23,320.2	22,702.0
2543	23,136.4	23,022.8
มค.-สค. 2544	15,800.1	15,741.0

2. ปริมาณแร่สำรอง

ประเทศไทยได้มีการขุดเอาแร่มาใช้ประโยชน์มานานมากแล้ว โดยเฉพาะแร่โลหะพื้นฐาน ดังนั้น ปริมาณสำรองแร่ในกลุ่มนี้เท่าที่สำรวจพบจึงเหลือน้อยมาก แร่ดีบุกเหลือไม่ถึงล้านตัน ตะกั่ว 7 ล้านตัน สังกะสี 3 ล้านตัน แตกต่างกับแร่อโลหะ ซึ่งยังคงจัดว่ามีปริมาณแร่ค่อนข้างมาก **(รูปที่ 1)**

3. โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ

3.1 โลหะสังกะสี โรงงานถลุงแร่สังกะสี จังหวัดตาก โรงแต่งแร่สังกะสี จังหวัดระยอง (บริษัทผาแดง อินดัสทรี จำกัด)

3.2 โลหะตะกั่ว โรงงานถลุงแร่ตะกั่ว จังหวัดกาญจนบุรี (บริษัทโลหะตะกั่วไทย)

3.3 โลหะดีบุก โรงงานถลุงแร่ดีบุก จังหวัดภูเก็ต (บริษัทไทยซาโก)

3.4 โลหะแทนทาลั่ม โรงงานถลุงแร่แทนทาลั่ม จังหวัดระยอง (บริษัท H.C. Starck)

3.5 โลหะทองแดง โรงงานถลุงแร่ทองแดง จังหวัดระยอง (บริษัท ไทยคอปเปอร์อินดัสทรี)

3.6 รัตนชาติ/ทองคำ อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

4. ราคาแร่

ชนิดแร่	มูลค่า (บาท/ตัน)
ทองคำ	371,120,000
ดีบุก	222,000
ทองแดง	68,755
สังกะสี	40,123
ตะกั่ว	13,934
แร่อุตสาหกรรม	600 - 7,000

สรุปแร่สำคัญในประเทศไทย

1. กลุ่มแร่เชื้อเพลิงธรรมชาติ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

2. กลุ่มแร่อุตสาหกรรม
3. กลุ่มแร่โลหะมีค่า
4. กลุ่มแร่โลหะพื้นฐาน
5. กลุ่มแร่รัตนชาติ
6. กลุ่มแร่หนักและแร่หายาก

นิยามและการกำหนดขอบเขตพื้นที่ทรัพยากรแร่

1. ทรัพยากรแร่ หมายถึง ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในชั้นเปลือกโลก และมีความเป็นไปได้ที่จะสกัดหรือนำมาใช้อย่างคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ในขณะนี้หรือในอนาคต

2. การจำแนกทรัพยากรแร่ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- พื้นที่แหล่งแร่ หมายถึง พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งที่มีแหล่งแร่ชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมกัน รวมทั้งพื้นที่ประทานบัตร และคำขอประทานบัตร (พื้นที่ทรัพยากรค้นพบ)
- พื้นที่ศักยภาพทางแร่ หมายถึง พื้นที่ทรัพยากรที่ยังไม่ค้นพบ (undiscovered mineral resource) แต่มีแนวโน้มที่จะมีได้โดยมีหลักฐานบ่งชี้จากข้อมูลทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีเคมี และธรณีฟิสิกส์

1. การกำหนดขอบเขตพื้นที่แหล่งแร่
   - จุดพบแร่ เช่น ข้อมูลจุดพบแร่จากศูนย์สารสนเทศ ประทานบัตรและคำขอประทานบัตร
   - ข้อมูลด้านธรณีวิทยาแหล่งแร่
   - ข้อมูลผลการสำรวจขั้นรายละเอียด
2. การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศักยภาพทางแร่
   - ข้อมูลด้านธรณีวิทยา
   - ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม
   - ข้อมูลผลการแปลความหมายธรณีฟิสิกส์ทางอากาศและภาคพื้นดิน
   - ข้อมูลผลการสำรวจธรณีเคมี

ข้อมูลเหล่านี้ได้นำมาซ้อนกัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เรียกว่า GIS (Geographic Information System) ประกอบด้วยการจินตนาการและความรู้ทางด้านธรณีวิทยา ก็สามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ศักยภาพทางแร่ได้

3. แผนที่ทรัพยากรแร่ในประเทศไทย
   - แผนที่แหล่งแร่และแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติของประเทศไทย มาตราส่วน 1:500,000 โดยประเสริฐ กุมารจันทร์ (2535)
   - แผนที่ทรัพยากรแร่ มาตราส่วน 1:250,000 (กำลังจัดทำ)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ศักยภาพทางแร่ดีบุก

ดีบุกเป็นแร่คู่บ้านคู่เมืองไทยมาตั้งแต่อดีต เป็นสินค้าส่งออกตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา แหล่งแร่ส่วนใหญ่จะพบบริเวณชีกตะวันตกของประเทศตั้งแต่เหนือจรดใต้ ปัจจุบันได้พบแร่ดีบุกใน 27 จังหวัด

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2450 เป็นต้นมา กิจการทำเหมืองแร่ดีบุกเจริญรุ่งเรืองมากอยู่ 2 ช่วง คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2509-2511 และ พ.ศ. 2520-2525 เป็นช่วงที่สามารถผลิตแร่ได้มากกว่าปีละ 30,000 เมตริกตัน โดยปี พ.ศ. 2522 ผลิตได้ 46,364 เมตริกตัน มูลค่าสูงสุดในรอบ 94 ปี หลังจากเกิดวิกฤติการณ์ดีบุกขึ้น ในปี พ.ศ. 2528 ผลผลิตแร่ดีบุกได้ตกต่ำลงตามลำดับจนถึงจุดต่ำสุด ในปี พ.ศ. 2540 เหลือเพียง 756 เมตริกตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 2,363 เมตริกตัน ในปี พ.ศ. 2543

หลังจากเกิดวิกฤติการณ์แร่ดีบุก ส่งผลให้เหมืองดีบุกต้องปิดกิจการไปเป็นจำนวนมาก จากจำนวน 696 เหมือง ในปี พ.ศ. 2528 เหลือเพียง 26 เหมือง ในปี พ.ศ. 2541 ปัจจุบันมีแปลงประทานบัตรแร่ดีบุกทั้งสิ้น 528 แปลง แต่มีเหมืองแร่ดีบุกเปิดดำเนินการเพียง 30 เหมือง

ในปี พ.ศ. 2543 ไทยต้องนำเข้าสินแร่ดีบุกกว่า 3 หมื่นเมตริกตัน ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศเกือบ 3 พันล้านบาท ทั้งที่ประเทศไทยยังมีทรัพยากรแร่ดีบุกอีกไม่น้อยกว่า 5 ล้านเมตริกตัน จึงควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาแหล่งแร่ เพื่อผลิตแร่ดีบุกป้อนโรงานกลุง และส่งออกโลหะดีบุกเป็นการลดการขาดดุลการค้าของประเทศอีกทางหนึ่ง

การกำเนิดแร่ดีบุกในประเทศไทย มีความสัมพันธ์กับหินอัคนีแทรกซอนชนิดกรด อาจจะเกิดเป็นสายแร่อุณหภูมิสูงแทรกในหินแกรนิต หรือหินชั้นที่อยู่ข้างเคียง หรือเกิดฝังปะในหินเพกมาไทต์ สายควอตซ์ สายควอตซ์-เฟลด์สปาร์ และสายแอไพลต์ หินสการ์น รวมทั้งตามแนวสัมผัสของหินแกรนิตกับหินชนิดอื่น ๆ

ศักยภาพทางแร่ดีบุก ตามลักษณะทางธรณีวิทยา **รูปที่** 2 อาจแบ่งออกได้เป็น 3 แนว คือ

1. แนวด้านตะวันออก เริ่มต้นจากหินแกรนิตจังหวัดตาก แพร่ นครสวรรค์ จันทบุรี และตราด
2. แนวกลาง เริ่มต้นจาก จังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน ตาก ระยอง ชลบุรี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และประเทศมาเลเซีย
3. แนวด้านตะวันตก เริ่มต้นจากหินแกรนิตตามชายแดน ไทย-พม่า ระนอง พังงา ภูเก็ต และหมู่เกาะอาดัง-ราวี จังหวัดสตูล

ศักยภาพทางแร่ที่สำคัญ

1. พื้นที่ ตำบลปิล๊อก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
2. พื้นที่เต่าดำ-สวนผึ้ง อำเภอไทรโยค เมือง จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี
3. พื้นที่พะโต๊ะ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร และใกล้เคียง
4. พื้นที่เขากะทะคว่ำ บริเวณเขากะทะคว่ำ อำเภอกะปง จังหวัดพังงา และใกล้เคียง
5. พื้นที่อำเภอบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา
6. พื้นที่นอกชายฝั่งทะเล จังหวัดระนอง-พังงา

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

7. พื้นที่นอกชายฝั่งทะเล จังหวัดภูเก็ต
8. พื้นที่อำเภอบ้านนาสาร อำเภอบ้านนาสาร บ้านนาเดิมและกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
9. พื้นที่เขาเปาะ-อ่าวพังงา อำเภอตะกั่วทุ่ง และอำเภอเมือง จังหวัดพังงา

การผลิตแร่และการใช้แร่ดีบุก

ตารางที่ 2. แสดงข้อมูลการผลิตแร่และการใช้แร่ดีบุก

	2542		2543		2544	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
การผลิตแร่ดีบุก	3,400	486.7	2,363	376.2	2,702	403.7
การใช้โลหะดีบุก	4,818	961.4	4,366	941.0	4,168	850.5

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

แหล่งผลิตที่สำคัญ

บริเวณทางภาคใต้ของประเทศไทยตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราช ระนอง ตะกั่วป่า พังงา ภูเก็ต และสงขลา ส่วนบริเวณจังหวัดกาญจนบุรีมีการผลิตบ้างแต่ไม่มากนักประมาณไม่ถึง 10 ตันต่อปี เนื่องจากราคาแร่ดีบุกยังคงต่ำอยู่ประมาณ 190 บาทต่อกิโลกรัม

ศักยภาพทางแร่ตะกั่วและสังกะสี

โดยปกติแล้วแร่ตะกั่ว สังกะสี และแบไรต์ มักจะเกิดร่วมกันเป็นสายแร่อุณหภูมิต่ำ (epithermal vein) บางแห่งจะพบแร่มากกว่าหนึ่งชนิดหรือพบเป็นแร่ชนิดเดียว เช่น แหล่งแร่บ่องาม อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบแร่ตะกั่ว เพียงชนิดเดียว แต่แหล่งแร่บ่อใหญ่ อำเภอทองผาภูมิ และแหล่งผาแต๊ะ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบแร่ทั้งสามชนิดเกิดอยู่ร่วมกัน มักมีความสัมพันธุ์กับหินปูน หินโดโลไมต์ ยุคออร์โดวิเชียน เพอร์เมียน และจูแรสซิค ศักยภาพแร่ตะกั่ว-สังกะสี ในประเทศไทย แสดงในรูปที่3

ศักยภาพทางแร่ที่สำคัญ

ศักยภาพทางแร่บริเวณที่สำคัญ มีดังนี้

1. บริเวณอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี จัดว่าเป็นแหล่งตะกั่ว-สังกะสี ที่สำคัญที่สุดและแหล่งใหญ่ที่สุดในประเทศไทย เพราะว่ามีการกำเนิดแบบชั้นหินอุ้มแร่ (Stratabound) ในหินปูนยุคออร์โอวิเชียน มีเหมืองแร่สำคัญได้แก่ เหมืองบ่องาม เหมืองสองท่อ เหมืองบ่อใหญ่ เหมืองบ่อน้อย และแหล่งกระเต็งเจ็ง

2. บริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เป็นแหล่งแร่สังกะสี ของบริษัทผาแดงอินดัสทรี จำกัด ขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย พบเป็นแร่ชนิดทุติยภูมิ (Secondary deposit) เกิดจากขบวนการผุพัง ละลาย และ oxidation จากแร่ปฐมภูมิ วางตัวอยู่บนหินปูน หรือหินปูนโดโลไมต์ ยุคจูแรสซิก ถัดจาก

เอกสารอันนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เหมืองผาแดงประมาณ 1-2 กิโลเมตร จะพบแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ของบริษัทตากไม่นิ่ง จำกัด ซึ่งเป็นแร่ปฐมภูมิชนิดกาลีนาและสฟาเลอไรต์ เกิดในหินปูนโคโลไมต์สลับหินดินดาน ยุคจูแรสซิก เช่นเดียวกันกับเหมืองแร่ผาแดง

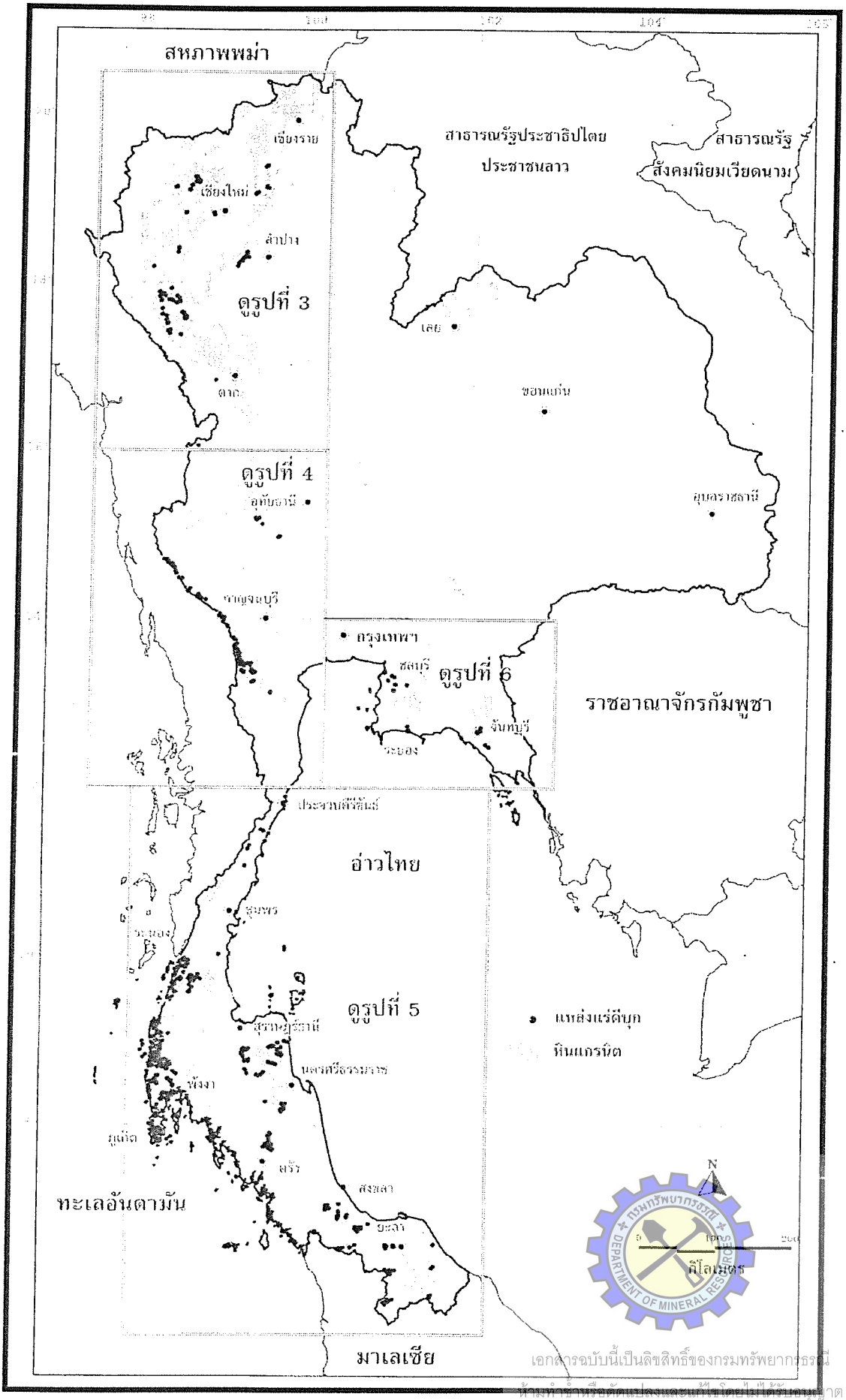
ตารางที่ 3. แสดงข้อมูลการผลิตและการใช้แร่ตะกั่วและสังกะสี

	2542		2543		2544	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
การผลิตแร่ตะกั่ว	23,783	146.0	24,760	134.0	-	-
ซัลไฟด์	10,733	65.9	17,260	93.4	-	-
คาร์บอเนต	13,050	80.1	7,500	40.6	-	-
การใช้แร่ตะกั่ว (คาร์บอเนตทั้งหมด)	6,706	34.6	7,500	46.0	3,000	16.2
การผลิตแร่สังกะสี	185,752	1,475.0	159,093	1,392.5	171,855	1,485.6
การใช้โลหะสังกะสี	85,323	4,119.8	98,911	5,277.9	93,636	7,011.6

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงเพื่อการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งผลิตที่สำคัญ

1. อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
2. อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

ศักยภาพทางแร่ทองคำ

ประเทศไทยถูกเรียกว่าเป็นดินแดนสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นที่รู้จักและเรียกขานกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ สุวรรณภูมิ แปลว่า แผ่นดินทอง ความจริงแล้วสุวรรณภูมิมีอาณาเขตครอบคลุมประเทศไทย พม่า ตลอดจนแหลมมาลายู ประเทศไทยมีการใช้ทองคำมาแต่สมัยโบราณ โดยมีหลักฐานจากพระพุทธรูปสมัยเชียงแสนที่หล่อด้วยทองคำ มีเครื่องประดับและเครื่องมือใช้สอยต่าง ๆ ที่ทำด้วยทองคำซึ่งแสดงความมั่งคั่ง

ศักยภาพทางแร่ทองคำที่สำคัญ

การสำรวจหาแร่ทองคำของกรมทรัพยากรธรณี ก่อนปี 2533 เป็นการสำรวจโดยการร่อนหาแร่ทองคำตามลำห้วยต่าง ๆ ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้น โดยเฉพาะทางด้านการสำรวจและการวิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมี ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาธาตุทองคำได้ละเอียดถึงเป็นส่วนในพันล้านส่วน (ppb) นอกจากนี้ ขบวนการแต่งแร่ ก็สามารถนำแหล่งแร่ที่มีความสมบูรณ์แค่ 3 กรัมต่อตันมาพัฒนาเป็นเหมืองแร่ได้

ศักยภาพทางแร่ทองคำในประเทศไทย มีการกระจายตัวอยู่เกือบทั่วประเทศ ยกเว้น ทางที่ราบสูง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง บริเวณที่มีศักยภาพทางแร่สูงมีอยู่ 2 แนว คือ 1) แนวที่พาดผ่านตั้งแต่จังหวัดหนองคาย เลย เพชรบูรณ์ พิจิตร นครสวรรค์ ลพบุรี ปราจีนบุรี 2) เชียงราย ลำปาง แพร่ อุตรดิตถ์ สุโขทัย และตาก นอกจากนั้น พบกระจัดกระจายตามจังหวัด กาญจนบุรี ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และนราธิวาส **รูปที่4** โดยมีแหล่งแร่ทองคำที่สำคัญ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นแหล่งทองคำประวัติศาสตร์ จำนวน 4 แหล่งคือ

1. แหล่งแร่ทองคำบ้านป่าร่อน อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นแหล่งทองคำแบบลานแร่ เป็นแหล่งแร่ทองคำแหล่งแรกของประเทศไทย ซึ่งเกิดขึ้นในสมัยกรุงศรีอยุธยา
2. แหล่งแร่ทองคำบ้านบ่อทอง อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี เป็นแหล่งแร่ทองคำในหินแข็ง ทำเหมืองอุโมงค์ตามสายแร่ ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว
3. แหล่งแร่ทองคำโต๊ะโม๊ะ อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส เป็นเหล่งแร่ทองคำในหินแข็ง เริ่มทำเหมืองเมื่อปี 2433 ปัจจุบัน บริษัทชลสิน จำกัด ดำเนินการอยู่
4. แหล่งแร่ทองคำบ้านบ่อทอง อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี เป็นแหล่งแร่ทองคำในหินแข็ง เริ่มทำเหมืองเมื่อปี 2433 ปัจจุบันไม่มีการผลิตแร่

การศักยภาพทางแร่ทองคำ ที่สำคัญ มักมีความเกี่ยวข้องกับหินภูเขาไฟ ชนิดหินแอนดีไซต์ ยุคเพอร์เมียน-ไทรเอสซิก **รูปที่5.** ซึ่งภายหลังพบแหล่งแร่ทองคำ หลายแหล่ง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ปัจจุบัน มีการสำรวจพบแหล่งแร่ทองคำสำคัญ ๆ อยู่หลายแหล่ง คือ

1. แหล่งทองคำปฐมภูมิ ได้แก่
   - แหล่งชาตรี (เขาโป่ง) จ.พิจิตร – เพชรบูรณ์
   - แหล่งเขาพนมพา และใกล้เคียง
   - แหล่งดอยตุง จ.เชียงราย
   - แหล่งสามสิบ จ.สระแก้ว
   - แหล่งภูโล้น จ.หนองคาย
   - แหล่งภูถ้ำพระ จ.เลย
   - แหล่งภูทับฟ้า จ.เลย
   - แหล่งภูหินเหล็กไฟ – ภูทองแดง
2. แหล่งแร่ทองคำทุติยภูมิ ได้แก่
   - แหล่งบ้านนาล้อม จ.ปราจีนบุรี
   - แหล่งแร่บ้านทุ่งฮั้ว จ.ลำปาง
   - แหล่งบ้านผาช้างมูน จ.พะเยา
   - บริเวณจังหวัดเลย-หนองคาย
   - แหล่งกือกะโป๊ะ จ.กาญจนบุรี
   -

ตารางที่ 4. แสดงข้อมูลการผลิตและการใช้แร่ทองคำ

	2538		2539		2540-44
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ-มูลค่า
การผลิตแร่ทองคำ	102,704	31.7	31,788	10.4	-
การใช้แร่ทองคำ	116,000		106,000		14,000-35,700

หมายเหตุ ปริมาณ : กรัม
มูลค่า : ล้านบาท

แหล่งผลิตที่สำคัญ

1. เหมืองแร่ชาตรี (เขาโป่ง จ.พิจิตร-เพชรบูรณ์)
2. เหมืองแร่ทองคำโต๊ะโม๊ะ จ.นราธิวาส
3. เหมืองแร่ทองคำบ้านป่าร่อน จ.ประจวบคีรีขันธ์
4. แหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า จ.เลย (ในอนาคต)

ศักยภาพทางแร่อุตสาหกรรม (เฟลด์สปาร์)

กลุ่มแร่อุตสาหกรรมในที่นี้ หมายถึง แร่อโลหะชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ยิบซัม แบไรต์ เกลือหิน และโพแตช หินอุตสาหกรรมการก่อสร้าง และหินประดับชนิดต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วตอนต้น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แร่อุตสาหกรรมที่ถูกจัดว่าเป็นแร่สำคัญในประเทศไทยที่มีการผลิตและการใช้ในประเทศ ได้แก่ เฟลด์สปาร์ ยิบซัม เกลือหิน และโพแตช ทรายแก้ว หินปูนและโคโลไมต์

ตารางที่ 5. แสดงข้อมูลการผลิตและการใช้แร่ตามกลุ่มแร่สำคัญ

	2543		2544	
	การผลิต	การใช้	การผลิต	การใช้
1. กลุ่มแร่เชื้อเพลิง	8,856.9	8,921.8	6,372.7	6,315.1
2. กลุ่มแร่โลหะ	1,903	4,830.8	749.9	2,959.4
3.กลุ่มแร่อุตสาหกรรม	12,376.5	9,269.7	8,677.5	6,466.5

มูลค่า : ล้านบาท

เฟลด์สปาร์ เป็นแร่อุตสาหกรรมที่สำคัญในทางการค้า สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. โพแตชเฟลด์สปาร์ (Potash feldspar) จำแนกโดยปริมาณ K_2O มากกว่าร้อยละ 10 พบมากในสายเพกมาไทต์

2. โซดาเฟลด์สปาร์ (Soda feldspar) จำแนกโดยมีปริมาณ Na_2O มากกว่าร่อยละ 7 พบในหินเฟลด์สปาร์

3. เฟลด์สปาร์ผสม หรือ เฟลด์สปาร์กะเทย (mix feldsapr) มีปริมาณ K_2O น้อยกว่าร้อยละ 10 และ Na_2O น้อยกว่าร้อยละ7 พบในหินแกรนิตสีขาว

ศักยภาพทางแร่เฟลด์สปาร์

เฟลด์สปาร์เป็นแร่ประกอบหิน พบได้โดยทั่ว ๆ ไปในหินอัคนี หินแปร และหินตะกอน แต่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจได้จากสายเพกมาไทต์ (pegmatite) หินกราฟฟิกแกรนิต (graphic granite) หินแกรนิตสีขาว (leucogranite) หินแอไพลต์ (aplite) และหินเฟลด์สปาร์ (feldspartic rock) ดังนั้น บริเวณที่พบแร่เฟลด์สปาร์ส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้บางบริเวณ ดังแสดงในรูปที่ 6

พื้นที่ศักยภาพทางแร่เฟลด์สปาร์ที่สำคัญได้แก่

1. โพแตชเฟลด์สปาร์ เช่น อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง และอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

2. โซดาเฟลด์สปาร์ เช่น อำเภอเมือง จังหวัดตาก บ้านดา อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี และจังหวัดนครศรีธรรมราช

3. เฟลด์สปาร์ผสม พบกระจายทั่วไป

ตารางที่ 6. แสดงข้อมูลการผลิตและการใช้แร่เฟลด์สปาร์

การผลิต	2542		2543		2544*	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
1. โพแตชเฟลด์สปาร์ (บด)	4,684	11.2	4,720	11.3	4,500	10.0

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

2. โพแตชเฟลด์สปาร์ (ก้อน)	13,026	22.1	9,082	15.4	23,000	42.0
3. โซเดียมเฟลด์สปาร์ (บด)	223,773	312.4	325,064	455.1	11,000	12.0
4. โซเดียมเฟลด์สปาร์ (ก้อน)	385,532	269.9	204,125	142.9	500,000	320.0

ปริมาณ : เมตริกตัน

มูลค่า : ล้านบาท

การใช้	2542		2543		2544*	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
1. โพแตชเฟลด์สปาร์ (บด)	4,694	11.3	4,462	10.7	4,500	10.0
2. โพแตชเฟลด์สปาร์ (ก้อน)	4,892	8.3	6,581	11.2	8,000	12.0
3. โซเดียมเฟลด์สปาร์ (บด)	210,897	295.3	191,410	267.9	175,200	260.0
4. โซเดียมเฟลด์สปาร์ (ก้อน)	24,563	17.2	30,434	21.3	75,000	100.0

ปริมาณ : เมตริกตัน

มูลค่า : ล้านบาท

แหล่งผลิตที่สำคัญ

1. อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี (โพแตชเฟลด์สปาร์)
2. อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง (โพแตชเฟลด์สปาร์)
3. นครศรีธรรมราช (โซดาเฟลด์สปาร์)
4. อำเภอเมือง จังหวัดตาก (โซดาเฟลด์สปาร์)

ศักยภาพทางแร่รัตนชาติในประเทศไทย

ประเทศไทยมีรัตนชาติหลายชนิด แต่ที่สำคัญและมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักทั่วโลกคือ พลอยทับทิมและแซปไฟร์ (ruby and sapphire) ซึ่งเป็นพลอยตระกูลคอรันดัม แหล่งพลอยทับทิมและแซปไฟร์ในประเทศไทย ล้วนแต่มีความเกี่ยวข้องกับหินภูเขาไฟชนิดบะซอลต์ กล่าวคือ มักพบแหล่งพลอยทับทิมและแซปไฟร์ ในบริเวณหินบะซอลต์หรือใกล้เคียง ในลักษณะผุพังจากหินต้นกำเนิดเดิมมาแล้ว (Secondary deposit) ทั้งที่เป็นแบบผุพังอยู่กับ ที่ในดินบะซอลต์ (Residual basaltic deposit) และแบบถูกพาไปสะสมที่อื่น ๆ ตามลำห้วยและที่ราบลุ่มที่เรียกว่า แบบลานแร่ (Placer) โดยพบแหล่งพลอยทั่วทุกภาคยกเว้นภาคใต้ **รูปที่7.** ดังนี้

- **ภาคเหนือ** ในเขตจังหวัดแพร่และจังหวัดสุโขทัย แบ่งเป็น 2 บริเวณคือ 1) แหล่งพลอย อำเภอลอง-อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และ 2) แหล่งพลอยอำเภอเด่นชัย-อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย พบพลอยแซปไฟร์สีน้ำเงิน สีฟ้า สีน้ำเงินอมเขียว สีเขียว สีเหลือง

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

และพลอยสาแหรก นอกจากนี้ยังสามารถพบทับทิมบ้างเล็กน้อยในบางครั้ง เพื่อนแร่ที่พบร่วมได้แก่ เพทาย (zircon) นิลตะโก (black spinel) นิลเสี้ยน (black pyroxene) และโกเมน (garnet)

- **ภาคกลาง** ในเขตอำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ พบพลอยแซปไฟร์สีน้ำเงิน (ส่วนใหญ่สีคล้ำดำ) สีน้ำเงินอมเขียว สีเขียว และพลอยสาแหรก เพื่อนแร่ได้แก่ นิลตะโก นิลเสี้ยน เพทาย เฟลด์สปาร์ (feldspar) และโกเมน

- **ภาคตะวันตก** ในเขตอำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี เป็นแหล่งพลอยแซปไฟร์สีน้ำเงินที่มีชื่อเสียงในด้านคุณภาพเนื่องจากมีสีสวยและขนาดเม็ดโต อีกทั้งเป็นแหล่งพลอยแซปไฟร์สีน้ำเงินที่มีกำลังผลิตสูงสุดของประเทศ เป็นแหล่งแร่ทุติยภูมิที่เกิดจากการผุพังทำลายของหินแอลคาไลบะซอลต์ ซึ่งปะทุขึ้นมาที่บริเวณเขาลั่นทม อำเภอบ่อพลอย และที่ห้วยมะค่า บริเวณบ้านช่องด่าน ก่อให้เกิดแหล่งสะสมตัวของพลอยตามลักษณะธรณีสัณฐาน 3 ลักษณะคือ แบบสะสมตัวอยู่กับที่ในดินบะซอลต์ แบบสะสมตัวในบริเวณเศษหินเชิงเขาและลานหินเชิงผา และแบบลานแร่

พื้นที่การแผ่กระจายตัวของพลอยแซปไฟร์และนิล ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 110 ตารางกิโลเมตร โดยมีขอบเขตเหนือสุดอยู่ที่บริเวณบ้านช่องด่าน และใต้สุดอยู่ที่บริเวณเขาชนไก่ พื้นที่เกือบทั้งหมดประมาณร้อยละ 95 เป็นแบบลานแร่ ซึ่งมีพื้นที่ศักยภาพของพลอยแซปไฟร์สูงเหลืออยู่ทั้งหมดประมาณ 37 ตารางกิโลเมตร อยู่ในพื้นที่บ้านช่องด่าน บ้านบึงหัวแหวน บ้านบึงหล่ม-บ้านวังด้ง และบ้านทุ่งมะสัง คิดเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีการทำเหมืองประมาณ 8, 8, 18, และ 3 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ (ข้อมูลปี พ.ศ.2538) โดยมีค่าเฉลี่ยความสมบูรณ์เฉลี่ยนิลในชั้นกะสะของพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงประมาณ 750, 1,100, 1,000 และ 450 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

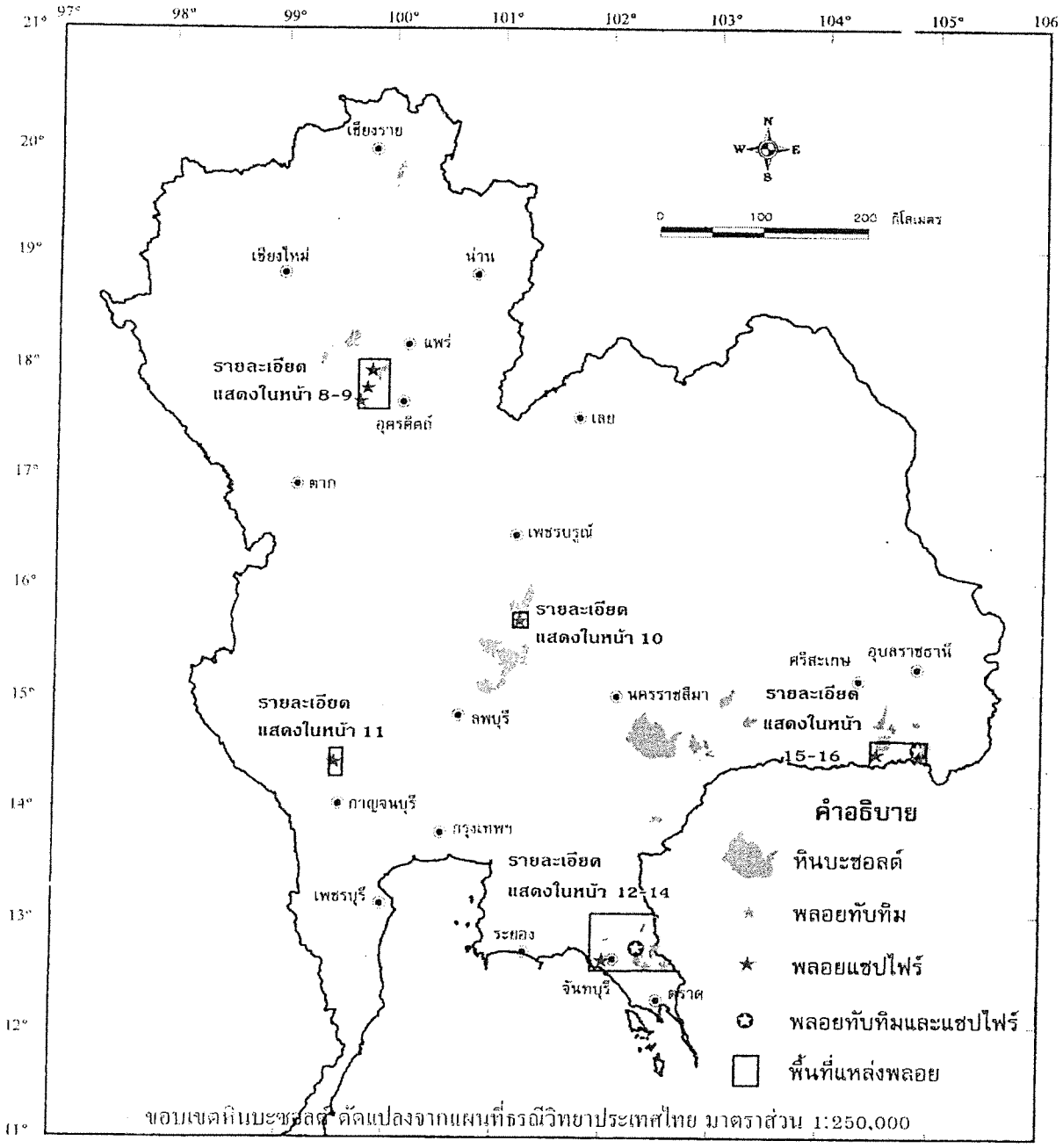
การลำดับชั้นตะกอนทั่วไปจากอายุอ่อนไปหาอายุแก่คือ 1) ชั้นดินเหนียวปนทรายแป้ง-ทรายปนทรายแป้ง 2) หินปูนทุติยภูมิปนทราย (พบทางตะวันตกของลำตะเพิน) 3) ชั้นดินเหนียวปนทราย-ทรายหยาบ 4) ชั้นกรวดมีซากไม้และพีต (พบพลอยแซปไฟร์ปริมาณน้อยมากไม่คุ้มการทำเหมือง ชาวเหมืองเรียกว่า “ชั้นหัวแร่”) และ 5) ชั้นกรวดให้พลอยแซปไฟร์ (ชั้นกะสะ) ซึ่งมีความหนา 3 เมตร ลึก 13-15 เมตร จากผิวดิน

พลอยแซปไฟร์ที่พบส่วนใหญ่มีสีน้ำตาล (เมื่อนำไปเผาจะได้สีน้ำเงิน) และสีน้ำเงิน ส่วนพลอยสีเหลืองพบน้อยมาก เพื่อนแร่ได้แก่ นิลตะโก นิลเสี้ยน นิลติดเหล็ก (magnetite) เพทาย และพลอยน้ำค้าง (sanidine)

- **ภาคตะวันออก** ในเขตจังหวัดจันทบุรีและตราด เป็นแหล่งพลอยที่มีความสำคัญของประเทศตั้งแต่อดีต แต่ปัจจุบันเหลือเหมืองที่เปิดดำเนินการในบริเวณเขาวัวและเขาพลอยแหวนเท่านั้น สามารถแบ่งได้ 4 บริเวณตามลักษณะของพลอยที่ได้ ดังนี้

1) แหล่งพลอยบริเวณด้านตะวันตกของจังหวัดจันทบุรี เป็นบริเวณที่มีการขุดหาพลอยที่เก่าแก่ที่สุด แหล่งพลอยบริเวณนี้ครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณเขาวัว เขาพลอยแหวน คลองวัดสระแก้ว ในเขตอำเภอท่าใหม่ และบ้านบางกะจะ คลองพานสลุต ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี พลอยที่พบเป็นพลอยแซปไฟร์หลากสี ไม่พบทับทิมเลย โดยพบร่วมกับเพื่อนแร่ได้แก่ แมกนีไทต์ อิลเมไนต์ นิลเสี้ยน นิลตะโก เพทาย และโกเมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปแสดงแหล่งแร่รัตนชาติ

พลอยมีการสะสมตัว 2 ลักษณะคือ 1) สะสมตัวอยู่กับที่ในดินและเศษหินบะซอลต์ พบบริเวณ เขาวัว เขาพลอยแหวน และพื้นที่ใกล้เคียง 2) สะสมตัวโดยอิทธิพลของทางน้ำ เป็นการสะสมตัวของพลอยแซปไฟร์และเพื่อนแร่ที่ถูกพัดพามากับตะกอนทางน้ำไปสะสมตัวบริเวณที่ราบตะกอนน้ำพาและป่าชายเลน พบการสะสมตัวในบริเวณบ้านหัวอู คลองวัดสระแก้ว คลองพานสลุด บ้านหนองโขยง-บ้านวัดกลาง และบ้านวัดกลาง-บ้านบางกะจะ

2) แหล่งพลอยบริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดจันทบุรีและตราด ในเขตอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี และอำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด แหล่งพลอยบริเวณนี้พบทั้งทับทิมและแซปไฟร์ในปริมาณที่แตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

พลอยมีการสะสมตัว 2 ลักษณะคือ 1) สะสมตัวอยู่กับที่ในดินและเศษหินบะซอลต์ โดยพบพลอยตั้งแต่ผิวดินลงไปจนถึง 4 เมตร ความหนาชั้นให้พลอย 1-4 เมตร 2) สะสมตัวร่วมกับตะกอนทางน้ำ พบพลอยและเพื่อนแร่สะสมตัวตามทางน้ำที่ไหลผ่านหินบะซอลต์และที่ราบลุ่มบริเวณขอบของเนิน บะซอลต์ เช่น คลองลำอ่อน คลองสะตอน้อย คลองสะตอ คลองเวฬุ โดยชั้นให้พลอยเป็นชั้นกรวดทรายปนดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายกรวด หนาโดยทั่วไป 0.2-1.0 เมตร ลึกตั้งแต่ 0.8-8.0 เมตรจากผิวดิน นอกจากนี้ ยังพบชั้นให้พลอยมากกว่า 1 ชั้น ในบริเวณบ้านบ่อเวฬุ และบ้านอ่างเอ็ด โดยพบพลอยในชั้นดินบะซอลต์และชั้นตะกอนกรวดทรายที่ถูกชั้นหินบะซอลต์ปิดทับ

3) แหล่งพลอยบริเวณอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด แหล่งพลอยบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นพลอยทับทิม แต่อาจพบแซปไฟร์สีน้ำเงินได้บ้าง (น้อยกว่าร้อยละ 1) สามารถแบ่งพื้นที่สะสมตัวได้ 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มพื้นที่หนองบอน ครอบคลุมพื้นที่บ้านหนองบอน บ้านเนินตากแดด บ้านคอแล บ้านช้างทูน ไปจนถึงเขตชายแดนประเทศกัมพูชา ลักษณะการสะสมตัวของพลอยแบ่งได้ 2 แบบ คือ 1) สะสมตัวอยู่กับที่ในดินและเศษหินบะซอลต์ ที่ระดับลึก 2-7 เมตร ความหนาชั้นแร่ 0.10-0.30 เมตร เพื่อนแร่ได้แก่ โกเมน แมกนีไทต์ และอิลเมไนต์ 2) สะสมตัวร่วมกับตะกอนทางน้ำ เป็นการสะสมตัวของพลอยที่ถูกพัดพามาจากแหล่งสะสมตัวแบบแรก ได้แก่ บริเวณคลองขวาง คลองแอ่ง คลองสะตอ และคลองจับแจ ความหนาชั้นแร่ตั้งแต่ 0.15-1.20 เมตร ลึกจากผิวดินตั้งแต่ 0.1-2.4 เมตร

2. กลุ่มพื้นที่บ่อไร่ ได้แก่ บริเวณบ้านปะอา บ้านตาบาด บ้านบ่อไร่ บ้านตางาม บ้านเนินชาลี บ้านสระใหญ่ บ้านนนทรีย์ เป็นต้น สามารถแบ่งการสะสมตัวของพลอยได้ 3 แบบคือ 1) สะสมตัวอยู่กับที่ในดินและเศษหินบะซอลต์ พบพลอยตั้งแต่ผิวดินถึงความลึก 1-4 เมตร 2) สะสมตัวร่วมกับตะกอนเศษหินเชิงเขา พบในบริเวณรอบ ๆ เนินดินบะซอลต์ห่างออกไปในรัศมีไม่เกิน 2 กิโลเมตร พบพลอยในชั้นดินปนกรวดลูกรัง หรือชั้นดินเหนียวปนกรวดลูกรัง ตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงหินดาน ความหนาตั้งแต่ 0.9-1.3 เมตร 3) สะสมตัวร่วมกับตะกอนทางน้ำ เป็นการสะสมตัวของพลอยที่ถูกพัดพามาจากแหล่งสะสมตัวแบบ 1 และ 2 ไปสะสมตัวตามทางน้ำและตะพักทางน้ำได้แก่ คลองวังอ้ายเผือก (คลองเผือก) คลองน้ำใส คลองมะนาว คลองแอ่ง คลองโสน และแม่น้ำเขาสมิง

4) แหล่งบริเวณอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พลอยที่พบเป็นพลอยทับทิม การกระจายตัวของพลอยเริ่มตั่งแต่ต้นคลองเครือหวาย เขาหัก บ้านขนุน คลองโป่งน้ำร้อน จนถึงชายแดนประเทศกัมพูชา เพื่อนแร่ได้แก่ โกเมน แร่ไคลโนไพรอกซีนสีเขียว-น้ำตาลดำ แมกนีไทต์ อิลเมไนต์ และนิล นอกจากนี้ยังพบเกล็ดทองคำเล็ก ๆ ตามลำคลองเครือหวายและคลองโป่งน้ำร้อนบางบริเวณ แบ่งการสะสมตัวได้ 3 แบบคือ 1) สะสมตัวอยู่กับที่ในดินบะซอลต์ พบศักยภาพพลอยบริเวณเขาหัก ความหนาชั้นแร่ 0.15-0.35 เมตร 2) สะสมตัวร่วมกับตะกอนเศษหินเชิงเขา พบการสะสมตัวในบริเวณต้นคลองเครือหวาย 3) สะสมตัวร่วมกับตะกอนทางน้ำ พบพลอยในชั้นกรวดทรายปนดินเหนียว หนาตั้งแต่ 0.2-1.5 เมตร ในบริเวณ 2 ฝั่งคลองเครือหวายและคลองโป่งน้ำร้อน โดยห่างจากคลองข้างละ 20-30 เมตร ไม่เกิน 50 เมตร ยกเว้นโค้งน้ำบางแห่งพบชั้นแร่ห่างจากคลองประมาณ 100-200 เมตร

- **ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** พบใกล้พรมแดนไทย-กัมพูชา บริเวณเทือกเขาพนมดงเร็ก ในเขตอำเภอขุนหาญ อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ และอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี พลอย

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ที่พบมีทั้งทับทิมและพลอยแซปไฟร์สีน้ำเงิน สีน้ำเงินอมเขียว สีเขียว สีเขียวอมเหลือง เพื่อนพลอยได้แก่ เพทาย นิล และอุลกมณี ลักษณะการสะสมตัวของพลอยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ 1) สะสมตัวอยู่ตามชอกหินหรือบ่อรูปหม้อในลำห้วย และ 2) สะสมตัวร่วมกับตะกอนทางน้ำในพื้นที่ราบลุ่มทางน้ำ โดยทั่วไปพบว่าพลอยสะสมตัวในบริเวณเทือกเขาพนมดงเร็กหนาแน่นกว่าและขนาดของพลอยใหญ่กว่าในบริเวณที่ราบลุ่มทางน้ำที่ห่างออกมา ปัจจุบันไม่มีการทำเหมืองโดยใช้เครื่องมือหนักในบริเวณนี้แล้ว

สำหรับรัตนชาติอื่นที่พบในประเทศไทยมีดังนี้

โกเมน พบเป็นชนิดสีแดง มักพบเกิดร่วมเป็นเพื่อนพลอยคอรันดัมในแหล่งต่าง ๆ เช่น อ.เมือง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี อ.บ่อไร่ อ.เขาสมิง จ.ตราด อ.ขุนหาญ จ.ศรีสะเกษ อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์ และ อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี นอกจากนี้ยังพบในบริเวณ อ.แกลง จ.ระยอง และ อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี

เพทาย แหล่งที่พบมักเกิดร่วมเป็นเพื่อนพลอยคอรันดัมตามแหล่งต่าง ๆ เช่น อ.น้ำยืน จ.อุบลราชธานี อ.กันทรลักษณ์ จ.ศรีสะเกษ อ.เมือง อ.ขลุง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี และ อ.เด่นชัย จ.แพร่

นิลตะโกและนิลเสี้ยน มักเกิดร่วมเป็นเพื่อนพลอยคอรันดัมตามแหล่งต่าง ๆ เช่น บริเวณ อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี อ.บ่อไร่ จ.ตราด อ.วังชิ้น จ.แพร่ และ อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย

ควอตซ์ (quartz) พบทั้งชนิดที่เป็นเนื้อผลึก (crystalline quartz) และชนิดเนื้อเนียนละเอียด (crypto-crystalline quartz) แหล่งที่พบ มีดังนี้

- ชนิดเนื้อผลึก

ควอตซ์ผลึกขาวใสและผลึกใสที่มีมลทินแร่อื่นอยู่ภายใน (rock crystal) พบบริเวณ อ.เถิน จ.ลำปาง อ.สา จ.น่าน อ.เขาพระงาม จ.ลพบุรี อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี จ.เชียงใหม่ จ.อุตรดิตถ์ จ.นครสวรรค์ จ.เพชรบุรี และ จ.ประจวบคีรีขันธ์

ควอตซ์สีชมพู (rose quartz) พบบริเวณ อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ อ.เมือง จ.ระนอง และ จ.พังงา

ควอตซ์สีควันไฟ (smoky quartz) พบบริเวณ อ.สะเมิง และ อ.ฮอด จ.เชียงใหม่

ควอตซ์สีม่วง (amethyst) พบบริเวณ อ.เถิน จ.ลำปาง อ.วังชิ้น จ.แพร่ และ อ.เมือง จ.นครนายก

- ชนิดเนื้อเนียนละเอียด

อะเกต (agate) คาลซิโดนี (chalcedony) คาร์เนเลียน (carnelian) ซาร์โดนิกซ์ (sardonyx) พบบริเวณ อ.ชัยบาดาล อ.โคกสำโรง จ.ลพบุรี จ.ลำพูน จ.กาญจนบุรี จ.แม่ฮ่องสอน และ จ.เชียงใหม่

หินเลือด (bloodstone) พบบริเวณ อ.ภูกระดึง จ.เลย และ อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์

แจสเพอร์ (jasper) พบบริเวณ อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม้กลายเป็นหิน (petrified wood) ส่วนใหญ่พบบริเวณที่ราบสูงโคราชเช่น อ.จักราช อ.เมือง อ.ขามทะเลสอ จ.นครราชสีมา อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น และ อ.น้ำยืน จ.อุบลราชธานี อ.เมือง จ.ตาก และ อ.สระโบสถ์ จ.ลพบุรี

เพชร (diamond) พบในแหล่งแร่ดีบุกทั้งในทะเลและบนบกในแถบ อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต อ.ตะกั่วป่า และ อ.เมือง จ.พังงา

พลอยน้ำค้าง พบที่ อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี

อะความารีนเบริล (aquamarine-beryl) ส่วนใหญ่มีสีฟ้าอ่อน เนื้อทึบไม่ค่อยใสและมักมีรอยแตกร้าว พบในหินและสายแร่เพกมาไทต์ บริเวณ อ.แม่แจ่ม อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่ อ.อุ้มผาง จ.ตาก อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี และ อ.พะโต๊ะ จ.ชุมพร

ไข่มุก (pearl) เป็นมุกเลี้ยง (cultured pearl) ที่เกาะนาคาน้อย จ.ภูเก็ต อ.เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี และ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

อุลกมณี (tektite) พบมากบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ขอนแก่น สกลนคร อุดรธานี นครพนม อุบลราชธานี เลย และชัยภูมิ ภาคอื่น ๆ เช่น เชียงใหม่ ลำพูน แพร่ เพชรบูรณ์ ประจวบคีรีขันธ์ และกาญจนบุรี

โอปอธรรมดา (common opal) พบที่ อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี อ.สี้ จ.ลำพูน อ.เมือง จ.นครราชสีมา และ จ.น่าน

แอกทิโนไลต์ (actinolite) พบที่ อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์ ห่างจากเขื่อนสิริกิตติ์ไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ 17 กม.

เพริดอต (peridot) พบเกิดร่วมเป็นเพื่อนพลอยคอรันดัมที่ อ.เด่นชัย อ.วังชิ้น จ.แพร่

พรีห์โนต์ (prehnite) พบที่ อ.เขาพระงาม จ.ลพบุรี และ จ.อุตรดิตถ์

การผลิตและการใช้รัตนชาติ

การผลิตพลอยทับทิมและแซบไฟร์ในประเทศไทย ไม่เพียงพอกับปริมาณการใช้ในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากปริมาณพลอยได้ลดปริมาณลง จึงทำให้มีเหมืองเปิดดำเนินการลดลง เหลือ 8 เหมือง ในปี 2542 ดังนั้น จำเป็นต้องนำเข้าพลอยจากต่างประเทศประมาณมูลค่า ปีละ 30,000-40,000 ล้านบาท โดยนำเข้าจาก พม่า กัมพูชา เวียตนาม ลาว มาดากัสการ์ เคนยา แทนซาเนีย และไนจีเรีย นอกจากมีการนำเข้าแล้ว ยังมีผู้ประกอบการของไทยไปลงทุนทำเหมืองต่างประเทศอีกด้วย

ตารางที่ 7. แสดงข้อมูลการผลิตและการใช้แร่รัตนชาติ

	2538	2539	2540	2541	2542
การผลิต					
จ.กาญจนบุรี	207,093	134,630	192,410	202,050	253,345
จ.ตราด	200	795	70	-	-
การใช้	210,383	134,934	188,810	194,250	253,345

ปริมาณ : กรัม

เอกสารฉบับนี้เป็นสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งผลิตที่สำคัญ

จังหวัดกาญจนบุรี

ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาทรัพยากรแร่

1. ราคาแร่ เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการตัดสินใจของผู้ลงทุนในทางธุรกิจการสำรวจและทำเหมืองแร่ ซึ่งผู้ลงทุนจะต้องสามารถประเมินสถานะการณ์ราคาแร่ในอนาคตได้ เพราะว่าการทำเหมืองแร่ไม่เหมือนการทำธุรกิจอื่น ต้องผ่านขั้นตอนมากมาย ไม่น้อยกว่า 2 ปี จึงสามารถจะผลิตแร่ได้ นอกจากนี้ต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ อีกเช่น ความแข็งตัวหรืออ่อนตัวของค่าเงินดอลล่าร์สหรัฐอเมริกา เงินเยนของญี่ปุ่น และราคาน้ำมัน รวมอุปกรณ์การทำเหมืองต่าง ๆ

2. ข้อมูลด้านแหล่งแร่ ได้แก่ ข้อมูลด้านปริมาณแร่สำรอง (reserve) ปริมาณทรัพยากรสำรอง(resource) ความสมบูรณ์ของแร่ในเชิงพาณิชย์ เทคโนโลยีในการทำเหมืองและการผลิตแร่

3. ระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน เช่น ถนน แหล่งน้ำ และเชื้อเพลิง

4. กฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ของภาครัฐ เช่น กฎหมายแร่ กฎหมายป่าไม้ กฎหมายส่งเสริมและควบคุมคุณภาพและสิ่งแวดล้อม กฎหมายเกี่ยวกับที่ดิน และมติคณะรัฐมนตรี

5. ปัญหาด้านมวลชน

แนวทางการดำเนินงานเกี่ยวกับแร่

1. สำรวจหาข้อมูลด้านแหล่งแร่ มีแร่อะไร ที่ไหน ปริมาณเท่าไร

2. กำหนดขอบเขตพื้นที่แหล่งแร่ และพื้นที่ศักยภาพทางแร่ให้ชัดเจน

3. ระบุพื้นที่ที่สามารถจะพัฒนาเป็นเหมืองแร่ สามารถนำแร่มาใช้ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืนเชิงอนุรักษ์

4. พื้นที่ศักยภาพทางแร่ ควรกำหนดเป็น สูง กลาง และต่ำ เพื่อการบริหารจัดการ

5. จัดทำระบบฐานข้อมูลพื้นที่ศักยภาพทางแร่ อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมทรัพยากรธรณี DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี, 2535, 100 ปีกรมทรัพยากรธรณี : กรมทรัพยากรธรณีจัดพิมพ์เพื่อเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ และฉลองกรมทรัพยากรธรณี มีอายุครบ 100 ปี, 351 หน้า

กรมทรัพยากรธรณี, 2542, แผนที่และข้อมูลแหล่งแร่ของไทย ชุดแร่โลหะของประเทศไทย ฉบับที่ 1 แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย : เอกสารเผยแพร่กองเศรษฐธรณีวิทยา, ฉบับ กศ. 2/2542, 21 หน้า

กรมทรัพยากรธรณี, 2543, แผนที่และข้อมูลแหล่งแร่ของไทย ชุดแร่โลหะของประเทศไทย ฉบับที่ 1 แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย : เอกสารเผยแพร่กองเศรษฐธรณีวิทยา, ฉบับ กศ. 2/2542, 21 หน้า

กรมทรัพยากรธรณี, 2543, แผนที่และข้อมูลแหล่งแร่ของไทย ชุดแร่โลหะของประเทศไทย ฉบับที่ 3 แหล่งแร่ดีบุกในประเทศไทย : เอกสารเผยแพร่กองเศรษฐธรณีวิทยา, ฉบับ กศ. 1/2543, 16 หน้า

กรมทรัพยากรธรณี, 2543, แผนที่และข้อมูลแหล่งแร่ของไทย ชุดแร่โลหะของประเทศไทย ฉบับที่ 1 พื้นที่แหล่งแร่และทรัพยากรแร่ของประเทศไทย : เอกสารเผยแพร่กองเศรษฐธรณีวิทยา, ฉบับ กศ. 3/2543, 21 หน้า

กรมทรัพยากรธรณี, 2543, แผนที่และข้อมูลแหล่งแร่ของไทย ชุดแร่รัตนชาติของประเทศไทย ฉบับที่ 1 แหล่งพลอยทับทิมและแซปไฟร์ของไทย : เอกสารเผยแพร่กองเศรษฐธรณีวิทยา, ฉบับ กศ. 5/2543, 17 หน้า

กรมทรัพยากรธรณี, 2542, แผนที่และข้อมูลแหล่งแร่ของไทย ชุดแร่โลหะของประเทศไทย ฉบับที่ 1 แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย : เอกสารเผยแพร่กองเศรษฐธรณีวิทยา, ฉบับ กศ. 2/2542, 21 หน้า

กองวิชาการและวางแผน, 2542, สถานการณ์แร่ของไทยในรอบ 3 ปี (2542-2544) : รายงานวิชาการ กผ. 1/2545, กองวิชาการและวางแผน, กรมทรัพยากรธรณี, 95 หน้า

นภดล มัณฑะจิตร, 2541, ศักยภาพทางแร่และปริมาณสำรองของแร่ในประเทศไทย : เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ, วันอังคารที่ 9 มิถุนายน 2541 ณ พระราชวังไกรกังวล, 49 หน้า

ประเสริฐ กุมารจันทร์, 2535, แผนที่แหล่งแร่และแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติของประเทศไทย : โครงการพัฒนาทรัพยากรธรณี, กรมทรัพยากรธรณี, มาตราส่วน 1: 500,000, 488 หน้า

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

10936

การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่กับโครงการเร่งรัดสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่

โดย

ดร.ทศพร นุชอนงค์

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่

ความเป็นมา

กระทรวงอุตสาหกรรมโดยกรมทรัพยากรธรณี ได้ดำเนินการสำรวจค้นหาแหล่งทรัพยากรแร่และวัตถุดิบอุตสาหกรรมควบคู่ไปกับการส่งเสริมให้มีการนำทรัพยากรแร่มาใช้ประโยชน์ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศมาโดยตลอด การขยายตัวของอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ในช่วงระยะที่ผ่านมา ทำให้มีความต้องการใช้วัตถุดิบในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ปริมาณสำรองแร่ที่สำรวจพบแล้วลดลง บางชนิดเริ่มขาดแคลน โดยเฉพาะกลุ่มแร่โลหะ อาทิ แร่สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง ดีบุก จนต้องนำเข้าแร่ดังกล่าวจากต่างประเทศเพื่อรองรับอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ยังมีแร่บางชนิดที่มีความต้องการใช้สูงและมีอุตสาหกรรมต่อเนื่องรองรับอยู่แล้ว แต่ผลการสำรวจที่ผ่านมายังไม่พบแหล่งแร่วัตถุดิบในประเทศที่มีปริมาณมากพอ สภาพการณ์เช่นนี้ทำให้จำต้องนำเข้าแร่วัตถุดิบจากต่างประเทศ เกิดการสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเพื่อนำเข้าแร่วัตถุดิบเป็นจำนวนปีละหลายหมื่นล้านบาท

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่แปด (พ.ศ.2540-2544) ได้กำหนดให้มีการเร่งรัดการสำรวจและประเมินปริมาณสำรองทรัพยากรแร่วัตถุดิบทั่วประเทศ เพื่อเป็นปัจจัยเกื้อหนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ กระทรวงอุตสาหกรรมจึงได้เร่งรัดสำรวจหาแหล่งวัตถุดิบโดยใช้กำลังคนและงบประมาณของรัฐ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการลงทุนในการสำรวจและพัฒนาแหล่งแร่ในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งให้สิทธิภาคเอกชนเข้าทำการสำรวจในหลายพื้นที่ เพื่อนำทรัพยากรแร่ที่ค้นพบมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมภายในประเทศ แต่สภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ มีผลให้ภาวะการลงทุนสำรวจทั้งภาครัฐและภาคเอกชนชะลอตัวตามไปด้วย นอกจากนี้ การปรับลดขนาดกำลังคนของหน่วยงานรัฐตามแผนแม่บทการปฏิรูประบบราชการส่งผลให้บุคลากรของรัฐที่ทำงานด้านการสำรวจลดลง อุปสรรคเหล่านี้กระทบต่อการดำเนินการเพื่อพัฒนาแหล่งทรัพยากรแร่ของประเทศ

แนวทางในการบรรเทาปัญหาดังกล่าวแนวทางหนึ่ง คือ การกระตุ้นให้มีการแสวงหาทรัพยากรแร่ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างเร่งด่วนและเป็นรูปธรรม โดยการเร่งสำรวจให้ได้ข้อมูลพื้นที่แหล่งแร่หรือพื้นที่ศักยภาพทางแร่ที่มีรายละเอียดเพียงพอสำหรับนำไปเชิญชวนให้ภาคเอกชนลงทุนสำรวจในรายละเอียดและพัฒนาทำเหมืองเพื่อนำแร่มาใช้ประโยชน์ต่อไป อย่างไรก็ตามในการนำแร่จากแหล่งภายในประเทศขึ้นมาใช้ประโยชน์ จำเป็นต้องคำนึงถึงหลักการอนุรักษ์ และการประสานการใช้ประโยชน์ร่วมกับทรัพยากรธรรมชาติชนิดอื่นด้วย ปัจจุบันแหล่งแร่ในประเทศมีทั้งแหล่งแร่ที่อยู่นอกพื้นที่อนุรักษ์ต่าง ๆ แหล่งแร่ที่อยู่ในพื้นที่ที่สงวนไว้ตามมติคณะรัฐมนตรี (ป่าอนุรักษ์เพิ่มเติมและพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1) และแหล่งแร่ที่อยู่ในเขตอนุรักษ์ถาวรตามกฎหมาย (อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า) แหล่งแร่ที่สมควรนำมาพัฒนาใช้ในลำดับแรกคือแหล่งแร่ที่อยู่นอกพื้นที่อนุรักษ์ต่าง ๆ ในลำดับถัดมาคือแหล่งแร่ที่อยู่ในพื้นที่ที่สงวนไว้ตามมติคณะรัฐมนตรี ส่วนแหล่งแร่ที่อยู่ในเขตอนุรักษ์ถาวรตามกฎหมายสมควรชะลอการใช้ไว้ก่อนเพื่อประโยชน์ของการอนุรักษ์ แหล่งแร่ที่อยู่ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพิ่มเติมและลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ปัจจุบันยังไม่มีการสำรวจรายละเอียด เนื่องจากข้อจำกัดในด้านมติคณะรัฐมนตรีหลายฉบับ การสำรวจพบแหล่งแร่ที่มีศักยภาพในเชิงพาณิชย์ในบริเวณเหล่านี้ มิได้หมายความว่าจะต้องนำมาผลิตทั้งหมด แต่การสำรวจจะช่วยให้มีข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ของประเทศในระยะยาวอย่างมี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ประสิทธิภาพและเป็นระบบ

ด้วยเหตุดังกล่าว กระทรวงอุตสาหกรรม จึงได้นำโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ซึ่งจะดำเนินการโดยการจ้างเอกชนสำรวจและประเมินศักยภาพแร่ ใน 60 พื้นที่ เนื้อที่รวม 36,400 ตารางกิโลเมตร ภายในระยะเวลา 7 ปี (พ.ศ.2543-2549) ใช้งบประมาณ 1,512 ล้านบาท เสนอคณะรัฐมนตรี เพื่อพิจารณาดังนี้

(1) อนุมัติในหลักการให้กระทรวงอุตสาหกรรมดำเนินการโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ตามที่เสนอ โดยให้ผ่อนผันมติคณะรัฐมนตรีทุกฉบับที่เกี่ยวข้องกับข้อหวงห้ามในการเข้าไปสำรวจและใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพิ่มเติมและพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1

(2) ให้สำนักงบประมาณดำเนินการจัดสรรงบประมาณในวงเงิน 1,512 ล้านบาท สำหรับการดำเนินการตามข้อ (1) เป็นระยะเวลา 7 ปี เริ่มตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ.2543 - พ.ศ.2549

2. มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2542

คณะรัฐมนตรีมีมติเมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2542 เห็นชอบตามข้อเสนอของกระทรวงอุตสาหกรรม ส่วนการยกเว้นการปฏิบัติตามมติคณะรัฐมนตรีนั้น โดยที่คณะรัฐมนตรีมีมติเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2543 เรื่องแนวทางการเข้าทำประโยชน์ในพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เขตนิคมสร้างตนเองของกรมประชาสงเคราะห์ กระทรวงมหาดไทย และเขตนิคมสหกรณ์ ของ กรมส่งเสริมสหกรณ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งให้กระทรวงอุตสาหกรรมดำเนินการได้อยู่แล้วก็ให้ปฏิบัติตามนั้นต่อไป ยกเว้นการสำรวจในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ให้เสนอขออนุมัติจากคณะรัฐมนตรีเป็นรายๆ ไป ทั้งนี้ ให้รับความเห็นและข้อสังเกตของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และข้อสังเกตของคณะรัฐมนตรีไปพิจารณาดำเนินการด้วย ดังนี้

(1) โดยที่โครงการนี้มีเวลาดำเนินการถึง 7 ปี ดังนั้น การสำรวจลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ควรดำเนินการในช่วงเวลาท้ายโครงการ เพราะถึงเวลานั้นอาจมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัยและเหมาะสมกว่าในปัจจุบัน

(2) ให้พยายามชักชวนให้เอกชนเข้าร่วมดำเนินการในการแสวงหาแหล่งแร่ด้วย

(3) ให้เพิ่มความระมัดระวังในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม โบราณสถาน สถานที่สำคัญ สวยงาม หรือแหล่งท่องเที่ยวในท้องถิ่น แม้จะมีแร่อยู่ก็ตาม ทั้งนี้ ให้คำนึงถึงโอกาสของประชาชนในท้องถิ่นในอันที่จะมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นนั้นๆ ด้วย

3. วัตถุประสงค์

โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพแหล่งแร่ที่เป็นวัตถุดิบต้นน้ำ ให้สามารถนำแร่มาสนับสนุนอุตสาหกรรม ภายในประเทศ ทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ และสนับสนุนอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่าแร่เพื่อการส่งออก โดยเป็นการสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลแหล่งแร่และศักยภาพแร่ที่อยู่นอกพื้นที่อนุรักษ์ทั่วอย่างทั่วถึงและเป็นระบบโดยเร็ว และนำข้อมูลที่ได้ไปจำแนกว่าพื้นที่ใดมีแหล่งแร่หรือมีศักยภาพแร่ออก

กรมทรัพยากรธรณี DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES
ห้ามนำเข้าหรือคัดแปลงเพื่อจำหน่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

จากพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งแร่หรือศักยภาพแร่เพื่อใช้ในการวางแผนการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับทรัพยากรสาขาอื่นว่าพื้นที่ใดที่มีแหล่งแร่ หรือศักยภาพแร่นั้นมีมูลค่าสมควรให้เอกชนนำมาพัฒนาเป็นเหมืองแร่หรือไม่เมื่อเทียบกับมูลค่าของทรัพยากรชนิดอื่น ส่วนพื้นที่ที่ไม่พบแหล่งแร่หรือพบแต่มีมูลค่าน้อยก็ควรส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ต่อไป

4. เป้าหมาย

โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่มีเป้าหมายดังนี้

(1) พื้นที่แหล่งแร่หรือพื้นที่ศักยภาพทางแร่สูงที่สามารถดึงดูดการลงทุนสำรวจในรายละเอียดและพัฒนาเหมืองแร่ของภาคเอกชน อย่างน้อย 10 แห่ง

(2) ข้อมูลขอบเขตพื้นที่เพื่อการพัฒนาแหล่งแร่หรือพื้นที่ศักยภาพแร่ ที่มีการจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการบริหารและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

5. การดำเนินงานโครงการฯ

งานสำรวจภายใต้โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

(1) **งานสำรวจระดับผิวดิน** แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- งานสำรวจขั้นตอนที่หนึ่ง : ดำเนินการศึกษาและสำรวจในพื้นที่ประมาณ 600-700 ตารางกิโลเมตร พร้อมทั้งจัดทำรายงานและแผนที่ผลการสำรวจในพื้นที่ดำเนินการ โดยการศึกษาข้อมูลในสำนักงาน อาทิ ศึกษาข้อมูลการสำรวจแร่ที่มีมาก่อน ศึกษาภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ ร่วมกับการสำรวจภาคสนามด้วยวิธีการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ และธรณีเคมี เพื่อกำหนดพื้นที่ที่คาดว่าจะมีแหล่งแร่ซุกซ่อนอยู่สำหรับงานสำรวจขั้นตอนที่สอง ขนาดเนื้อที่ประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่เริ่มต้น

- งานสำรวจขั้นตอนที่สอง : ดำเนินการสำรวจในพื้นที่ที่คาดว่าจะมีแหล่งแร่จากผลการสำรวจในขั้นตอนที่หนึ่ง พร้อมทั้งจัดทำรายงานและแผนที่ผลการสำรวจ โดยการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่และธรณีเคมี เพื่อกำหนดขอบเขตแหล่งแร่ชนิดต่าง ๆ สำหรับงานสำรวจขั้นตอนที่สาม ขนาดเนื้อที่ประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่เริ่มต้นของขั้นตอนนี้

- งานสำรวจขั้นตอนที่สาม : ดำเนินการสำรวจภายในขอบเขตแหล่งแร่ชนิดต่าง ๆ จากผลการสำรวจขั้นตอนที่สองพร้อมทั้งจัดทำรายงานและแผนที่ผลการสำรวจ ด้วยการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีเคมี และธรณีฟิสิกส์ รวมทั้งการขุดหลุมหรือคูทดลอง เพื่อศึกษารูปร่าง ขอบเขตของสายแร่หรือโซนหินอุ้มแร่ที่ชัดเจนสำหรับวางแผนการเจาะสำรวจ

(2) **งานเจาะสำรวจ** ดำเนินการเจาะสำรวจเมื่อได้ดำเนินการสำรวจระดับผิวดินแล้วเสร็จ เพื่อศึกษาข้อมูลแหล่งแร่ใต้ผิวดิน อาทิ ขนาดและรูปร่างของแหล่งแร่ รวมไปถึงความสมบูรณ์ของแหล่ง เพื่อนำมาประเมินศักยภาพในการพัฒนาและวางแผนการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่ร่วมกับทรัพยากรชนิดอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ในระยะแรกพื้นที่ดำเนินการทั้งหมดของโครงการฯ กำหนดไว้จำนวน 60 บริเวณ ครอบคลุมเนื้อที่รวมประมาณ 36,400 ตารางกิโลเมตร โดยได้ทำการคัดเลือกมาจากพื้นที่ศักยภาพแร่ที่กำหนดได้จากผลการสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีที่ผ่านมาและนำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินการ พื้นที่ดำเนินการทั้ง 60 บริเวณ จะอยู่นอกเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ถาวรตามกฎหมาย (อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า) ทั้งหมด แต่จะคาบเกี่ยวกับพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพิ่มเติมและลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ตามมติคณะรัฐมนตรีต่างๆ อยู่บางส่วน ต่อมาโครงการฯ ได้ปรับปรุงวิธีการสำรวจโดยกำหนดให้ครอบคลุมพื้นที่โดยรอบของพื้นที่ศักยภาพทางแร่สูงเพื่อให้ผู้รับจ้างศึกษาและคัดเลือกขอบเขตพื้นที่ศักยภาพทางแร่สูงให้ชัดเจน ประมาณ 600 ตารางกิโลเมตร มาเพื่อดำเนินการศึกษาต่อไป ซึ่งพื้นที่ 60 บริเวณที่ปรับปรุงใหม่นี้แสดงไว้ในรูปที่ 1

โครงการฯ มีระยะเวลาดำเนินการทั้งสิ้น 7 ปี เริ่มตั้งแต่ปีงบประมาณ 2543 ถึงปีงบประมาณ 2549 โดยกำหนด ให้ปี 2543 เป็นโครงการนำร่อง เพื่อเตรียมความพร้อมของโครงการฯ ดังนั้น พื้นที่สำหรับการสำรวจระดับผิวดินที่จะเริ่มดำเนินการสำหรับปีแรกจึงกำหนดไว้เพียง 1,400 ตารางกิโลเมตร

6. งบประมาณของโครงการ และผลการดำเนินการ

โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ได้รับความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2542 ให้ดำเนินการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ในพื้นที่ศักยภาพแร่สูง 60 พื้นที่ทั่วประเทศ ในระยะเวลา 7 ปี ในวงเงินรวม 1,512 ล้านบาท โดยเริ่มตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ.2543 ถึง 2549 ซึ่งโครงการฯ ได้ดำเนินจัดสรรการใช้งบประมาณดังกล่าวแยกเป็นรายปี จำนวน 7 ปี เพื่อให้สอดคล้องกับงานสำรวจที่จะดำเนินการในแต่ละปี ดังแสดงในตารางที่ 1 มีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

(1) งบประมาณ ปี พ.ศ. 2543

ในปีงบประมาณ 2543 โครงการฯ มีเป้าหมายที่จะดำเนินการจ้างสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ในพื้นที่จำนวน 2 พื้นที่ โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 30 ล้านบาท ซึ่งโครงการฯ ได้รับจัดสรรงบประมาณเป็นเงิน 30 ล้านบาท เพื่อดำเนินการสำรวจจ้างสำรวจฯ จำนวน 2 พื้นที่ ครอบคลุมเนื้อที่รวมประมาณ 1,400 ตารางกิโลเมตร มีรายละเอียดของการจ้างแยกตามพื้นที่ได้ ดังนี้

- แปลงที่ 1/2543 “พื้นที่เขาฉกรรจ์” เนื้อที่ 700 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดสระแก้ว คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ทองคำ จ้างบริษัท ไออาร์ดีซี เอ๊กซ์พลอเรชั่น แอนด์ มายนิ่ง จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- แปลงที่ 2/2543 “พื้นที่ท่าแซะ” เนื้อที่ 700 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดชุมพร และประจวบคีรีขันธ์ คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ทองคำ และดีบุก จ้างบริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด เข้าทำการสำรวจ

(2) งบประมาณ ปี พ.ศ. 2544

ในปีงบประมาณ 2544 โครงการฯ มีเป้าหมายที่จะดำเนินการจ้างสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ในพื้นที่จำนวน 10 พื้นที่ โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 182 ล้านบาทแต่ปรากฏว่าโครง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การฯ ได้รับจัดสรรงบประมาณเป็นเงินเพียง 114.4 ล้านบาท จึงจำเป็นต้องตัดลดจำนวนพื้นที่ที่จะทำการจ้างสำรวจฯ ลงเหลือเพียง 5 พื้นที่ ครอบคลุมเนื้อที่รวมประมาณ 3,000 ตารางกิโลเมตร และได้มีการปรับเปลี่ยนรายละเอียดของพื้นที่เริ่มต้นให้ครอบคลุมพื้นที่กว้างขึ้น โดยมีรายละเอียดของการจ้างแยกตามพื้นที่ได้ ดังนี้

- พื้นที่แปลงที่ 1/2544 "พื้นที่แม่สอด" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดตาก และกำแพงเพชร คาดว่าจะมีศักยภาพแร่โลหะพื้นฐาน จ้างบริษัท วอเตอร์ รีซอร์ซ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- พื้นที่แปลงที่ 2/2544 "พื้นที่อุ้มผาง" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดตาก และนครสวรรค์ คาดว่าจะมีศักยภาพแร่โลหะพื้นฐาน จ้างบริษัท ไรท์ ทันเน็ลลิ่ง จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- พื้นที่แปลงที่ 3/2544 "พื้นที่ไทรโยค" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดกาญจนบุรี และราชบุรี คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ดีบุก-ทังสเตน จ้างบริษัท จีโอไทย บริการ จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- พื้นที่แปลงที่ 4/2544 "พื้นที่บ่อทอง" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ทองคำ จ้างบริษัท เลน (ประเทศไทย) จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- พื้นที่แปลงที่ 5/2544 "พื้นที่พะโต๊ะ" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดระนอง ชุมพร และสุราษฎร์ธานี คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ดีบุก-ทังสเตน จ้างบริษัท จีโอไทย บริการ จำกัด เข้าทำการสำรวจ

(3) งบประมาณ ปี พ.ศ. 2545

ในปีงบประมาณ 2545 โครงการฯ มีเป้าหมายที่จะดำเนินการจ้างสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ในพื้นที่จำนวน 10 พื้นที่ โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 292 ล้านบาทแต่ปรากฏว่าโครงการฯ ได้รับจัดสรรงบประมาณเป็นเงินเพียง 105.4 ล้านบาท จึงจำเป็นต้องตัดลดจำนวนพื้นที่ที่จะทำการจ้างสำรวจฯ ลงเหลือเพียง 5 พื้นที่ และปรับลดรายละเอียดงานลงบางส่วน แต่ยังคงให้สำรวจครอบคลุมพื้นที่เริ่มต้นเท่ากับในปี 2544 โดยมีรายละเอียดของการจ้างแยกตามพื้นที่ได้ ดังนี้

- พื้นที่แปลงที่ 1/2545 "พื้นที่สบปราบ" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดลำปาง ลำพูน ตาก และเชียงใหม่ คาดว่าจะมีศักยภาพแร่โลหะพื้นฐาน และทองคำ จ้างบริษัท พีบีซี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- พื้นที่แปลงที่ 2/2544 "พื้นที่ทุ่งเสลี่ยม" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดสุโขทัย ลำปาง ตาก และแพร่ คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ทองคำ และแร่โลหะพื้นฐาน จ้างบริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- พื้นที่แปลงที่ 3/2544 "พื้นที่เนินมะปราง" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดพิษณุโลก พิจิตร และเพชรบูรณ์ คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ทองคำ จ้างบริษัท เอทอปเทคโนโลยี จำกัด เข้าทำการสำรวจ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

- พื้นที่แปลงที่ 4/2544 "พื้นที่โป่งน้ำร้อน" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดจันทบุรี ฉะเชิงเทรา และสระแก้ว คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ทองคำ และแร่พลวง จ้างบริษัท จีโอ-เอ็กซ์พลอเรชั่น จำกัด เข้าทำการสำรวจ

- พื้นที่แปลงที่ 5/2544 "พื้นที่ระยอง" ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดระยองและจันทบุรี คาดว่าจะมีศักยภาพแร่ทองคำ จ้างบริษัท ไออาร์ดีซี เอ็กซ์พลอเรชั่น แอนด์ มายนิ่ง จำกัด เข้าทำการสำรวจ

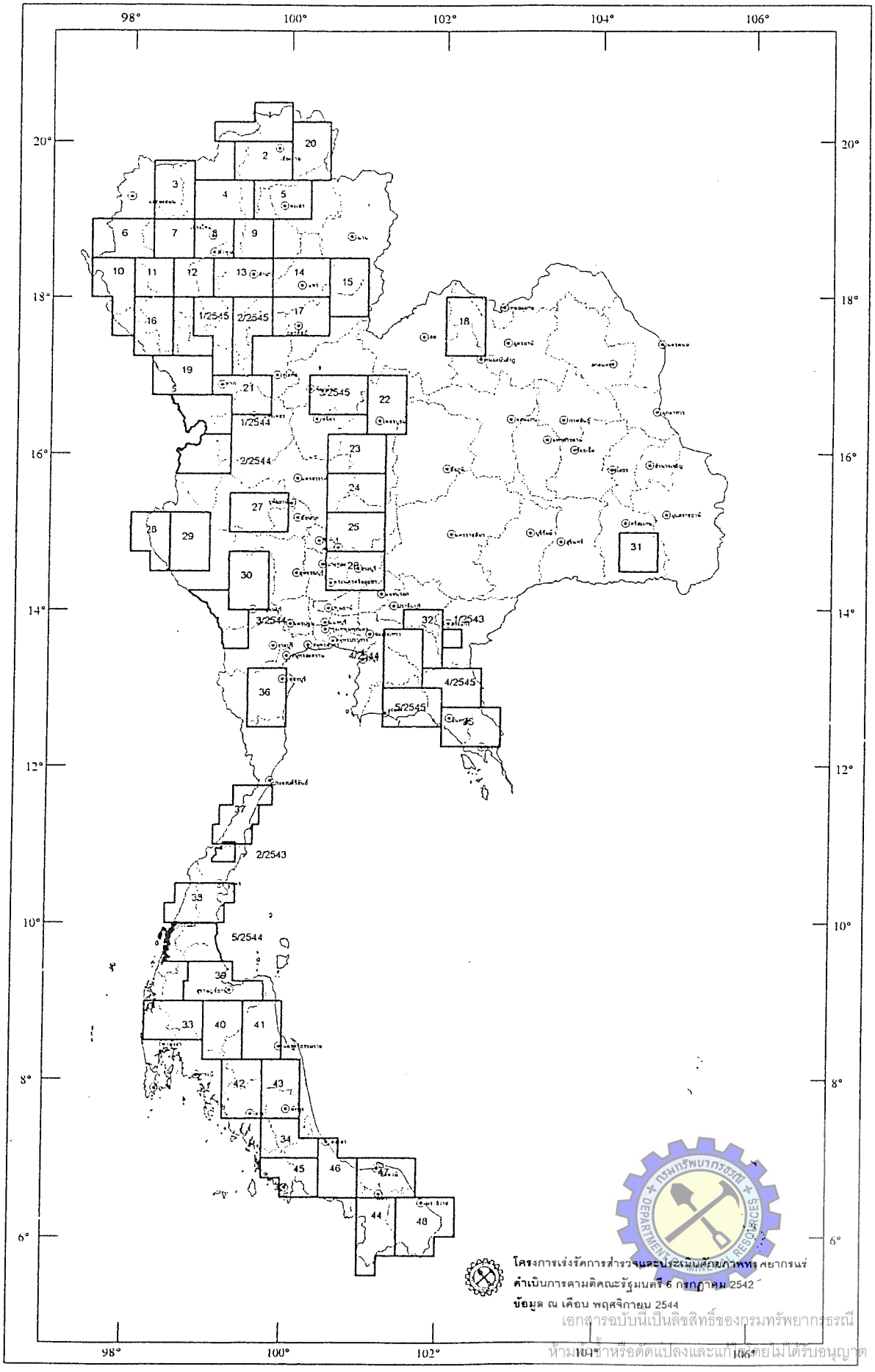
ตารางที่ 1 งบประมาณโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่

ปีงบประมาณ	งบประมาณที่เสนอ	งบประมาณที่ได้รับจัดสรร
2543	30	30
2544	182	114.4
2545	291	105.4
2546	291	291 (*1)
2547	291	291 (*1)
2548	291	291 (*1)
2549	136	389.2 (*1 และ *2)
รวม	1,512	1,512*

หมายเหตุ *1 งบประมาณที่คาดว่าจะได้รับ

*2 งบประมาณตามแผนงานที่เสนอคณะรัฐมนตรีในปีงบประมาณ 2549 รวมกับส่วนต่างระหว่างงบประมาณที่เสนอฯ และที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ 2544 และ 2545

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่สำรวจ ของโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามมิให้นำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

22427

แร่และทฤษฎีการเกิดแร่

โดย

นางสาวสุพัตรา วุฒิชาติวาณิช

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แร่และทฤษฎีการเกิดแร่

บทนำ

แร่ (mineral) : ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ มีสูตรเคมีและสมบัติอื่น ๆ ที่แน่นอนหรือเปลี่ยนแปลงได้ในวงจำกัด

สินแร่ (ore) : หินและแร่ซึ่งสามารถขุดนำออกมาใช้ประโยชน์ได้โดยมีกำไรในความหมายที่จำกัด สินแร่จะใช้หมายถึง โลหะ หรือ แร่ที่มีธาตุโลหะเป็นส่วนประกอบเท่านั้น แต่โดยทั่วไปก็รวมเอาแร่อโลหะบางตัวเข้าด้วย เช่น ฟลูออไรต์ สำหรับหินก่อสร้างและวัสดุอุตสาห-กรรม เช่น แร่ดิน ดินทนไฟ และเกลือหิน ไม่ถือว่าเป็นสินแร่ แต่จัดเป็นแร่และหินอุตสาหกรรม หรือแร่เศรษฐกิจ ซึ่งเป็นคำรวมทั้งสินแร่และวัสดุอุตสาหกรรม

แหล่งแร่ (mineral deposit) : ที่ใด ๆ ในเปลือกโลกที่มีแร่มาสะสมตัวอยู่ในปริมาณสูงกว่าปกติ

แหล่งแร่ไม่จำเป็นต้องมีขนาดหรือปริมาณแร่ในเชิงพาณิชย์ แหล่งแร่ที่ปรากฏพบจะเปิดทำเหมืองได้หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับนโยบายรัฐ และคุณค่าของแหล่งแร่ในเชิงเศรษฐกิจเป็นหลัก ดังนั้น การศึกษาธรณีวิทยาแหล่งแร่ การประเมินปริมาณแร่สำรองและคุณค่าของแหล่งแร่จึงเป็น สิ่งจำเป็น

แหล่งสินแร่ (ore deposit) : แหล่งแร่ที่มีแร่ชนิดเดียวหรือหลายชนิดเกิดร่วมกันในปริมาณมากพอที่จะขุดนำออกมาใช้ประโยชน์ได้โดยมีกำไร

กำเนิดของแร่

แร่เป็นผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการหรือปฏิกิริยาอันซับซ้อนทางเคมีและการตกผลึก แร่บางชนิดอาจเกิดและมีขนาดโตขึ้นได้ในระยะเวลาอันสั้นแค่ไม่กี่ชั่วโมง แต่บางชนิดอาจใช้ระยะเวลายาวนานในทางธรณีกาล เช่น 200,000 – 300,000 ปี ในการที่จะเติบโตจนมีขนาดที่เห็นในปัจจุบัน แร่พบเกิดทั้งในหิน ในช่องว่าง ทั้งแบบผลึกเดี่ยวหรือกลุ่มผลึก

กำเนิดของแร่ที่แท้จริง แม้ยังไม่ทราบกันอย่างชัดเจนหมดสิ้น แต่ก็ประจักษ์กันว่าแร่เกิดจากการสะสมตัวของธาตุ – โลหะ โดยกระบวนการทางธรณีวิทยา กระบวนการเหล่านี้ คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาของพื้นผิวโลก เปลือกโลก (crust) และส่วนที่รองรับ เปลือกโลก หรือตอนบนของเนื้อโลก (upper mantle) เช่น ภูเขาไฟระเบิด การผุพังสึกกร่อนของหิน ดิน ทราย อันเนื่องมาจาก ลม น้ำ ภูมิอากาศ และการสะสมตัวของตะกอน หรือการตกผลึกของแร่ธาตุต่าง ๆ ในที่ลุ่ม แอ่ง ทะเล หรือ หินต่าง ๆ

กระบวนการทางธรณีวิทยาที่อาจทำให้แร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่แต่เดิมในวัสดุเปลือกโลกนี้ เกิดการกระจัดกระจายตัวใหม่หรือเกิดสะสมขึ้นเป็นมวลแร่ต่าง ๆ พอจะแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

ก. กระบวนการที่ทำให้แร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ในเปลือกโลก เคลื่อนที่ไปจากเดิมหรือสะสมตัวในอีกบริเวณหนึ่งที่มีสภาวะเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นสิ่งพิมพ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

1. กระบวนการตกตะกอนโดยการแยกตัวหรือสะสมตัว

กระบวนการนี้ให้กำเนิดแหล่งตะกอนที่ปราศจากแร่เศรษฐกิจ หินที่มีปริมาณแร่เศรษฐกิจสูงกว่าปกติแต่ยังไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ (protore) และแหล่งสินแร่แบบหินตะกอน เช่น แหล่นลานแร่ดีบุก ลานแร่ทองคำ ซึ่งเกิดจากการที่หินซึ่งมีแร่หนักจำพวกแร่ดีบุกหรือทองคำ เกิดการผุสลายตัวลง แร่หนักดังกล่าวจึงแยกตัวหลุดจากหินเดิม และถูกนำพาไปตกสะสมตัวในแอ่งหรือที่ราบเกิดเป็นแหล่งลานแร่ แหล่งแร่เหล็กแบบชั้น หรือแหล่งแร่เหล็กเม็ดแบบไข่ปลา และแหล่งเกลือหิน ซึ่งเกิดจากการตกผลึกของแร่จากสารละลายน้ำ และแหล่งแร่บอกไซต์ ซึ่งเกิดจากการที่แร่ธาตุอื่นๆ ถูกชะละลายไปเหลือสารประกอบอลูมิเนียมอยู่ ณ ที่เดิม

2. การไหลเวียนของน้ำและสารละลายที่ไม่เกี่ยวข้องกับหินหนืดใต้พื้นผิวโลก

กระบวนการนี้ทำให้เกิดการชึมชะละลาย (leaching) การนำพาและการสะสมตัวของแร่โลหะต่างๆ โดยของไหล ซึ่งอาจมาจากน้ำที่ค้างอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนขณะเกิดหินตะกอนนั้น หรือจากการแปรสภาพของหินตะกอนโดยแรงกดทับจากชั้นหินข้างบน หรือจากน้ำผิวดินที่ไหลชึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล แหล่งแร่ที่มีกำเนิดโดยกระบวนการนี้ เช่น แหล่งแร่ยูเรเนียมในหินทราย แหล่งแร่ตะกั่ว – สังกะสีแบบหุบมิสซิสซิปปี้

3. การลำดับส่วนของหินหนืดจำพวกแกรนิต

การเคลื่อนตัวของหินหนืดที่มีส่วนประกอบแบบหินแกรนิต จากบริเวณลึกใต้พื้นผิวโลกระดับตื้นนั้น ในการเย็นตัวลงและแข็งตัวเป็นหิน หินหนืดจะลำดับส่วนเกิดเป็นหินอัคนีชนิดต่างๆ เช่น หินแกรนิต หินแกรโนไดออไรต์ และหินไดออไรต์ ซึ่งหากดันแทรกในโครงสร้างของหินท้องที่ที่เหมาะสมอาจมีแร่เศรษฐกิจเกิดอยู่ในหินนั้น โดยเฉพาะในบริเวณรอยสัมผัสระหว่างหินแกรนิตกับหินท้องที่ เช่น แร่เหล็กและแร่ซัลไฟด์ของทองแดง ตะกั่ว สังกะสี เป็นต้น

สารละลายอาจจะยังคงอยู่หรือถูกขจัดออกไปจากหินหนืด ส่วนของสารละลายซึ่งประกอบด้วยซิลิก้าและเฟลด์สปาร์เหลว ไอน้ำ สารละลายซิลิเกต และแร่ธาตุต่างๆ ที่แยกตัวออกจากหินหนืดในขณะหินหนืดแข็งตัว จะเคลื่อนตัวไปตามรอยแตกในหินท้องที่บริเวณข้างเคียง เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดเป็นสายเพกมาไทต์ ซึ่งให้แร่หลายชนิด เช่น ดีบุก วุลแฟรมและไมกา

ส่วนประกอบของหินหนืดที่มีสารระเหยมากที่สุด มักจะมีธาตุที่มีค่าและมีน้ำหนักมากรวมอยู่ด้วย และจะตกผลึกหลังสุด ส่วนประกอบส่วนนี้ซึ่งเป็นสารละลายน้ำร้อนมีความหนืดน้อย จะเคลื่อนตัวไปตามรอยแตก ร่อง และรูเล็กของหินท้องที่ สารละลายหรือน้ำร้อนนี้อาจละลายเอาธาตุต่างๆซึ่งกระจัดกระจายในหินที่เคลื่อนที่ผ่านไปด้วย เมื่อเย็นตัวที่สภาวะเหมาะสม แร่จะเริ่มตกผลึกออกจากสารละลายและสะสมตัวตามพื้นหน้ารอยแตกจนเต็มช่องรอยแตกนั้น เกิดเป็นสายแร่ กระเปาะแร่ หรือกระจายปะปนอยู่ในหินท้องที่บริเวณนั้นๆ สายแร่ที่พบมักเป็นสายควอตซ์หรือสายควอตซ์ – แคลไซต์ ซึ่งอาจมีแร่โลหะหรือแร่เศรษฐกิจเกิดร่วมด้วยในปริมาณมาก บางกรณีธาตุบางตัวจากสารละลายเข้าไปแทนที่ธาตุบางตัวในแร่ประกอบหินของหินท้องที่ เกิดเป็นแหล่งแร่แบบแทนที่ แหล่งแร่ที่อาจพบจากการกำเนิดแบบนี้ได้แก่ แร่ดีบุก วุลแฟรม ตะกั่ว – สังกะสี ทอง เงิน พลวง ฟลูออไรต์ เป็นต้น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

หากหินหนืดเคลื่อนตัวจากระดับลึกขึ้นมาสู่ผิวโลกเรียกว่า ลาวา เมื่อแข็งตัวจะเป็นหินภูเขาไฟชนิดกรด ในหินจำพวกนี้อาจพบแร่ซัลไฟด์ของทองแดงและสังกะสี เป็นต้น

ข. กระบวนการที่ทำให้แร่ธาตุที่กระจัดกระจายอยู่ในเนื้อโลกตอนบน เคลื่อนที่ไปจากที่เดิมหรือไปสะสมตัวในบริเวณที่เหมาะสมของเปลือกโลก

หินหนืดที่มีส่วนประกอบแบบหินเพริโดไทต์หรือหินบะซอลต์ จะมีกำเนิดอยู่ในช่วงบนของเนื้อโลกซึ่งรองรับเปลือกโลก เมื่อหินหนืดชนิดนี้เคลื่อนตัวสู่เบื้องบนเข้าไปในบริเวณหินท้องที่ที่มีโครงสร้างและสภาวะแวดล้อมเหมาะสม จะเกิดการตกสะสมหรือแยกตัวของผลึกแร่ต่าง ๆ และ แข็งตัวให้กำเนิดหินอัคนีแทรกซอนชนิดเบสหรือชนิดอัตราเบสิก แหล่งแร่ที่พบในหินประเภทนี้ได้แก่ แร่โครไมต์ ไทเทเนียม เหล็ก ทองแดง และนิกเกิล เป็นต้น

หากหินหนืดเคลื่อนตัวสู่พื้นผิวโลกและแข็งตัว จะกลายเป็นหินภูเขาไฟชนิดเบสหรืออัตราเบสิก ซึ่งอาจให้กำเนิดแหล่งแร่ต่าง ๆ เช่น แร่ทองแดง พลอยในหินบะซอลต์ เป็นต้น

กำเนิดของแหล่งแร่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการทางธรณีวิทยาต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตาม กำเนิดของแหล่งแร่ในแต่ละบริเวณอาจมีกระบวนการหนึ่งทำให้เกิดหรือมีหลายกระบวนการเกิดร่วมกันในวาระเดียวกันหรือต่างวาระกัน กระบวนการกำเนิดที่ต่างกันจะก่อให้เกิดระบบของแหล่งแร่ในแต่ละแห่งต่างกันด้วย แม้จะเป็นชนิดแร่เดียวกันก็ตาม

การจำแนกชนิดแหล่งแร่

แหล่งแร่สามารถจำแนกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ที่ใช้กำหนด เช่น โดยอาศัยคุณสมบัติหรือการใช้ประโยชน์แร่ ชื่อแร่ หรือ ลักษณะการเกิดของแร่ในแหล่งแร่

ชนิดแหล่งแร่จำแนกโดยอาศัยลักษณะการกำเนิดของแร่ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการทาง ธรณีวิทยาเป็นหลัก มีโดยสังเขปดังนี้

แหล่งแร่ที่มีกำเนิดเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธรณีวิทยาบนผิวโลก

1. **แหล่งแร่แบบลานแร่** (placer deposits) เป็นแหล่งแร่ที่มีความสัมพันธ์อย่าง ใกล้ชิดกับกระบวนการผุพังทำลายของหินที่ให้แร่ และมีการสะสมตัวของแร่หนักซึ่งคงทนต่อการ ผุกร่อนโดยการนำพาของสายน้ำ แหล่งแร่แบบนี้มักเกิดบนภูมิประเทศที่ผ่านการกัดกร่อนผุพังทำลายลงของหินเป็นระยะเวลายาวนาน

แร่หลักที่พบเกิดเป็นแหล่งลานแร่ ได้แก่ ดีบุก ทองคำ ทองคำขาว โคลัมไบต์ – แทนทาไลต์ อิลเมไนต์ รูไทล์ เซอร์คอน เพชร พลอยทับทิมและแซปไฟร์

2. **แหล่งแร่ตกค้างสะสม** (residual deposits) เป็นผลจากการที่หินและแร่ประกอบหินผุสลายไปโดยปฏิกิริยาทางเคมี ธาตุที่ละลายน้ำได้ง่ายจะถูกชะละลายไปกับน้ำ เหลือธาตุหรือสารประกอบซึ่งไม่ละลายน้ำหรือละลายได้น้อยตกค้างเหลืออยู่ ณ ที่เดิม แหล่งแร่แบบนี้จะเกิดในบริเวณเขตร้อนและลักษณะภูมิประเทศค่อนข้างแบนราบ

แหล่งตกค้างสะสมที่สำคัญ ได้แก่

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งแร่ดินขาว (kaolin) มาจากหินแม่จำพวก หินเฟลด์สปาทิก หรือหินอะลูมินาที่มีเหล็กและแร่ควอตซ์น้อยมาก

แหล่งแร่บอกไซต์ (bauxite) มาจากหินแม่จำพวกหินอะลูมินา หินเนฟิลีนไซอีไนต์ เคลย์ หินปูนเนื้อดิน หินดินดาน และหินบะซอลต์ที่มีเหล็กและแร่ควอตซ์ต่ำ

แหล่งศิลาแลง (iron laterite) มาจากหินแม่จำพวก หินปนเหล็ก (ferruginous rocks) ซึ่งมีควอตซ์และอะลูมิเนียมต่ำ หินเพร์ไดไทต์

แหล่งศิลาแลงแมงกานีส (manganese laterite) มาจากหินแม่จำพวก หินแปรปน แมงกานีส และหินปูน

แหล่งศิลาแลงนิกเกิล (nickel laterite) มาจากหินแม่จำพวก หินเพริโดไทต์

3. **แหล่งแร่ชะละลายสะสม** (Supergene deposits) เป็นแหล่งแร่ที่มีต้นกำเนิดมาจากหินที่มีแร่เศรษฐกิจมากกว่าปกติแต่ยังไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือ แหล่งสินแร่ ซึ่งมีแร่ไพไรต์หรือแร่ในกลุ่มซัลไฟด์เป็นส่วนประกอบ ผ่านกระบวนการการผุพังอยู่กับที่ จนทำให้เกิดการสะสมตัวใหม่ของแร่มีค่าเป็นชั้นๆ ด้วยอิทธิพลของน้ำใต้ดิน กระบวนการนี้ทำให้แหล่งแร่คุณภาพต่ำไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเลยกลายเป็นแหล่งแร่มีค่าทางเศรษฐกิจได้

แหล่งแร่แบบนี้ที่พบมากได้แก่ แหล่งแร่ทองแดง

4. **แหล่งแร่แบบชั้น** (Sedimentary deposit) มีกรรมวิธีการเกิดคล้ายคลึงกับการเกิดหินตะกอน จึงมักมีอาณาเขตกว้างขวาง เป็นแหล่งแร่ขนาดใหญ่ แร่ในแหล่งแร่ชนิดนี้อาจมาจากหินเดิมหรือแหล่งแร่เดิมที่ผุพังทำลายลง แล้วถูกพัดพาไปตกตะกอนทับถมอยู่ตามท้องน้ำ หรือตกสะสมตัวในแอ่งน้ำขนาดใหญ่ หรือทะเล เกิดเป็นแหล่งแร่ขึ้น

แหล่งแร่สำคัญๆ ที่มีกำเนิดจากการสะสมตัวลักษณะนี้ได้แก่ แหล่งแร่ดินขาว แหล่งแร่เหล็กแบบชั้น แหล่งแร่แมงกานีสแบบชั้นหรือแบบก้อนแมงกานีสทรงมน (manganese oxide nodule) ทองแดง – สังกะสี – ตะกั่วซัลไฟด์ นอกจากนี้ยังรวมการเกิดแหล่งถ่านหิน น้ำมัน ตลอดจนแหล่งหินปูน เกลือ ยิปซัม และแร่อื่นๆ ที่เกิดจากการระเหยของน้ำทะเล

แหล่งแร่ที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับกระบวนการทางธรณีวิทยาภายใต้ผิวโลก

1. **แหล่งแร่ที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับหินอัคนีชนิดเมฟิกและอัลตราเมฟิก** (mafic and ultramafic rocks)

แหล่งแร่แบบฝังประ (disseminated type) เป็นแร่ที่ตกผลึกอันดับแรกๆ และไม่เกิดการแยกตัวจากหินหนืด จึงเกิดอยู่อย่างกระจัดกระจายและฝังประทั่วไปในหิน แร่มีค่าสำคัญที่พบเกิดในหินจำพวกนี้ ได้แก่ โครไมต์ ทองคำขาว นิกเกิล และโคบอลต์ในหินเพริโดไทต์ เพชรในหินคิมเบอร์ไลต์ แหล่งแร่ฝังประโดยทั่วไปมักมีค่าความสมบูรณ์ต่ำ

แหล่งแร่แบบแยกชั้น (magmatic segregation deposits) แหล่งแร่แบบนี้เกิดจากการที่แร่โลหะซึ่งเป็นแร่ที่มีจุดหลอมตัวและความถ่วงจำเพาะสูง ตกผลึกแยกตัวออกมาจากหินหนืดและตกจมลงเบื้องล่างของแอ่งหินหนืดเพื่อก่อตัวหรือสะสมตัวเป็นชั้นแร่ กระเปาะแร่ แยกจากชั้นหินเพริโด

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไทต์หรือหินดูไนต์ แหล่งแร่แบบนี้ได้แก่ แหล่งแร่โครไมต์ แหล่งแร่เหล็ก – ไทเทเนียม แหล่งแร่ทอง คำขาว – ทองแดง – นิกเกิล – โคบอลต์

2. **แหล่งแร่ที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับหินอัคนีชนิดเฟลซิก** (felsic rocks)

เพกมาไทต์ (pegmatite) เป็นหินที่มีเนื้อหยาบที่สุดที่เกิดแยกออกมาจากหินอัคนีมวลไพศาลจำพวกหินแกรนิต หรือหินแปร เนื่องจากของเหลวหรือสารละลายส่วนที่เหลือในหินหนืดซึ่งมีปริมาณของสารที่มีสภาพเป็นไอสูง เช่น น้ำ โบรอน ฟลูออรีน แข็งตัวตามรอยแตกและช่องว่างภายในหินอัคนีมวลไพศาลนั้นหรือแทรกดันเข้าไปสู่ท้องที่ใกล้เคียง อยู่ในรูปเป็นสายแร่แบบแผ่นแบนหรือกระเปาะ แร่ประกอบหลักของสายเพกมาไทต์คือ ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ มัสโควไวต์ (+ไบโอไทต์) ทัวร์มาลีน ขนาดของผลึกแร่เหล่านี้โตมาก อาจพบแร่ไมกาขนาดโตกว่า 1 เมตรได้ รวมทั้งผลึกขนาดใหญ่ของแร่เฟลด์สปาร์ เบริลหรือสปอดูมีน

เพกมาไทต์จำแนกเป็น 2 แบบด้วยกัน คือ

เพกมาไทต์ธรรมดา (simple pegmatite) มีส่วนประกอบแร่ง่ายๆ ค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่เปลี่ยนแปลงมาก และไม่แสดงลักษณะแถบหรือเขตแร่ (zone) ที่เด่นชัด

เพกมาไทต์ซับซ้อน (complex pegmatite) มักแสดงลักษณะแถบหรือเขตแร่ซึ่งประกอบด้วยควอตซ์ผลึกใหญ่มากอยู่ในเขตในสุด นับเป็นสายแร่เศรษฐกิจ เนื่องจากนอกเหนือจากแร่เฟลด์สปาร์และควอตซ์ที่สามารถเปิดทำเหมืองแล้ว ยังมีแร่หายากอื่นๆ เกิดร่วมด้วยและทำให้กลายเป็นแหล่งสายแร่เศรษฐกิจที่สำคัญได้ เช่น แร่ไมกา สปอดูมีน เบริล รัตนชาติ เซอร์คอน-สฟีน ฟอสเฟต ยูเรเนียม-ทอเรียม แรร์เอิร์ท โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ทังสเตนและดีบุก

แหล่งแร่แบบแปรสภาพโดยการแทนที่ (contact metasomatic deposits) เกิดในหินที่มีส่วนประกอบทางแร่ และโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากความร้อนจากการแทรกดันของมวลหินอัคนี ร่วมกับปรากฏการณ์ที่แกสและสารของเหลวในหินหนืดนั้นเข้าไปแทนที่ธาตุบางตัวในแร่ หรือแทนที่แร่ในหินท้องที่ เกิดเป็นแร่ใหม่ขึ้น เกิดเป็นหินแปรสภาพโดยการแทนที่ที่เรียกว่า หินสการ์น (skarn) ตามรอยสัมผัสระหว่างหินอัคนีและหินท้องที่ซึ่งให้แหล่งแร่มีค่า เช่น แหล่งแร่เหล็ก ทังสเตน ดีบุก โมลิบดีไนต์ ตะกั่ว-สังกะสี และทองแดง แม้จะมีขนาดค่อนข้างเล็กแต่บางแหล่งเป็นแหล่งที่มีค่าทางเศรษฐกิจมาก

3. **แหล่งแร่ที่มีกำเนิดจากสารละลายน้ำร้อน** (hydrothermal deposits)

แหล่งแร่แบบน้ำร้อน (hydrothermal deposits) หมายถึง แหล่งแร่ที่มีแร่มีค่าทางเศรษฐกิจตกผลึกสะสมตัวจากสารละลายน้ำร้อนที่เคลื่อนที่มาจากที่อื่น สารละลายน้ำร้อนมีกำเนิดมาจากน้ำบนผิวดิน ใต้ดิน และน้ำเหลือจากหินหนืดที่แข็งตัวเป็นหิน ชนิดของแหล่งแร่แบบน้ำร้อนแบ่งออกได้ดังนี้

สายแร่น้ำร้อน (hydrothermal vein deposits) แหล่งแร่ชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างเป็นสาย (veins) เกิดจากสารละลายน้ำร้อนทุกประเภทที่เคลื่อนตัวสู่เบื้องบน แทรกไปตามรอยแตกรอยร้าวในหิน แล้วตกผลึกเย็นตัวลงเกิดเป็นแหล่งแร่ในช่องว่างนั้น รูปร่างของสายแร่จะเป็นไปตามรูปแบบของรอยแตกในหินนั้นๆ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

สายแร่น้ำร้อน ให้กำเนิดแร่มีค่ามากมายหลายชนิด เช่น ทองคำ เงิน ดีบุก ทังสเตน ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี พลวง แมงกานีส แรร์เอิร์ท นิกเกิล โคบอลต์ และ ฟลูออไรต์

แหล่งแร่น้ำร้อนจากหินหนืด (magmatic hydrothermal deposits) เกิดจากกระบวนการของน้ำร้อนจากหินหนืดที่อยู่ไม่ลึกนักในเปลือกโลก เข้าไปประจุตามช่องว่างต่างๆ ในหินหรือตามรอยแตกร้าวเล็กๆ แบบร่างแห แหล่งแร่น้ำร้อนจากหินหนืดที่สำคัญ คือแหล่งแร่พอฟีรี (porphy deposits) และแหล่งแร่ซัลไฟด์เนื่องกับหินภูเขาไฟ (volcanic associated sulfide deposits) ทองแดงและโมลิบดีนัมที่ใช้กันในโลกส่วนใหญ่มาจากแหล่งแร่ดังกล่าว

รายละเอียดแหล่งแร่ชนิดต่างๆ ข้างต้นสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จาก "ทรัพยากรแร่ของไทย" ใน กรมทรัพยากรธรณี, 2544, ธรณีวิทยาในประเทศไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคล เฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี, 2544, ธรณีวิทยาประเทศไทย เฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคล เฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542: กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, หน้า 390-394.

Edwards, R. and Atkinson, K., 1986, Ore deposit geology: London, Chapman and Hall Ltd., 466 p.

Dijkstra, S., Economic geology, Lecture notes: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 50 p.

Matthes, S., 1990, Mineralogie, 3rd ed.: Berlin, Heidelberg, Springer – Verlag, 448 p.

Park, C.F. Jr. and Macdiarmid, R.A., 1970, Ore deposits, 2nd ed.: San Francisco, W.H. Freeman and Company, 522 p.

Stanton, R.L., 1972, Ore petrology: New York, Mc Graw-Hill Book Company, 713 p.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

22428

ธรณีฟิสิกส์กับการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่

โดย

นายวีระ กาหลง

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ธรณีฟิสิกส์กับการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่

คำนำ

วิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์สำหรับการสำรวจทรัพยากรแร่ ได้ดำเนินการโดยกรมทรัพยากรธรณีมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 50 ปี เป็นการสำรวจที่ต้องใช้เครื่องมือสำรวจดำเนินงานในภาคสนามเป็นส่วนใหญ่ และต้องใช้เทคนิควิธีการและการประมวลผลข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมไม่ว่าจะใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์หรือไม่ก็ตาม และได้วิวัฒนาการการใช้เครื่องมือมาโดยตลอด เครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์มีราคาแพง จัดซื้อจัดหาค่อนข้างลำบาก จึงควรให้ความสนใจบำรุงรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้ตลอดเวลา สิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปคือ ระบบและขนาดของเครื่องมือสำรวจมีขนาดเล็กลง คล่องตัวเหมาะสมในการดำเนินงานในสนามแม้ลักษณะพื้นที่จะทุรกันดาร อย่างน้อยก็ในระดับหนึ่ง แต่สิ่งหนึ่งที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงไปมากคือแนวคิดการดำเนินการสำรวจ วิธีการแก้ไขค่าความคลาดเคลื่อน การประมวลผลข้อมูล ยังมีลักษณะคล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นเมื่อ 50 ปีก่อน

วิธีการทางธรณีฟิสิกส์นี้ถือเป็นเครื่องมือของการสำรวจชนิดหนึ่งที่ช่วยให้การสำรวจทรัพยากรแร่ใต้ผิวดินประสบความสำเร็จได้มากขึ้น หากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยเฉพาะนักธรณีวิทยาได้ทำความเข้าใจถึงประเด็นที่ธรณีฟิสิกส์สามารถช่วยการสำรวจได้ และควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อบกพร่องและข้อจำกัดของวิธีการทางธรณีฟิสิกส์ด้วย

การอบรมครั้งนี้น่าจะมีส่วนช่วยทำความเข้าใจระหว่างนักธรณีวิทยา ในอันที่จะสร้างเสริมทักษะให้กับนักธรณีวิทยาทั้งหลายในการมีส่วนร่วมในความสำเร็จของการสำรวจทรัพยากรแร่ต่อไป

ธรณีฟิสิกส์คืออะไร

ในด้านการสำรวจทรัพยากรแร่ ธรณีฟิสิกส์คือการสำรวจในภาคสนามโดยใช้การวัดด้วยเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางกายภาพเฉพาะอย่างที่มีความไวสูงทำการวัดที่จุดใด ๆ บนพื้นผิว ไม่ว่าจะเป็นในอากาศ เหนือพื้นน้ำ ใต้น้ำ บนผิวดิน หรือแม้แต่ในอุโมงค์และเป็นการวัดอย่างมีระบบ ค่าที่วัดได้มีลักษณะเป็นตัวเลข เมื่อผ่านการแก้ไขค่าความคลาดเคลื่อนที่ถูกต้องแล้ว และผ่านการประมวลผลที่เหมาะสมแล้ว ผลที่ได้รับจะสามารถมาทำการแปลความหมายเพื่อให้ได้ลักษณะธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ซึ่งเป็นลักษณะของภาพใต้ดิน ซึ่งถือเป็น ค่าความผิดปกติทางธรณีฟิสิกส์ (Geophysical Anomaly) ในบางกรณีสามารถบ่งบอกได้ถึง คุณลักษณะต่าง ๆ เช่น รูปร่าง ความลึก โอกาสที่น่าจะเป็น โดยไม่ต้องขุดเจาะหรือทำลายพื้นผิวใด ๆ

ระบบการวัดในงานภาคสนาม

เครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์ที่ใช้ในการวัดคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Property) ไม่ว่าจะมีลักษณะเป็นเครื่องตัวเดียว หรือชนิดมีสายระโยงระยางหรือสายไฟ ที่มักเรียกว่าอุปกรณ์ประกอบส่วนใหญ่วัดตามจุดสำรวจ (data point) จุดสำรวจแต่ละจุดสำรวจมีความห่างกันอย่างมีระบบ data point ที่ห่างกันตามแนวสำรวจเรียกว่า data interval หรือ data spacing อาจมีความห่างตั้งแต่ 2-3 เมตร ไปจนถึง 500 เมตร หรือมากกว่านี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการสำรวจ ในบางชนิดจะมีการวัดตามจุดสำรวจก็จริง แต่ไม่ได้อยู่บนแนวสำรวจเดียวกันก็สามารถทำได้ การสำรวจบางชนิดวัดที่จุดเดียวแต่ทำการวัดหลาย

ครั้งจะได้ความสัมพันธ์เฉพาะแนวดิ่งใต้จุดสำรวจนั้น ค่าของแต่ละจุดสำรวจสามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างสัมพัทธ์ เช่นจุดที่ 2 มีค่ามากกว่าจุดที่ 1 การสำรวจธรณีฟิสิกส์มักจะใช้ค่าที่เป็นค่าเชิงเปรียบเทียบ

ชนิดของการสำรวจที่ขึ้นอยู่กับลักษณะการเก็บข้อมูลที่พื้นผิว

1. Airborne Geophysics
2. Ground Geophysics
3. Marine Geophysics
4. Underground Geophysics
5. Borehole Geophysics

ชนิดของการสำรวจที่ขึ้นอยู่กับ data spacing

1. Reconnaissance Survey หรือ Regional Survey
2. Detail Survey (data spacing 10-100 เมตร)
3. Target Survey (ขึ้นอยู่กับชนิดเครื่องมือสำรวจ

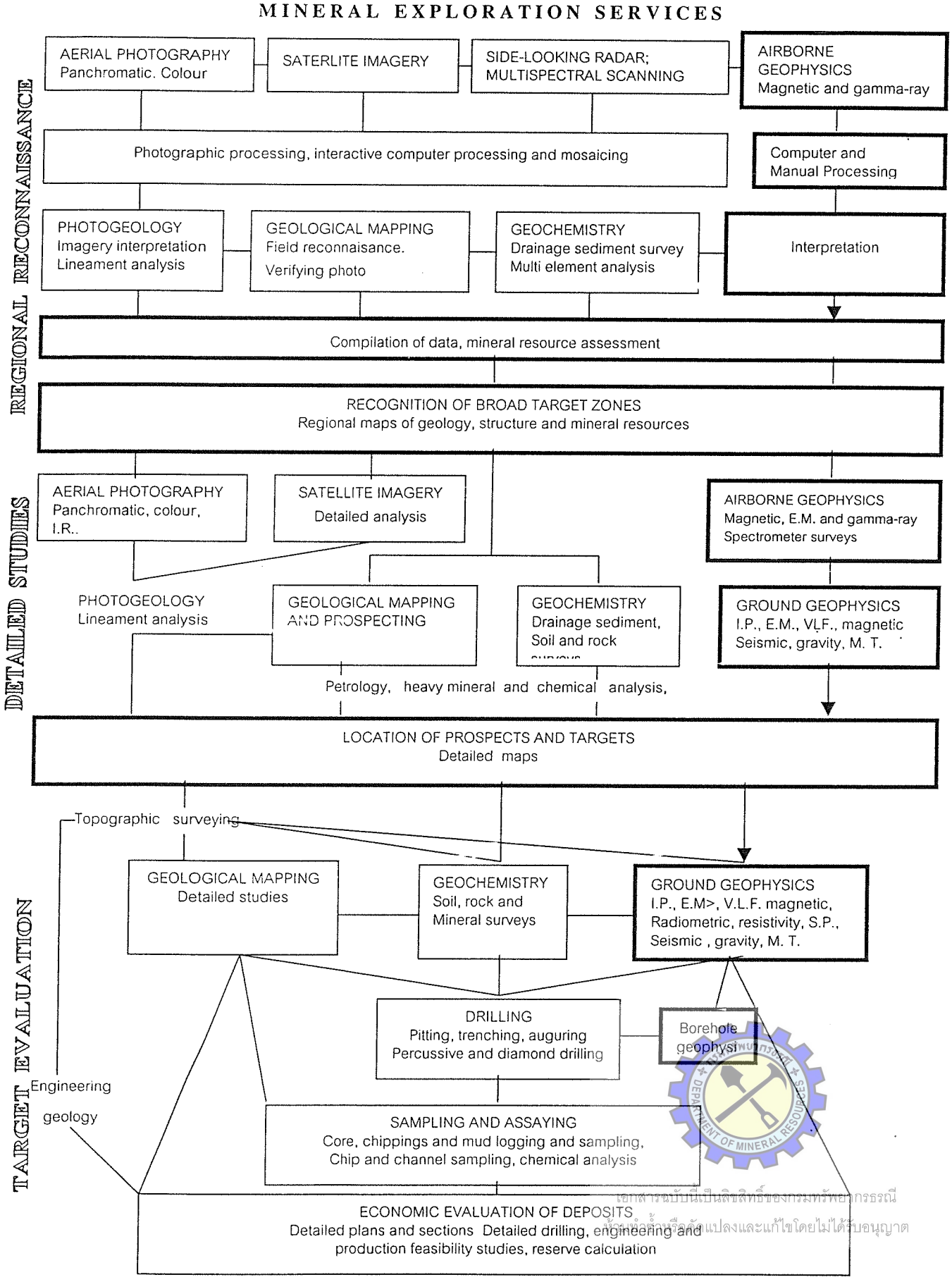
ชนิดของการสำรวจที่ขึ้นอยู่กับสนาม (Field) ที่วัด

1. Potential Field (Passive)
2. Artificial Field (Active)

ชนิดของการสำรวจที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพ

1. Magnetic Susceptibility (k)		
ค่าความซาบซึมได้ทางแม่เหล็ก	วัดด้วย	Magnetometer
2. Density (d)		
ค่าความหนาแน่น	วัดด้วย	Gravity meter
3. Resistivity (ρ)		
ค่าความต้านทานไฟฟ้า	วัดด้วย	Resistivity meter
		Time Domain EM
		Frequency Domain EM
4. Conductivity (1/P)		
ค่าความนำไฟฟ้า	วัดด้วย	Conductivity meter
5. Radioactivity		
ค่ากัมมันตรังสี	วัดด้วย	Spectrometer
		(Airborne หรือ Ground)
6. Percent Frequency Effect (PFE %)		
	วัดด้วย	Frequency Domain
		Induced Polarization
7. Chargibility	วัดด้วย	Time domain
		Induced Polarization
8. P-wave velocity	วัดด้วย	Seismometer

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

Survey design การออกแบบการสำรวจ

Parameters ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจธรณีฟิสิกส์

โดยทั่วไป

Geophysical Anomaly (GA) มีความสัมพันธ์กับ parameter ต่าง ๆ ดังนี้

$$GA \propto (IF)(SF)(PPF)(GF)$$

เมื่อ

IF	=	inducing field
SF	=	size factor
PPF	=	physical property factor (หรือ physical property contrast)
GF	=	geometric factor

ดังนั้นก่อนการสำรวจ ควรต้องมีการออกแบบการสำรวจก่อน (Presurvey : design survey) ซึ่งนอกจากจะคำนึงถึง geophysical technique (ไม่ว่าจะเป็นแบบ single หรือ multiple techniques)

ควรมีคำตอบสำหรับคำต่อไปนี้

1. ความกว้างใหญ่ของพื้นที่สำรวจ
2. Line orientation (Line direction)
3. Line spacing
4. Data spacing
5. Equipment configuration
6. Optimal budget

การประยุกต์ใช้วิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์

ในการสำรวจแร่โดยทั่วไปมักมีความประสงค์จะใช้วิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ในการค้นหาแหล่งแร่โดยตรง ซึ่งโดยทั่วไปมักจะทำได้ยากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของแหล่งแร่ที่ต้องการค้นหา รวมทั้งสภาวะแวดล้อมทางธรณีวิทยา อาจกล่าวได้ว่าความสามารถของการสำรวจด้วยวิธีธรณีฟิสิกส์มีเพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ

1. การค้นหาแหล่งแร่ได้โดยตรง (Direct Orebody Detection)

สามารถเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ geophysical anomaly มีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณสมบัติทางกายภาพของแหล่งแร่ เช่น ค่า gravity high ที่มีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นของแร่ เช่น barite หรือ lead-zinc sulphide หรือค่า magnetic anomalies ที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ magnetite content ของแหล่งแร่เหล็กบางชนิด

2. การค้นหาแหล่งแร่โดยอ้อม (Indirect Orebody Detection)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เกิดขึ้นเมื่อ geophysical anomalies มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพของแร่ที่เป็นเพื่อนแร่กับแร่ที่ต้องการค้นหา เช่น

- IP anomalies ของเหล็ก sulphide mineralization ที่สัมพันธ์กับแร่ basemetal หรือ แร่ทองคำ
- magnetic anomalies ที่มีความสัมพันธ์กับ magnetite content ในแหล่ง chromium-nickel- platinum deposits
- EM anomalies ที่เกิดจาก high conductivity ของ graphite ที่มีความสัมพันธ์กับแหล่งแร่ Uranium

ศัพท์บางคำที่น่าสนใจ ที่บางคนไม่อยากสนใจ *

① Penetration หรือ depth of investigation หมายถึง maximum distance วัดจากพื้นผิวที่ทำการวัดจนถึง target body ที่มี anomalous physical property

② Sensitivity มีความสัมพันธ์กับสัญญาณรบกวนในวิธีทางธรณีฟิสิกส์ กล่าวคือ ยิ่งมีสัญญาณรบกวนน้อยเท่าใด จะมี sensitivity สูงขึ้นเท่านั้น

③ Detectability คือ signal/noise ratio เมื่อใช้วิธีการสำรวจเฉพาะอย่าง เช่น anomalous response บางชนิดอาจเกิดจาก ore body แล้วแต่ยังมีขนาดของสัญญาณรบกวนสูงอยู่ เช่น เกิดจาก geological noise ที่มีระดับสูง อาจแก้ไขได้โดยเช่น เพิ่มกำลังของการส่งสัญญาณ อาจเพิ่มความสามารถในการตรวจจับได้

④ Resolution ความสามารถของ geophysical technique ที่จะสามารถแยกแยะความแตกคชต่างของ orebody ที่เกิดอยู่ใกล้กัน เช่นการใช้ filter technique หรือการลดระยะ transmitter-receiver

⑤ Discrimination ความสามารถเมื่อใช้วิธีทางธรณีฟิสิกส์แล้วสามารถแสดงความแตกต่างของการวางตัวของ orebody

บทบาทของธรณีฟิสิกส์กับการสำรวจแหล่งแร่

โดยที่มีความเชื่อกันว่าประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรแร่ในด้านต่าง ๆ ตั้งแต่ทรัพยากรดิน น้ำบาดาล ปิโตรเลียมรวมทั้งแหล่งแร่ชนิดต่าง ๆ มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งถ้านับถอยหลังไปประมาณ 50 ปี คงเคยได้ยินกันว่าการดำเนินภารกิจเหมืองแร่มักไม่จำเป็นจะต้องใช้วิชาการใด ๆ ในการสำรวจแร่ เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของแร่ อีกทั้งยังไม่ลึกมากเกินไปเกินที่จะไขว่คว้า เนื่องจากอยู่ในระดับตื้น อีกทั้งยังเห็นว่าเป็นความสิ้นเปลืองทั้งเวลาและเงินลงทุน

แม้ว่าเวลาจะผ่านไปหลายสิบปีแล้วก็ตาม และถึงแม้ว่าจะมีความก้าวไกลในเทคโนโลยีการผลิตแร่ในอุตสาหกรรมแหล่งแร่แล้วก็ตาม แต่ยังขาดการผลักดันจากผู้เกี่ยวข้องและนโยบายแห่งชาติในอันที่จะเสริมสร้างความแข็งแกร่งในการพัฒนาบุคลากรในด้านการสำรวจแหล่งแร่ โดยเฉพาะ

เอกสารอันนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ในแนวทางการพัฒนาการสำรวจธรณีฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึงงบประมาณในการลงทุนที่สูง โดยเฉพาะการจัดซื้อเครื่องมือสำรวจและการพัฒนาบุคลากรให้มีความสามารถและประสิทธิภาพโดยเร็ว ทั้งยังมีความเชื่อว่ายังมีแหล่งทรัพยากรแร่ยังคงเหลืออีกเป็นจำนวนมากที่รอการสำรวจในระดับลึก ถึงแม้จะมีการลงทุนในเบื้องแรกค่อนข้างสูง แต่ก็ควรได้รับการสนองตอบจากเจ้าหน้าที่ระดับสูง ในการสำรวจเพื่อนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างเหมาะสมโดยใช้วิทยาการที่ก้าวไกลซึ่งยังมีอีกเป็นจำนวนมากที่หลายคนอาจจะไม่เชื่อว่าได้มีการนำมาใช้แล้วจะเกิดความสำเร็จ

ตาราง แสดงการประยุกต์ใช้เครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์สำหรับงานธรณีวิทยาแหล่งแร่

Method (A) Active (B) (P) Passive		Parameter Measured Designation Unit		Characterictic Physical Property	สาเหตุของการเกิด anomalies
ELECTRICAL	RESISTIVITY (A)	Apparent resistivity	Ω-m	Resistivity Conductivity	Conductive veins, sedimentary layers, volcanic intrusions, shear zones, faults, weatherings, hot waters
	INDUCED POLARIZATION (A)	Timedomain: Charge ability Polarizability Frequency domain:frequency Effect Phase domain:phase shift	ms pfe pfe mr	Ionic-electronic Over Voltage	Conductive mineralizations: disseminated or massive graphite, sulfides, clay
	SELF POTENTIAL (P)	Natural potential	mV	Conductivity Oxydability	Massive conductive ores Graphite Electro-filtration Faults
	MISE-A-LA-MaSSE (A)	Applied potential	mV	Conductivity	Extension of previously located, Conductive orebodies

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

	TELLURIC (P)	Relative ellipse area Ratios-apparent resistivity	Ω-m	Conductance	Basin and Range studies Conductance of sedimentary series Salt domes, geothermal
	MAGNETOTELLURIC (P)MT-AMT (A)CS-AMT	Apparent impedance (resistivity and phase)	Ω-m degrees	Resistivity Conductivity	Conductive veins, sedimentary Layers, shear zones, faults, Weatherings, resistive basements, Bedded ores
	ELECTROMAGNETIC (A)	Phase difference Tilt angle Amplitude ratio Sampling decay curve induced in receiving coil by eddy currents In-phase, Out-of-phase components	degrees Ω-m δt	Electrical conductivity	Conductive mineralizations Surficial conductors Shear zones
MAGNETIC (P)		Earth magnetic field Vertical component A. Total intensity Horizontal gradient Vertical gradient	$1\gamma=10^{-5}$ gauss	Magnetic susceptibility	Contrasts of magnetization Magnetite content of the materials
GRAVITY (P)		Gravity field	Miligal (1 gal = 1 cm/s^2)	Density	Deposits of heavy ores Salt domess (light) Basement rocks
RADIOACTIVITY (P)		Intensity and spectral Composition of gamma rays	cps	Radioactivity	Radioactive elements Uranium-Thorium-K_{40}

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

SEISMIC	REFRACTIVITY (A)	Traveling time of seismic waves	Milliseconds Feet per second	Seismic wave velocity Dynamic modulus	Contrasts of velocity: Markers at variable depth Fissured rocks
THERMOMETRY (P)		Temperature	•C	Geothermal gradient and temperture	Abnormal flux of heat Thermal intertia of rocks

การทำเหมืองแร่ในระดับลึกมีอยู่น้อยแห่งในประเทศไทย ซึ่งกำลังส่อเค้าว่าจะหาปริมาณแหล่งแร่เพิ่มเติมได้ยากขึ้นทุกที ถ้ายังคงใช้เทคโนโลยีแบบเดิม การทำเหมืองอาจประสบความล้มเหลวอย่างหลีกเลี่ยงมิได้

การสำรวจแหล่งแร่โดยเฉพาะชนิดสายแร่มิใช่เป็นของง่าย โดยเฉพาะแหล่งแร่ที่มีการเกิดแทรกตัวเป็นสายแร่ แม้ว่าจะอยู่ไม่ลึกจากผิวดินก็ตาม แต่มักเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น การทำเหมืองแร่ในเมืองไทยปัจจุบันยังไม่นิยมการสำรวจเบื้องต้น มักนิยมการทำเหมืองไปสำรวจไปจะได้กำไรทันตาเห็นก็ต่อเมื่อพบแร่และขายได้ทันที แต่การทำเหมืองโดยไม่ทราบปริมาณแร่สำรองที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงเป็นการเสี่ยงต่อการลงทุนอย่างมาก การลงทุนจัดหาเครื่องมือเครื่องจักรมากนักก็ไม่ได้ เกรงว่าปริมาณแร่ที่ขุดขึ้นมามีมูลค่าน้อยกว่าที่ได้ลงทุนไป ลงทุนน้อยก็ไม่อาจจัดหาเครื่องมือทำเหมืองให้พอที่จะผลิตแร่ให้ได้กำไร ในที่สุดจำเป็นต้องใช้คนแทนเครื่องจักร เป็นวิธีที่เสี่ยงต่อการขาดทุนน้อยที่สุด โดยให้ชาวบ้านเข้าไปขุดแร่ในบริเวณประทานบัตร แล้วนำไปขายให้แก่ผู้เป็นเจ้าของประทานบัตร วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับแหล่งแร่ที่มีราคาสูง เกิดอยู่ใกล้หมู่บ้านที่มีประชาชนอยู่หนาแน่นและลักษณะแหล่งแร่เป็นสายขนาดเล็กกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป บางแหล่งมีความสมบูรณ์ทางแร่สูง วิธีการทำเหมืองแบบทำไปสำรวจไป จะประสบความสำเร็จ มีกำไรมากในระยะแรกแต่ต้องขาดทุนในระยะหลัง เนื่องจากไม่ทราบทิศทางและลักษณะของสายแร่ที่แท้จริง จึงไม่สามารถวางแผนผังโครงการทำเหมืองได้ถูกต้อง

การสำรวจแหล่งแร่เบื้องต้นอาจดำเนินการตามหลักวิชาเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ครอบคลุมพื้นที่กว้างในระยะเวลาอันสั้นส่วนใหญ่ภายใน 2 อาทิตย์ ดำเนินการได้โดยใช้นักธรณีวิทยา 1 หรือ 2 คน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและการเข้าถึงพื้นที่ เมื่อได้ผลการสำรวจแล้ว นักธรณีวิทยาอาจจะไม่แนะนำให้ทำการสำรวจอย่างใดอย่างอื่นต่อไป หรืออาจแนะนำให้สำรวจขั้นต่อไป

2. ในการสำรวจแหล่งแร่บางชนิด นักธรณีวิทยาอาจแนะนำให้สำรวจธรณีเคมีในพื้นที่ขนาดเดียวกันหรือใกล้เคียงกันโดยการวางกริด ให้มี data interval ระดับหนึ่ง การเก็บตัวอย่างดินจะไม่ใช่เวลามาก อีกทั้งค่าใช้จ่ายน้อย แต่การวิเคราะห์ตัวอย่างอาจใช้เวลานานและมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นอีกมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนแร่ที่ทำการวิเคราะห์ด้วย เมื่อได้แผนที่ธรณีเคมีที่มีสัญญาณบ่งบอกและมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การค้นหาทรัพยากรแร่ในอนาคต มีความจำเป็นต้องสำรวจแร่ในระดับลึกมากขึ้นทุกที จึงเป็นความจำเป็นอยู่เองที่จะต้องใช้ประโยชน์ของการสำรวจธรณีฟิสิกส์ระดับลึก เช่น เครื่องมือ Time Domain Em เครื่องมือ Reflection Seismic การทำ Tomography ระหว่างหลุมเจาะ รวมทั้ง borehole logging ชนิดต่าง ๆ ซึ่งต้องมีการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือสำรวจรวมทั้งการพัฒนาบุคลากร มีความจำเป็นต้องใช้การลงทุนเบื้องต้นค่อนข้างสูง ควรมีการพัฒนาบุคลากรเป็นกลุ่มหรือเป็นหมู่เหล่าพร้อมกันที่เดียว และควรให้กลับมาทำงานเฉพาะอย่างที่ได้เรียนหรือฝึกอบรมมา ในอนาคตประเทศที่จะสามารถผลิตแร่ส่งออกได้มาก ต้องประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ธรณีวิทยาหรือความสมบูรณ์ของแหล่งแร่
2. ลักษณะการเมืองและสิ่งแวดล้อม
3. เทคโนโลยีที่เหมาะสม
4. การตลาด

ตาราง แสดงแนวทางการใช้ธรณีฟิสิกส์ สำหรับแหล่งแร่บางประเภท รวมทั้งข้อมูลที่อาจได้รับ

ชนิดของแหล่งแร่	วิธีการสำรวจ	ข้อมูลที่จะได้รับ
แหล่งแร่เหล็ก	Magnetometer	ปริมาณแร่สำรอง
แหล่งแร่โลหะ (massive)	Magnetometer Gravimeter Spontaneous Polarization	แนวสัมผัส ปริมาณแร่สำรอง ลักษณะของสายแร่
แหล่งแร่เบสเมทัล (ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี) (massive)	Electromagnetic Gravitymeter Spontaneous Polarization Electrical	บริเวณสายแร่ แนวและขนาดของสายแร่ บริเวณสายแร่ บริเวณแนวสัมผัส
แหล่งแร่โลหะ (ความถ่วงจำเพาะสูงกว่าหินรอบข้าง)	Gravitymeter	ขนาดของสายแร่
แหล่งแร่เบสเมทัล (disseminated)	Induced Polarization	บริเวณของแร่
แหล่งแร่ตามแนว shear หรือแนว fault	Electromagnetic	ตำแหน่งแนว shear หรือ fault
แหล่งแร่ชนิดลานแร่ หรือสะสมตัวในทางน้ำเก่า	Refraction Seismic Electrical Ground Penetrating Radar	Geometry ของกะสะ บริเวณร่องน้ำเก่า Geometry ของร่องน้ำเก่า

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

๘๑๗๑

การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศกับการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่

โดย

นายอดิชาติ สุรินทร์คำ

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

Exploration Geophysics

(For Mineral Exploration)

Geophysical information is interpreted in relation to geologic patterns which are evaluated in respect to known or supposed relationships between rock types, structure, stratigraphic sequence, and ore mineralization. Suppose an ore mineralization occurred as a body of copper and nickel sulfides, for example, is the only kind of geology we are interested in. Geophysical work will not show the mineralization. Actually, it displays an electrically conductive zone or a very dense zone of something located at a depth beyond our direct observation. If our interest is broader, the same geophysical work may bring out the characteristic "signature" of an ultramafic body or of a major fault zone, geologic features that can be expected to accompany copper and nickel mineralization.

The signal is composed of message (information sought) and noise (extraneous effects). Noise may be inherent in the instrument, it may result from magnetic storms and other transient disturbance fields in the earth and the atmosphere, or may be cultural noise (e.g., from a pipeline) or may be geologic and topographic features in the terrain. On reinterpretation, many of these "extraneous" effects, especially the ones called "terrain noise", have often been found to contain something of as a critical factor in determining the applicability of a particular geophysical method.

The geophysical message must contain anomalies, significant departures from the normal pattern of values. Anomalies must be explained in terms of geologic conditions, including a possible occurrence of ore mineralization, and there will generally be a few alternative conditions that could cause similar anomalies. According to Paterson (1983), 1 out of 10 airborne electromagnetic anomalies being designated as "probably significant" which is associated with sulfide bodies, and 1 out of 50 sulfide bodies finally being classified as potential ore bodies.

Using a combination of the geophysical methods, the number of alternative interpretations can be reduced. For example, a magnetic anomaly

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

appearing in the same position and with approximately the same shape as that of a strong electrical conductor may indicate a body of pyrrhotite or mixed pyrite and magnetite rather than a conductive zone of graphitic schist. If the conductor were not magnetic but were dense enough to cause a gravity "high," it could be a body of pyrite rather than pyrrhotite or magnetite.

Processed geophysical data have been interpreted by rule of thumb, by matching with characteristic curves from historical data of laboratory simulation, and by the computer-based techniques of forward modeling and direct inversion. In forward modeling, a geophysical response is compared to the observed anomaly. The model is then changed according to other possible geologic conditions and compared repeatedly with the observed data until an acceptable match is found. The inversion approach uses mathematical techniques to deduce a logical model directly from the geophysical data; it is an especially good and rapid approach where large amounts of data are collected.

The use of geophysics together with airborne methods serves to outline broad geologic features and continues to the most detailed stages, where ground methods, drill-hole (downhole) methods, and even underground geophysics are directed toward finding ore bodies.

The direct application of geophysics to the search for ore bodies- radiometric prospecting for uranium ore, magnetic prospecting for iron ore and electrical prospecting for base-metal deposits- is generally considered to be a part of exploration in varying areas. But the application is much broader. Deep, concealed ore bodies in productive districts are tempting geophysical targets because new ideas and new techniques can be more easily applied in searching for ore bodies with relatively well-known characteristics.

AIRBORNE VERSUS GROUND SURVEYS

In general, airborne geophysical methods are used in reconnaissance and ground geophysical methods are used in more detailed investigations. There are, however, many instances in which either airborne or ground methods could be used.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

In an extended exploration program, combinations and sequences of methods may be appropriate, and there is often a need to weigh their individual advantages.

Airborne surveys have some impressive characteristics. They are fast, relatively inexpensive per unit area. As "flying laboratories" they can obtain several kinds of surveys at once, and they can provide a more objective coverage than ground surveys in many kinds of terrain. For example, several hundred line-kilometers of airborne electromagnetic surveying can be done in a day compared with three to five line-kilometers per crew in a ground electromagnetic survey. The cost of an airborne electromagnetic survey, with magnetic and radiometric data included, is likely to be one-fourth to one-fifth the cost of an equivalent ground electromagnetic survey. Airborne survey patterns are reasonably uniform and complete because they do not have the access and traverse problems of ground surveys in swamps, dense brush, and rugged topography.

Airborne surveys have considerable flexibility, but they have some specific weather and terrain limitations as well. Because many surveys must be flown with a terrain clearance of less than 150 m in order to obtain a suitable signal, day or weeks may be lost because of low clouds. Flight-track recovery, the relating of the finished survey to ground features, is often done by selecting points in a narrow strip of ground photographed during the survey; for this, too, weather must permit some recognizable features to be visible.

An airborne survey will give more accuracy than a ground survey in some areas, but it will seldom provide such detail or such sharp signals as a ground survey. A ground survey can be made with more closely spaced lines, and it can be done with a wider choice of methods and equipment.

Ground geophysical surveys have the advantage of being able to tie into occasional control points and stations, but airborne geophysical surveys are flown so fast and so low that the ground control features must be numerous, accurately plotted, and readily visible. In monotonous terrain where recognizable features are sparse, it may be necessary to follow flight lines by an inertial navigation system or by a Doppler (radar) navigation system.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

AIRBORNE GEOPHYSICS

The most widely used airborne exploration method is aerial photography, not a geophysical method in itself but a strong accompanying method in all airborne geophysics. Airborne geophysical surveys, in decreasing order of use, are magnetic, magnetic plus radiometric, magnetic plus electromagnetic, and electromagnetic. Helicopter gravity methods have been developed and are in limited use.

Aeromagnetics

Aeromagnetic surveys are well-established ways of finding indications of lithologic contrast, faults, folds, and concentrations of magnetic ore. Total intensity contour maps show distortion of the earth's magnetic field by patterns in crustal rocks. When the regional magnetic field (the more uniform background trend) is subtracted, magnetic anomalies remain.

Rock magnetism is a function of magnetic susceptibility, the ease with which the constituent minerals may be magnetized. Among the most common magnetic minerals (i.e. magnetite, ilmenite, pyrrhotite, and specular hematite), magnetite has by far the highest magnetic susceptibility and is the most common accessory rock mineral. A strong aeromagnetic anomaly may therefore be associated with a variety of rock conditions, such as zone of magnetite-rich mafic intrusion or volcanic flow bordered by felsic intrusions, by rhyolitic volcanics, or by most kinds of sedimentary rocks. Some sedimentary rocks, such as ferruginous shale and "ironstone," will of course show a magnetic response. Metamorphic derivatives of ferruginous sedimentary rocks cause some of the strongest magnetic responses. Precambrian banded iron formations have a particularly high magnetic susceptibility.

The most widely used instrument for aeromagnetic work is the proton precession magnetometer, which has an effective sensitivity on the order of 0.1 gamma. The instruments are mounted in pods on the aircraft wing, trailed behind the aircraft in a bomb-shaped "bird", or placed in a boom or "stinger" extended from the tail section.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

In addition to the single-sensor airborne magnetometers, gradiometer systems are used to resolve complex total intensity anomalies into their directional components. Vertical gradiometers, the most widely applied in mineral reconnaissance, consist of sensitive magnetometers trailed or mounted at two levels in order to measure the rate of decrease of the earth's magnetic field with height. Gradiometer systems are used to special advantage in resolving closely spaced or steep geologic contacts, distinguishing between shallow and deep magnetic sources, and removing the masking effects of regional magnetic gradients.

Because the earth's magnetic field varies with time as well as place, there is disturbance field noise to be removed from the measurements. Many of these variations, such as diurnal variations, can be monitored and the observations corrected. Not so with magnetic storms; these irregular disturbances, most intense in the auroral zones of high latitudes and about the magnetic equator, may last for a few hours to several days. Monitoring of these disturbances is done by a local base-station magnetometer or by a government station. Magnetic surveys, air or ground are not begun during magnetic storms, and if readings have already been taken, they are discarded.

The aeromagnetic map, generally with total intensity magnetic contours, is interpreted directly or it may be processed further to obtain a filtered map. There are various types of filtered maps, many of which simply assist in discriminating between shallow and deep anomalies. Interpretation is done by referring to geophysical models and by matching whatever geology is known with the more complete aeromagnetic pattern. A fault zone, for example, may be recognized as an anomaly in its own right by comparing the aeromagnetic pattern with models of dipping slabs or it may be recognized by the displacement or truncation of other anomalies. The aeromagnetic signature of a certain lithologic sequence will have characteristics that related to the magnetite content in its members, and the signature may be traced across the map from places where parts of the sequence are known on the ground. A granitic stock, suspected from preliminary geologic work, may appear as a group of low-amplitude anomalies that stand in contrast to sharper anomalies on its margins. Obviously, the most effective interpretation of aeromagnetic maps or of

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

any geophysical data for that matter is done by geologists and geophysicists working together.

Airborne Radiometric Surveys

The principal methods in airborne radiometric surveying are gamma-ray spectrometry and total-radiation radiometrics. Both methods employ the same basic ideas and detectors; because gamma-ray spectrometry is the more versatile, it will be described.

The detecting unit consists of one or more crystals of thallium-activated sodium iodide, a material that emits a flash of light, a scintillation, when struck by a gamma ray. The intensity of the scintillation is directly proportional to the energy of the gamma ray, which is in turn a measurable function of the uranium, thorium, or potassium source. By photomultiplier tube, the scintillation is converted to a voltage, and the pulse height is compared with that of a reference source. Voltage pulses and gamma-ray count rate data are recorded in multiple channels and processed in an on-board microcomputer. Results are obtained in reference to diagnostic spectral "windows," as equivalent values for uranium, thorium, and potassium, as ratios between the elements, and as total count.

The geologic source of gamma rays can be related to the elements detected in the individual windows; uranium possibly from a uranium ore deposit or from a uranium-bearing pegmatite, thorium possibly from a monazite-bearing sand, radio-potassium possibly from a granitic pluton. The choices are many, so are the applications in reconnaissance mapping, and so are the types and sources of radiometric noise.

A source of noise specifically associated with radiometric surveying is cosmic radiation. This is always present, but like terrain radiation it is randomly distributed and difficult to assess.

The radiometric signal is greatly affected by soil and other kinds of overburden. Gamma radiation is completely absorbed by about 50 cm of soil and rock. Areas of transported soil and alluvium are therefore likely to mask the underlying gamma radiation. Residual soil, on the other hand, may still contain

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี

enough of an original radioactive rock component to provide a signal. The problem arising from irregular "cover" is easy to visualize. Bare rock ridges and soil-covered hills will show a higher gamma radiation than stream courses and alluvial plains, unless the alluvium happens to contain transported radioactive minerals. Vegetation and snow are factors as well; they are geophysical "overburden" because they absorb radiation to some extent.

One of the knottiest problems with noise in airborne radiometric work is the change in gamma radiation with differences in terrain clearance at the customary flight altitudes of 75 to 150 m. Gamma radiation falls off exponentially with distance in the atmosphere, so that it is reduced by one-half at a height of about 100 m in the potassium channel and about 130 m in the uranium and thorium channels. As with the irregular overburden factor, and in fact compounding it, the noise effect of high topographic relief is readily apparent. Some of the ground clearance effect can be filtered out of a radiometric survey by using the record of a sensitive radar altimeter.

The flight-line spacing in a radiometric survey is related to geologic features, objective, and cost. More specifically, it is interrelated with the size of the detector crystal, flying height, and air speed. The smaller the crystal, the lower must be the flying height, the slower the speed, and the closer the line spacing.

Data from gamma-ray spectrometer surveys are plotted as contour maps and as profiles. Contours are commonly based on the total count rate, on the count rate for each channel, and on the ratio between count rates.

Interpretation of airborne radiometric data is best done with as much prior knowledge of overburden conditions, rock types, and terrain as can be obtained. Photogeology is therefore usually done just ahead of radiometric work in a reconnaissance program. On the basis of a reconnaissance map, a radiometric anomaly may be explained entirely by the position of a granite knob surrounded by alluvium or by a high hilltop or it may have a spatial connection with known or suspected pegmatite dikes.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

In uranium prospecting the information from several channels can be compared in order to discriminate between weak anomalies that could be associated with a particular kind of uranium deposit and those associated with less favorable or erratic uranium mineralization. Gamma radiation from an arkosic sandstone, for example, should show a potassium anomaly as well as the uranium anomaly, whereas gamma radiation from a phosphatic chert with a small uranium content would not normally show the radio-potassium component.

Airborne Electromagnetic Surveys

Airborne electromagnetic methods provide a means of mapping the electrical conductivity of the uppermost rocks in the earth's crust. There are several methods, all of which have a common principle. An alternating current from a transmitting coil (active system) or from a larger and more remote source, such as atmospheric electricity or radio stations (passive system), generates as electromagnetic field in the earth's crust. Where the field impinges on as anomalous conductive body, eddy currents are induced. The eddy currents generate a secondary electromagnetic field that can be picked up by detector coils and recorded. There is a problem in identifying the conductive body, because graphite zones, conductive overburden, and some clay beds as well as metallic mineralization can cause anomalous signals. The problem is met, but only in part, by multifrequency (multichannel) systems in which the response from conductive overburden can be identified and taken into account.

In the active systems, the transmitter coils generate a group of frequencies within the 50 to 5000 Hz range. The transmitted signals are continuous (frequency domain) or pulsed (time domain). In the frequency domain, it is common to measure the components of the induced or secondary field that are in-phase and out-of-phase (at "quadrature") with the transmitted or primary field. In conventional airborne electromagnetic surveys, the response is shown in parts per million (ppm) of the primary field or as a ratio of in-phase to out-of-phase components.

The widely used INPUT (induced pulse transient) system measures electromagnetic characteristics in the time domain. It overcomes a difficulty

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

experienced with most electromagnetic systems where the transmitter is in close proximity to the receiver, a condition that interferes with the much weaker signal from the subsurface. The primary signal from the airborne transmitter is actually terminated in a series of pulses, and the response from an anomalous conductive source in the ground is detectable between pulses as a transient characteristic–a decay curve–that is identified and recorded.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11124

การสำรวจแร่นอกชายฝั่งทะเล

โดย

นายปรีชา เล่าชู

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ในทะเล

บทนำ

ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 2,600 กิโลเมตร แยกเป็นฝั่งทะเลในอ่าวไทยประมาณ 1,800 กิโลเมตร และฝั่งทะเลอันดามันประมาณ 800 กิโลเมตร เมื่อพิจารณาเขตเศรษฐกิจจำเพาะ 200 ไมล์ทะเลจากแนวชายฝั่ง (exclusive economic zone: EEZ) น่านน้ำไทยมีเนื้อที่ประมาณ 320,000 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็นพื้นที่ในทะเลอันดามันประมาณ 110,000 ตารางกิโลเมตร และในทะเลอ่าวไทยประมาณ 210,000 ตารางกิโลเมตร ในเขตน่านน้ำไทย อ่าวไทยเป็นทะเลตื้นบนไหล่ทวีปตอนใน (inner shelf) มีความลึกน้ำสูงสุดเพียง 86 เมตร ส่วนในทะเลอันดามันมีอาณาเขตครอบคลุมไปถึงบริเวณลาดตีนทวีป มีความลึกน้ำสูงสุดประมาณ 1,200 เมตร

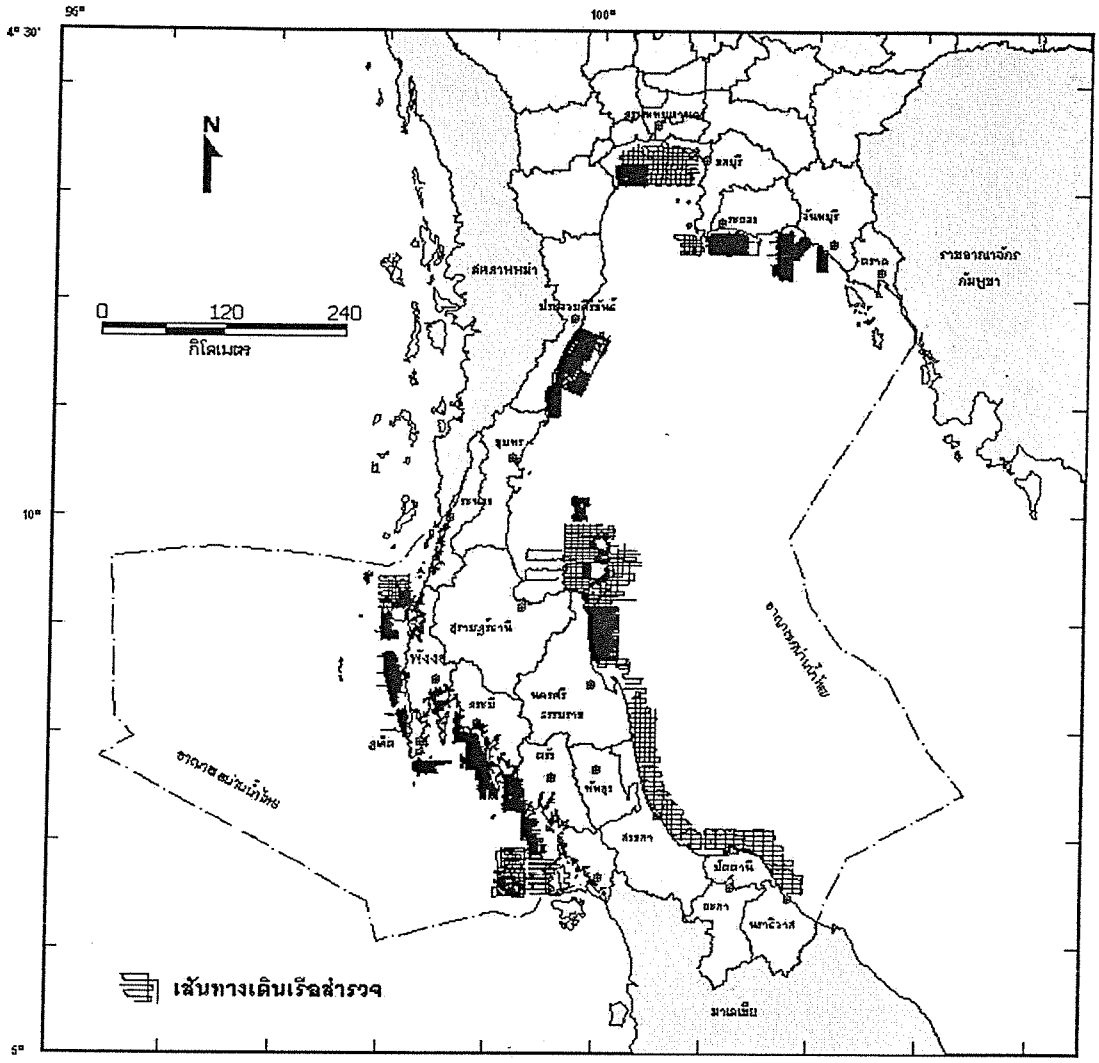
การเกิดแหล่งแร่ในทะเลมีความสัมพันธ์กับความลึกของน้ำทะเล ความลาดชันของท้องทะเล ชนิดของหินดาน และชนิดของตะกอน แหล่งแร่ในทะเลมักจะเกี่ยวข้องกับตะกอนจากบนฝั่งทะเล และชนิดของหินต้นกำเนิดตะกอน ส่วนการเกิดแหล่งแร่ในทะเลลึก เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวเคมี ทางเคมี และไอร้อนจากใต้พิภพ (geothermal vapor)

แหล่งแร่ในทะเลตื้น ได้แก่แหล่งแร่เพชร พลอยคอรันดัม ทองคำ ดีบุก อิลเมไนต์ เซอร์คอน รูไทล์ ลูโคซีน โมนาไซต์ ซีโนไทม์ การ์เนต สตอโรไลต์ แหล่งแร่ในทะเลลึก ได้แก่ แหล่งแร่ฟอสเฟต แมงกานีส (manganese nodules) และแหล่งแร่ซัลไฟด์ (polymetallic sulphides)

ประวัติการสำรวจ

การสำรวจแร่ในทะเลอย่างเป็นระบบของประเทศไทย เริ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 โดยกรมทรัพยากรธรณี ได้รับความร่วมมือจาก UNDP จัดตั้ง "โครงการสำรวจแร่ดีบุกและแร่หนักนอกชายฝั่งทะเลอันดามัน (พ.ศ. 2522-2529)" เพื่อดำเนินการสำรวจบริเวณนอกชายฝั่งจังหวัดระนอง พังงา และภูเก็ต ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 22,000 ตารางกิโลเมตร และในปี พ.ศ. 2530 ได้จัดตั้ง "โครงการสำรวจแร่นอกชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (พ.ศ. 2530-2538) " เพื่อดำเนินการสำรวจบริเวณนอกชายฝั่งจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 20,955 ตารางกิโลเมตร และต่อมาในปี พ.ศ. 2541 จัดตั้ง "โครงการสำรวจทรัพยากรธรณีในทะเล" (พ.ศ. 2541-2544)" โดยดำเนินการสำรวจบริเวณนอกชายฝั่งทั้งทะเลอันดามันและอ่าวไทย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 13,120 ตารางกิโลเมตร ปัจจุบัน กรมทรัพยากรธรณียังคงมีการสำรวจอยู่ภายใต้ระบบงานสำรวจทรัพยากรธรณีในทะเลของกองเศรษฐธรณีวิทยา (รูปที่ 1)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



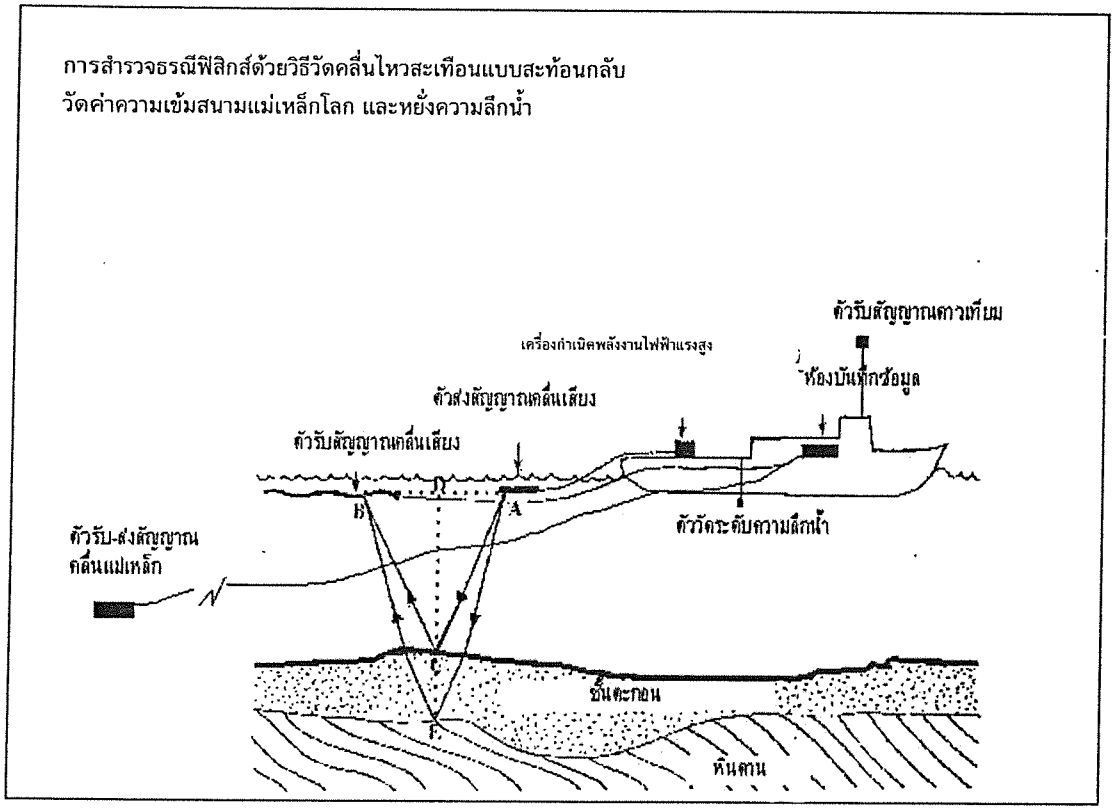
รูปที่ 1 เส้นทางเดินเรือสำรวจธรณีฟิสิกส์และขอบเขตน่านน้ำไทย

วิธีดำเนินการสำรวจ

การสำรวจหาแหล่งแร่ในทะเลที่ถูกต้องและได้มาตรฐาน เริ่มต้นด้วยการสำรวจธรณีฟิสิกส์เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาประมวลผลและแปลความหมาย ซึ่งผลที่ได้รับจะเป็นข้อมูลความลึกน้ำทะเล ความหนาและชนิดของชั้นตะกอน ความลึกและชนิดของหินดาน ตลอดจนลักษณะทางภูมิศาสตร์และธรณีวิทยาใต้ทะเลอื่น ๆ เช่น ร่องน้ำปัจจุบัน ร่องน้ำโบราณ หินโผล่ใต้น้ำ แนวสัมผัสของหินดาน รอยเลื่อน (fault) และรอยคดโค้ง (fold) ในหินดาน รวมทั้งบริเวณที่ผ่านการทำเหมืองแล้ว เป็นต้น (รูปที่ 2) เมื่อได้ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้แล้ว จึงมาวางแผนการเจาะสำรวจติดตามผลต่อไป โดยมีปัจจัยในการพิจารณาเลือกตำแหน่งหลุมเจาะ เช่น บริเวณร่องน้ำโบราณ บริเวณที่มีชั้นทรายหนา บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของหินดาน และส่วนสำคัญที่สุด คือนำตัวอย่างตะกอน

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

มาวิเคราะห์ทางธรณีเคมี เพื่อหาค่าความสมบูรณ์ของแร่ในชั้นตะกอนนั้น ๆ สำหรับประเมินศักยภาพแร่และความสมบูรณ์ของแหล่งแร่



รูปที่ 2 ภาพแสดงการติดตั้งเครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์บนเรือสำรวจ

การสำรวจธรณีฟิสิกส์

วิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ที่นำมาใช้ในการสำรวจแหล่งแร่ในทะเล คือ วิธีวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบสะท้อนกลับระดับตื้น (shallow marine reflection seismic method) วิธีวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก (magnetic method) และวิธีหยั่งความลึกน้ำ (echo sounding method) ทั้ง 3 วิธี สามารถทำงานไปพร้อมกันในขณะเดินเรือสำรวจ ส่วนการควบคุมเส้นทางการเดินเรือและหาตำแหน่งเรือสำรวจนั้น ปัจจุบันใช้ระบบหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม (global positioning system) (รูปที่ 3) เท่าที่ผ่านมา กรมทรัพยากรธรณีได้ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์เป็นระยะทางทั้งสิ้น 41,731 กิโลเมตร แยกเป็นในทะเลอันดามัน 15,339 กิโลเมตร และอ่าวไทย 26,401 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 56,075 ตารางกิโลเมตร หรือเพียงร้อยละ 18 ของเนื้อที่อ่านน้ำไทย

วิธีวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบสะท้อนกลับระดับตื้น

เป็นวิธีการสำรวจลักษณะธรณีวิทยาใต้พื้นท้องทะเลด้วยการส่งคลื่นไหวสะเทือนซึ่งเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับตัวต้นกำเนิดคลื่นและเมื่อคลื่นผ่านเข้าไปในตัวกลางต่อน้ำ ชั้น

สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ตะกอนและหินดาน ซึ่งตัวกลางแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันยังผลให้คลื่นที่สะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณมีรูปแบบที่แตกต่างกัน เครื่องประมวลผลสัญญาณจะแสดงผลออกมาเป็นภาพหน้าตัดขวางของลักษณะทางธรณีวิทยาใต้พื้นท้องทะเลอย่างต่อเนื่องตามแนวเส้นทางเดินเรือสำรวจ และการเลือกตัวต้นกำเนิดคลื่น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสำรวจ เช่น ในกรณีที่ต้องการความชัดเจน (resolution) สูง จะเลือกใช้ตัวต้นกำเนิดคลื่นที่มีความถี่สูง แต่ถ้าต้องการสำรวจให้ได้ข้อมูลในระดับลึก ก็ต้องใช้ตัวต้นกำเนิดคลื่นที่มีความถี่ต่ำ

วิธีวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก

เป็นการวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก โดยอาศัยหลักการที่ว่าค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กโลกที่มีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของหิน ลักษณะโครงสร้างและสภาพธรณีวิทยา เพราะหินต่างชนิดกันมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กที่แตกต่างกัน ดังนั้น การสำรวจวิธีนี้มีประโยชน์ในการจำแนกชนิดของหินดาน โครงสร้างธรณีวิทยารวมถึงบริเวณที่เป็นแหล่งสะสมตัวของสารที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กสูง

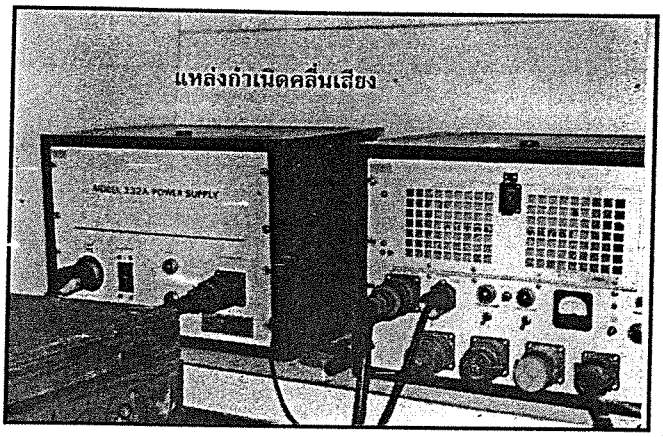
วิธีหยั่งความลึกน้ำ

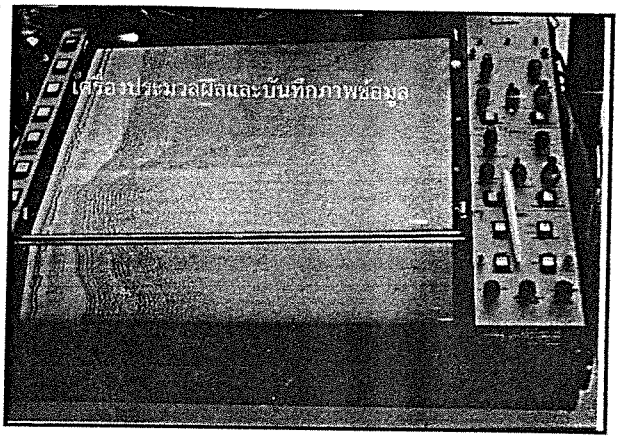
เป็นการวัดค่าความลึกน้ำทะเลด้วยการส่งคลื่นไหวสะเทือนความถี่สูง ลงไปในน้ำในแนวดิ่ง เมื่อคลื่นกระทบกับพื้นท้องทะเล ก็จะสะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณและประมวลจากเวลาที่คลื่นเดินทางจากตัวกำเนิดคลื่นมายังเครื่องรับสัญญาณ เป็นความลึกน้ำซึ่งทำให้ได้ภูมิประเทศของพื้นท้องทะเล

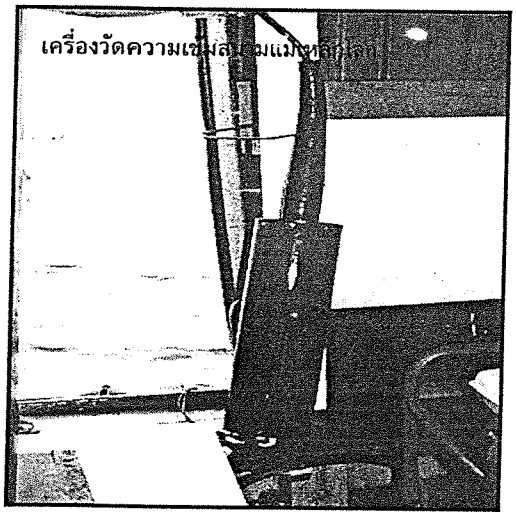
นอกจากวิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ดังกล่าวมาแล้ว ในการศึกษาลักษณะภูมิประเทศของพื้นท้องทะเล ยังมีเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งเรียกว่า เครื่องบันทึกภาพท้องทะเล (side scan sonar) เป็นการบันทึกภาพลักษณะภูมิประเทศของพื้นท้องทะเลทางด้านข้างของการเดินเรือสำรวจ ด้วยการส่งคลื่นไหวสะเทือนความถี่หนึ่งไปในแนวระนาบขนานกับพื้นท้องทะเล เมื่อคลื่นกระทบกับวัตถุใด คลื่นก็จะสะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณ แต่ถ้าหากว่าพื้นท้องทะเลไม่มีวัตถุโผล่ขึ้นมา คลื่นที่ส่งออกไปก็จะไม่สะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณ และการดำเนินการสำรวจเป็นไปอย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เห็นรูปร่างของวัตถุนั้นได้

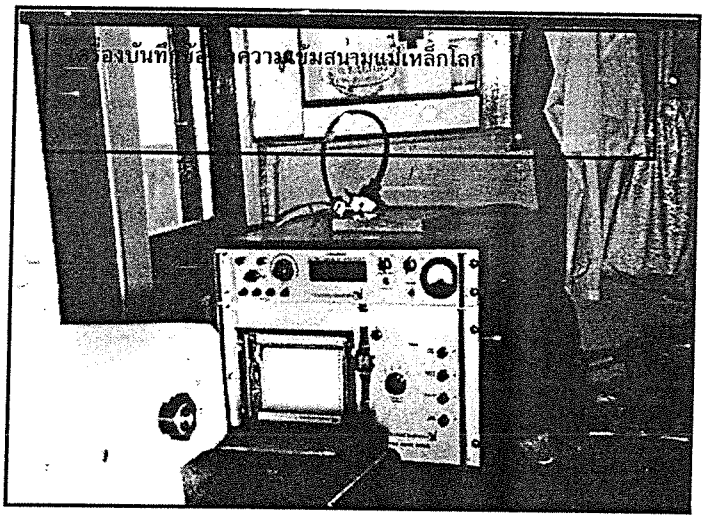
เรือ "สำรวจทรัพยากรธรณี" ปฏิบัติงานในอ่าวไทย

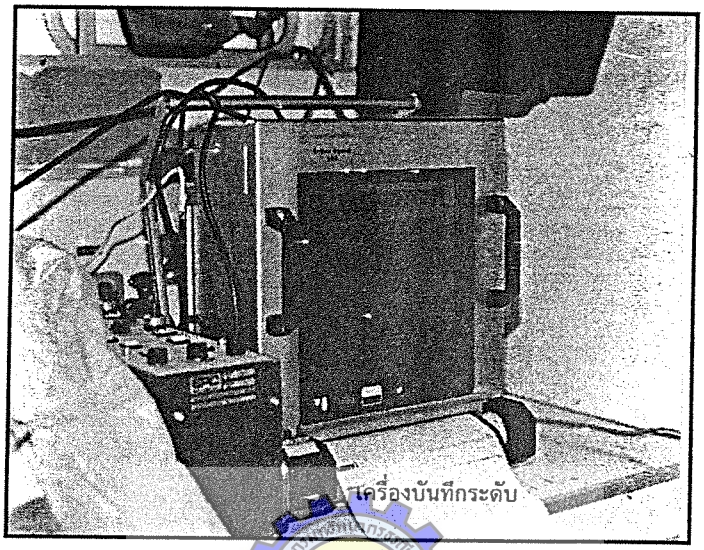
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำดัดแปลง และแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



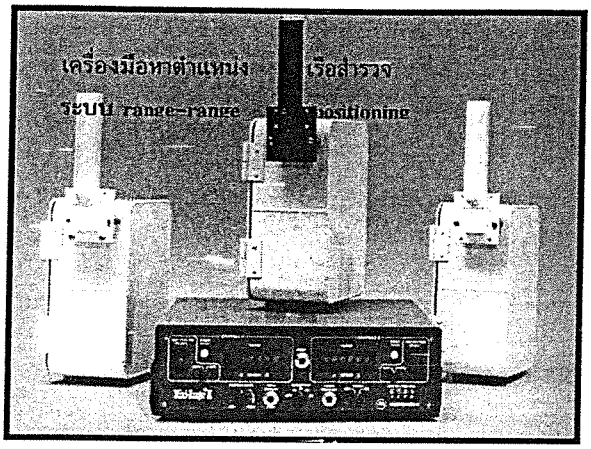








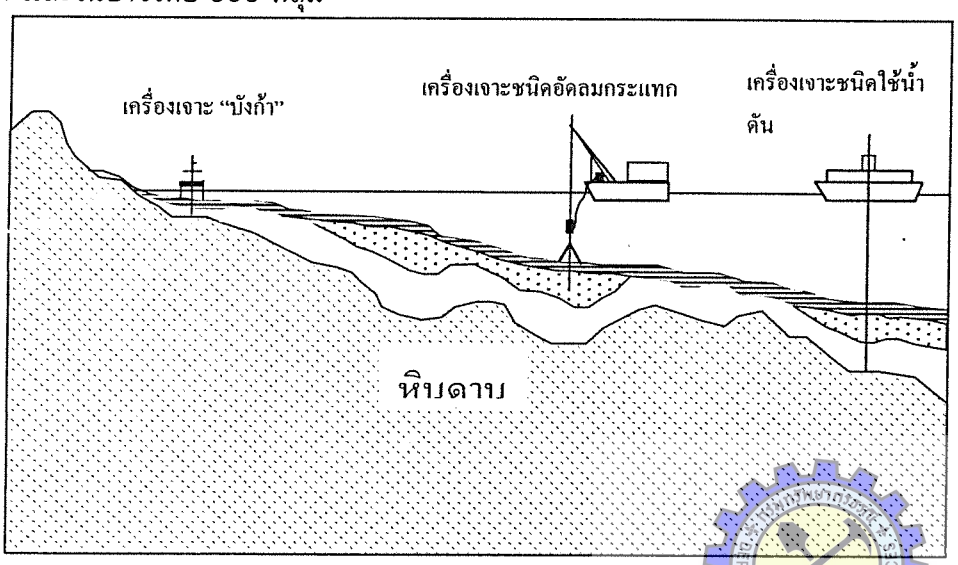
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 3 ภาพถ่ายแสดงเรือสำรวจและชุดเครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์ในทะเล

การเจาะสำรวจ

การเจาะสำรวจเป็นการตรวจสอบผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์และนำตัวอย่างตะกอน ดิน หิน และแร่ ใต้พื้นท้องทะเลมาตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณ ในการสำรวจแร่ดีบุกและแร่หนักมีค่าจะเจาะเก็บตัวอย่างตะกอนและเศษหินดานผุเท่านั้น ไม่ได้เจาะลงไปในชั้นหินดาน เนื่องจากแร่ดีบุกสะสมตัวในชั้นตะกอนทรายปนดินที่วางตัวอยู่เหนือหินดาน ส่วนในการสำรวจแหล่งกรวด ทราย หรือตะกอนพื้นผิวทะเล จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Grab sampler และ gravity corer ส่วนเครื่องเจาะที่ใช้เจาะสำรวจแร่ดีบุกและแร่หนักมีค่ามีอยู่ 3 แบบ คือเครื่องเจาะบังก้า (banka drilling) เครื่องเจาะแบบใช้น้ำดันตะกอนย้อนกลับ (counterflush reverse circulation drilling) และเครื่องเจาะแบบอัดลมกระแทก (vibracore drilling) (รูปที่ 4) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ถึงปัจจุบัน กรมทรัพยากรธรณีได้ดำเนินงานเจาะสำรวจทั้งสิ้น 1,796 หลุม ความลึกรวม 19,580.6 เมตร แยกเป็นในทะเลอันดามัน 1,403 หลุม และในอ่าวไทย 393 หลุม



รูปที่ 4 เครื่องเจาะสำรวจที่ใช้ในทะเลอันดามัน

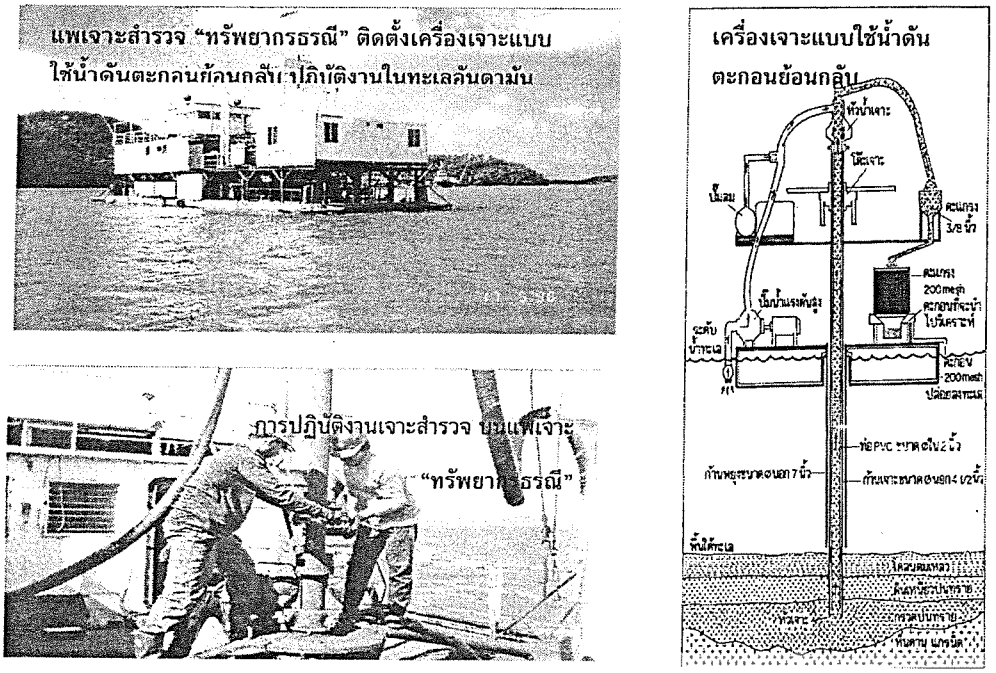
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เครื่องเจาะบังก้า

เครื่องเจาะบังก้าเป็นเครื่องเจาะที่ไม่ต้องใช้เครื่องยนต์ ใช้แต่กำลังคนดำเนินการเจาะ เป็นเครื่องเจาะที่ใช้เจาะสำรวจเก็บตัวอย่างตะกอน เช่น ดิน ดินเหนียว ทราย กรวด ทั้งบนบกและบริเวณชายหาดและบริเวณเขตน้ำตื้น (1-2 เมตร) ความลึกที่สามารถเจาะได้ประมาณ 30 เมตร

เครื่องชนิดชนิดใช้น้ำดันตะกอนย้อนกลับ

เป็นเครื่องเจาะที่ใช้เจาะสำรวจในทะเล ที่ความลึกน้ำทะเลไม่เกิน 50 เมตร (ในสภาพทะเลสงบ ความสูงของคลื่นไม่เกิน 1 เมตร) ใช้ระบบการเจาะแบบหมุน (รูปที่ 5) อุปกรณ์ประกอบด้วยท่อเจาะ 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นท่อโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว ส่วนด้านในเป็นท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ในขณะที่เจาะลงไปในชั้นตะกอนจะใช้เครื่องสูบน้ำอัดลงไปในช่องว่างระหว่างท่อ ทั้งสองด้วยความดันที่เหมาะสมกับชนิดตะกอน เพื่อดันตะกอนจากก้นหลุมผ่านท่อชั้นในขึ้นมาบนแพเจาะ ระบบการเจาะแบบนี้มีประสิทธิภาพสูง สามารถเจาะได้ลึกจากพื้นท้องทะเลถึง 30 เมตร แต่มีข้อเสียคือตัวอย่างตะกอนที่ได้ มีปริมาตรไม่แน่นอนและไม่เป็นแท่งตามลำดับชั้นเหมือนการวางตัวในธรรมชาติ กรมทรัพยากรธรณีเคยใช้งานติดตั้งอยู่บนแพเจาะ “ทรัพยากรธรณี” (ปัจจุบันได้ขายไปแล้ว เนื่องจากสภาพชำรุด)

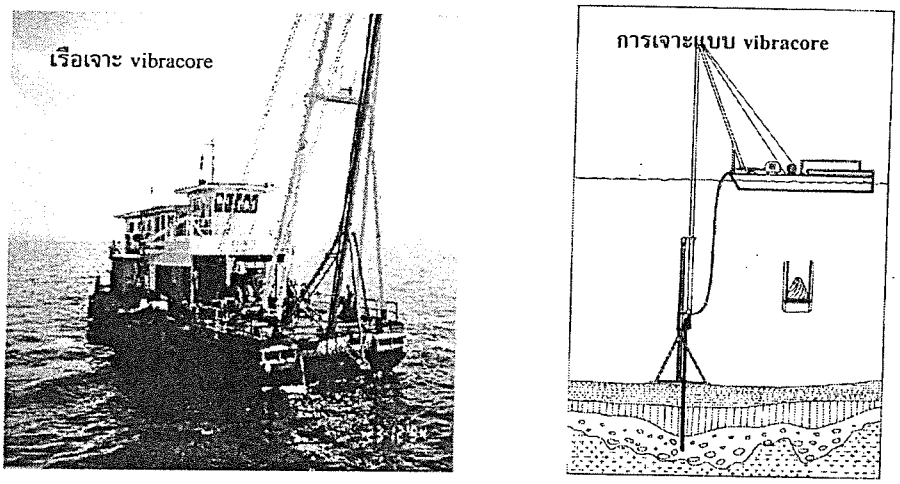


รูปที่ 5 แพเจาะและเครื่องชนิดชนิดใช้น้ำดันตะกอนย้อนกลับ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เครื่องเจาะชนิดอัดลมกระแทก

เป็นเครื่องเจาะที่ใช้แพร่หลายในการสำรวจแร่ในทะเลอันดามัน เพราะทำงานได้รวดเร็ว และได้ตัวอย่างตะกอนที่สมบูรณ์เพราะเป็นการเจาะแบบใช้แรงลมอัดกระแทกก้านเจาะคล้ายกับการตอกเสาเข็ม (รูปที่ 6) แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถเจาะทะลุผ่านชั้นตะกอนดินเหนียวแข็ง (hard clay) ได้ ท่อเจาะเป็นโลหะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว มีท่อพลาสติกเหนียวสำหรับเก็บตัวอย่างบรรจุอยู่ด้านใน เรียกว่า พลาสติกไลเนอร์ สามารถนำเอาตะกอนขึ้นมาเป็นแท่งตามลำดับชั้นเหมือนในธรรมชาติ เจาะได้ลึกสุดเพียง 10 เมตร จากพื้นท้องทะเล หน่วยงานที่ใช้ได้แก่ องค์การเหมืองแร่ในทะเล (เรือสำรวจ "อันดามัน") บริษัททุ่งคาฮาเบอร์ (เรือสำรวจ "ราชันย์") บริษัทอ่าวขามไทย (เรือสำรวจ "ซีเควส") กรมทรัพยากรธรณีเคยได้รับการช่วยเหลือจากบริษัทอ่าวขามไทยนำระบบการเจาะแบบนี้มาสำรวจในพื้นที่ แปลง A ซึ่งอยู่นอกชายฝั่งอำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา ในปี พ.ศ. 2529 จำนวน 91 หลุม



รูปที่ 6 เรือเจาะและเครื่องเจาะชนิดอัดลมกระแทก

การวิเคราะห์ตัวอย่างแร่หนัก

ตะกอนที่ได้จากการเจาะสำรวจ จะนำมาวิเคราะห์หาความสมบูรณ์ของแร่หนักที่ห้องปฏิบัติการธรณีเคมี หลักการวิเคราะห์ตัวอย่างแร่หนักในตะกอนตัวอย่างคือ การแยกแร่หนักออกจากทรายและโคลนโดยการเลียงแร่และผ่านน้ำยาโบรโมฟอร์ม จำแนกกลุ่มแร่ตามคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กแล้วตรวจชนิดและปริมาณของแร่ต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ส่วนการคำนวณปริมาณสำรองแร่นั้นนิยมใช้วิธีรูปหลายเหลี่ยม (polygonal method) มีหน่วยเป็นกรัม/ลูกบาศก์เมตร

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องเจาะแบบใช้น้ำดันตะกอนย้อนกลับกับแบบอัดลมกระแทก (ที่ระดับความลึกน้ำทะเล 30 เมตร ชั้นตะกอนหนา 10 เมตร)

ข้อเปรียบเทียบ	แบบใช้น้ำดันตะกอนย้อนกลับ	แบบอัดลมกระแทก
-ประสิทธิภาพในการเจาะ(ทำงานวันละ 10 ชั่วโมง)	2 วัน 3 หลุม	วันละ 4 หลุม
-เวลาที่ใช้ในการเจาะต่อ 1 หลุม	2 ชั่วโมง	ครึ่งชั่วโมง
-เวลาที่ใช้ในการวางสมอ (ก่อนเจาะรวมกับหลังเจาะ)	3 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง
-ความสมบูรณ์ของตัวอย่างตะกอน (percent sample recovery)	ไม่แน่นอน เนื่องจากใช้น้ำและลมเป็นตัวนำตะกอนขึ้นมา	80-100 เปอร์เซ็นต์
-ลักษณะของตัวอย่างตะกอน	มีการปะปนกันในชุดตะกอนร่วนหรือตะกอนเหลว	เป็นแท่ง ไม่มีการปะปนกันของชั้นตะกอน
-ความลึกที่สามารถเจาะได้	ขึ้นอยู่กับจำนวนก้านเจาะ เคยเจาะได้ถึง 36 เมตร	ไม่เกินความยาวก้านเจาะ (30 ฟุต กับ 40 ฟุต)
-ความสามารถในการเจาะผ่านชั้นดินเหนียวแข็ง	เจาะผ่านได้	เจาะไม่ผ่าน
-ค่าใช้จ่ายในการเจาะต่อ 1 หลุม (ที่ความลึกน้ำ 30 เมตร ตะกอนหนา 10 เมตร)	6,000 บาท	3,000 บาท
จำนวนคนงานช่างเจาะ	10-12 คน	8-10 คน

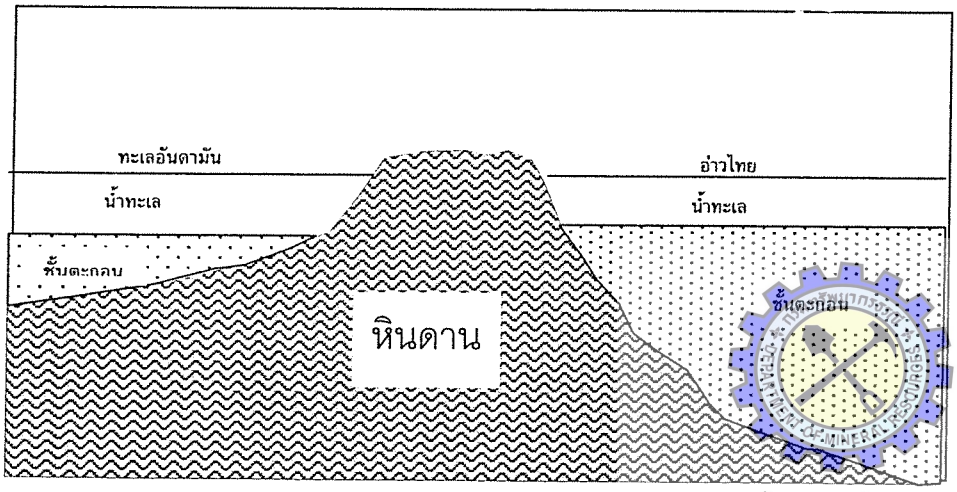
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

รูปที่ 7 การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอน

สรุปผลการสำรวจ

ลักษณะธรณีวิทยาใต้ท้องทะเลไทย

จากการสำรวจที่ผ่านมาทั้งหมดสรุปได้ว่า ท้องทะเลไทยด้านทะเลอันดามันและอ่าวไทยแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงโดยเปรียบเทียบจากระยะห่างชายฝั่ง (รูปที่ 8) ทั้งความลึกน้ำทะเล ความหนาของชั้นตะกอน และความลึกของหินดาน ความลึกน้ำในทะเลอันดามันลึกกว่าแต่ชั้นตะกอนจะบางกว่าในอ่าวไทย ซึ่งทำให้ความลึกของหินดานของอ่าวไทยลึกกว่าทะเลอันดามันด้วย สันนิษฐานได้ว่าอาจมีการยกตัวของแผ่นดินด้านตะวันตกของแหลมมลายูในยุคเทอร์เชียรี



เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี.
ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง และแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

รูปที่ 8 สภาพธรณีวิทยาใต้ทะเลของทะเลอันดามันและอ่าวไทย

ชนิดและการกระจายตัวของชั้นตะกอนใต้ท้องทะเลไทย ที่ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เมตร มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับชนิดหินดานใกล้ฝั่งทะเลและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในยุคควอเทอร์นารี โดยทั่วไปชั้นตะกอนใต้ทะเลอันดามันมีความหนาน้อยกว่าในอ่าวไทย ทั้งนี้เพราะแม่น้ำที่พัดพาตะกอนลงสู่ทะเลอันดามันมีจำนวนน้อยกว่า อีกทั้งเป็นแม่น้ำสายสั้นและขนาดเล็กกว่าอีกด้วย อย่างไรก็ตามชนิดและลักษณะการวางตัวของชั้นตะกอนจะคล้ายกันทั้ง 2 ฝั่ง คือ ตะกอนชั้นบนประกอบด้วยตะกอนโคลนและโคลนปนทราย หรือตะกอนทรายปนเศษปะการัง ตะกอนโคลนมีสีเทาเขียว เนื้อนิ่ม สันนิษฐานว่าตะกอนชั้นนี้ตกสะสมตัวมาตั้งแต่สมัยที่น้ำทะเลได้รุกล้ำเข้ามาถึงจุดสูงสุดเมื่อประมาณ 5,000 – 6,500 ปี ที่ผ่านมาในสมัยโฮโลซีนและค่อยลดลงจนถึงระดับปัจจุบัน โดยทั่วไปตะกอนชั้นนี้มีแร่สะสมตัวน้อยหรือไม่มีเลย ตะกอนชั้นล่างเป็นตะกอนทางน้ำสะสมตัวในสมัยไพลสโตซีน ถึงโฮโลซีนตอนต้น มีชั้นตะกอนป่าชายเลนซึ่งเป็นตะกอนดินเหนียวปนสารอินทรีย์สีดำหรือน้ำตาลเข้มแทรกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ ในบางบริเวณ ตะกอนทางน้ำมีส่วนประกอบเป็นชั้นดินเหนียว ชั้นดินเหนียวปนกรวดทราย และชั้นกรวดทราย โดยทั่วไปแร่ที่พบจะปะปนอยู่ในชั้นกรวดทราย

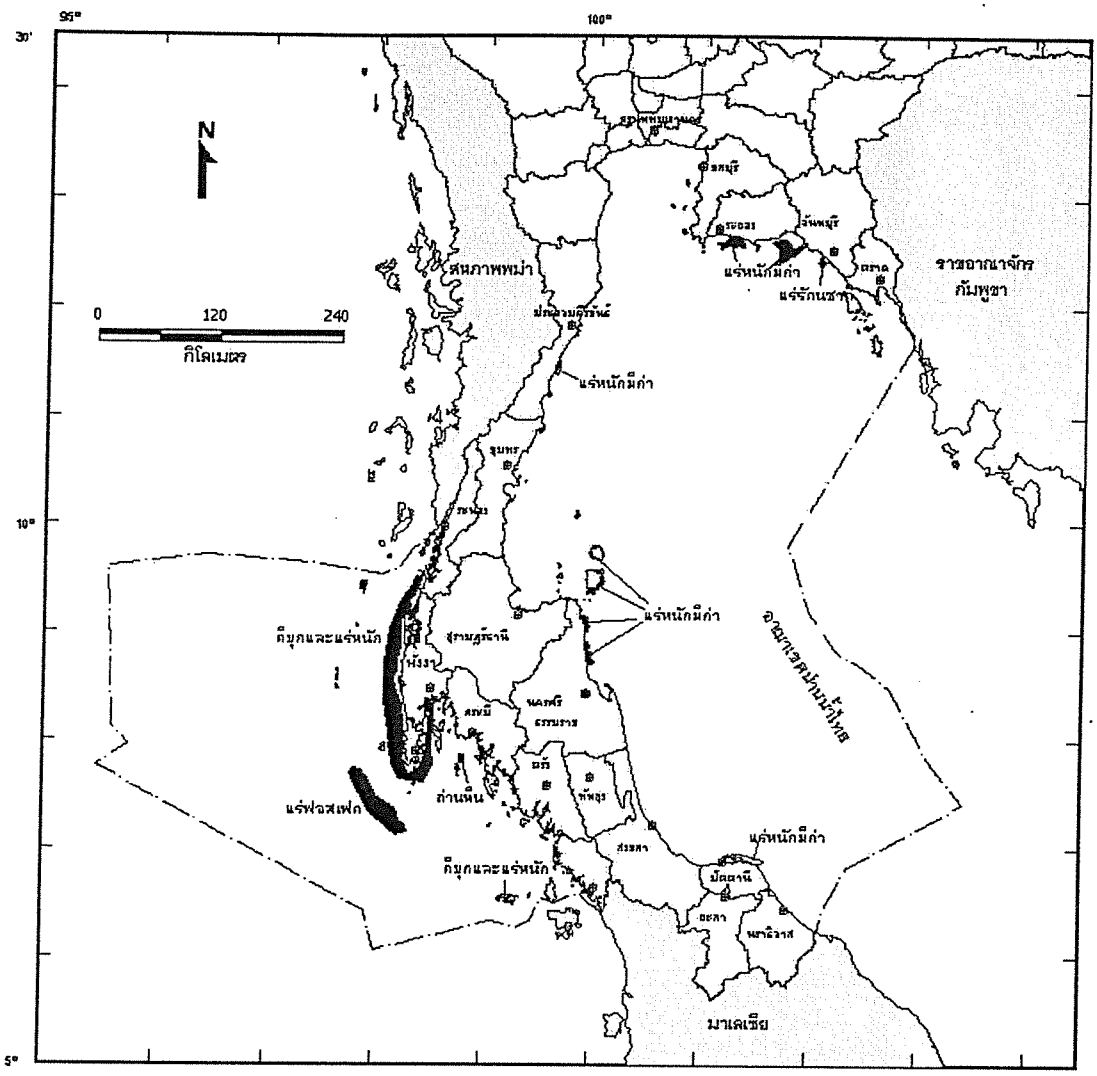
แหล่งทรัพยากรแร่ในทะเลไทย

ในอ่าวไทย สำรวจพบแร่คอรันดัมบริเวณนอกชายฝั่งอำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี แต่เป็นเม็ดขนาดเล็กประมาณ 1-3 มิลลิเมตร ส่วนแหล่งกรวดทรายก่อสร้างก็ได้มีการสำรวจพบว่าบริเวณอ่าวระยองมีกรวดทรายสะสมตัวปริมาณไม่น้อยกว่า 450 ล้านลูกบาศก์เมตร

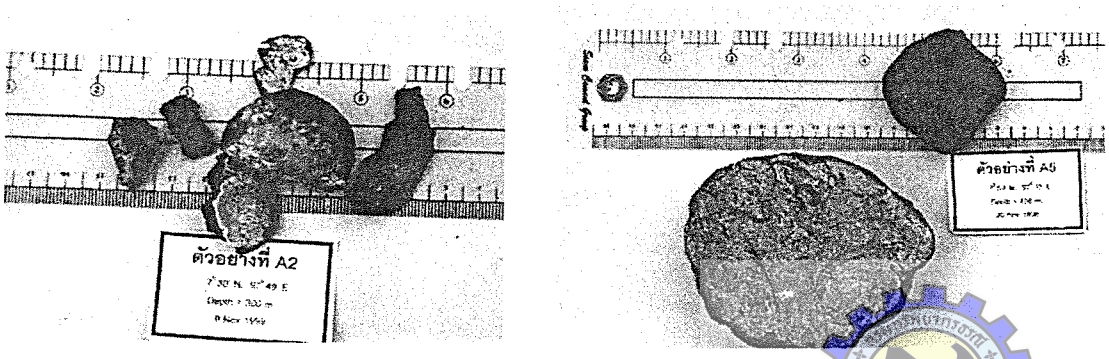
ในทะเลอันดามัน สำรวจพบพื้นที่ที่มีแร่ดีบุกและแร่หนักมีค่าใน 3 บริเวณด้วยกัน คือ บริเวณนอกชายฝั่งจังหวัดระนองและพังงา บริเวณรอบเกาะภูเก็ต และอ่าวในหมู่เกาะอาดัง-ราวี และสรุปได้ว่าแร่ดีบุกและแร่หนักมีค่าในพื้นที่ส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดมาจากบนบก แล้วถูกพัดพาลงสู่ทะเลทำให้เกิดแหล่งลานแร่ ยกเว้นแหล่งดีบุกทางตะวันออกของอ่าวภูเก็ตที่พบว่าเกิดแบบปฐมภูมิ ส่วนแร่เพชรที่พบเป็นผลพลอยได้จากการทำเหมืองแร่ดีบุกนอกชายฝั่งอำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ในคลองพังงาและอ่าวภูเก็ตนั้นพบว่าเกิดแบบทุติยภูมิ สันนิษฐานว่ามีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาบนบกซึ่งครอบคลุม 4 จังหวัด คือ ระนอง พังงา กระบี่และสุราษฎร์ธานี บริเวณนอกชายฝั่งจังหวัดกระบี่ ได้เจาะสำรวจพบชั้นถ่านหินซับบิทูมินัส หนาประมาณ 3 เมตร คลุมพื้นที่ประมาณ 8 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 9)

นอกจากนี้ กรมทรัพยากรธรณีได้รับความร่วมมือจากศูนย์วิจัยชีววิทยาและประมงทะเลจังหวัดภูเก็ต ในการสำรวจบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ห่างจากเกาะภูเก็ตประมาณ 40 กิโลเมตร คลุมพื้นที่ประมาณ 50 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 10) เก็บตัวอย่างหินพื้นท้องทะเลที่ระดับน้ำลึกประมาณ 100-500 เมตร ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ทางเคมี ผลปรากฏว่าตัวอย่างหินเป็นแร่ฟอสเฟตในรูปของฟอสเฟตโนดูลส์ ฟอสฟอไรต์สีน้ำตาลเข้มถึงดำ ชนิดเฟอโรฟอสเฟตมีปริมาณ P_2O_5 อยู่ร้อยละ 2.21-14.68

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 9 แสดงแหล่งแร่ที่พบในทะเลอันดามันและอ่าวไทย



รูปที่ 10 แสดงแร่ฟอสเฟต

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การสำรวจทรัพยากรธรณีในทะเลอย่างเป็นระบบ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น นอกจากทำให้ทราบถึงบริเวณที่มีศักยภาพทางแร่ต่าง ๆ และความสมบูรณ์ของแหล่งแร่ แหล่งวัสดุก่อสร้างในทะเลแล้ว ยังได้ข้อมูลอื่น ๆ อีก เช่น

- ธรณีวิทยาและโครงสร้างธรณีวิทยา ได้แก่ ความลึกน้ำทะเล ชนิดและความหนาของตะกอน ชนิดและความลึกของหินดาน รอยต่อของหินดาน รอยเลื่อน และรอยคดโค้งของหินดานในทะเล

- สมุทรศาสตร์ ได้แก่ แนวปะการัง หินโผล่ใต้น้ำ (แนวหินโสโครก) ร่องน้ำปัจจุบันและร่องน้ำโบราณ

ข้อมูลเหล่านี้ เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการสร้างท่าเรือน้ำลึก การวางท่อน้ำมันหรือท่อแก๊สในทะเล การขุดลอกร่องน้ำในแม่น้ำลำคลอง และธรณีเทคนิค นอกจากนี้ การสำรวจธรณีฟิสิกส์ในทะเล ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม การกัดเซาะชายฝั่งทะเล และช่วยในการค้นหาเรือโบราณหรือวัตถุโบราณที่จมลงในทะเลหรือแม่น้ำได้อีกด้วย

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11133

แร่โลหะพื้นฐานที่สำคัญในประเทศไทย

โดย

นายเสถียร สุคนธ์พงเผ่า

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "

วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545

กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แร่โลหะพื้นฐานที่สำคัญในประเทศไทย

Important Base Metal Mineral of Thailand

บทนำ

แร่โลหะพื้นฐาน (base metal mineral) ได้แก่ แร่สังกะสี ตะกั่ว และทองแดง ในประเทศไทยได้มีหลักฐานทางโบราณคดี บ่งชี้ว่า คนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่แถบนี้รู้จักผลิตสินแร่ทองแดง นำมาใช้ประโยชน์มากว่า 5,000 ปีแล้ว โดยผลิตจากแหล่งแร่ทองแดงในจังหวัดเลย และจังหวัดลพบุรี ส่วนการทำเหมืองแร่ตะกั่ว และถลุงสินแร่ตะกั่ว ในบริเวณจังหวัดกาญจนบุรีมีหลักฐานจากการหาอายุของถ่านไม้ ซึ่งพบในกองแสลก (slag) ในบริเวณใกล้เคียงแหล่งแร่ ด้วยวิธี ^{14}C พบว่า มีอายุถึง 400 – 700 ปี ส่วนแร่สังกะสีมีรายงานว่าได้มีการสำรวจพบแหล่งแร่สำคัญที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตากเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2490

แร่โลหะพื้นฐานที่สำคัญในประเทศไทยในที่นี้หมายถึง แร่สังกะสี และแร่ตะกั่ว ซึ่งมีการผลิตในเชิงพาณิชย์ในประเทศไทยในปัจจุบัน แร่สังกะสี และแร่ตะกั่วพบทั้งแหล่งแบบปฐมภูมิ (primary deposit) และแบบทุติยภูมิ (secondary deposit) ในแหล่งแร่แบบปฐมภูมิ มักพบแร่ตะกั่วและแร่สังกะสีเกิดอยู่ด้วยกันและอยู่ในรูปแร่ซัลไฟด์ ได้แก่ แร่กาลีนา (galena, PbS) และสฟาเลอไรต์ (sphalerite, ZnS) เป็นส่วนใหญ่ ส่วนในแหล่งแร่แบบทุติยภูมิจะพบเพียงแร่ตะกั่วหรือสังกะสี ในรูปของแร่ออกไซด์ คาร์บอเนต และซิลิเกต ได้แก่ แร่ซิงค์ไคต์ (zincite, ZnO) เซรัสไซต์ (cerrusite, $PbCO_3$) สมิทซอไนต์ (smithsonite, $ZnCO_3$) และ เฮมิมอร์ไฟต์ (hemimorphite, $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 H_2O$)

แหล่งแร่ตะกั่วและสังกะสีในประเทศไทย ได้มีการสำรวจพบในเกือบทุกภาคของประเทศไทยแต่ที่สำคัญจะอยู่ทางตะวันตกของประเทศ คือ แหล่งสังกะสีในเขตอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ในเขตอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ธรณีวิทยาแหล่งแร่สังกะสี-ตะกั่ว

ดังได้กล่าวแล้วว่าแหล่งแร่ตะกั่วและสังกะสี ในประเทศไทยพบได้ทั้งแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งแต่ละแบบจะมีลักษณะทางธรณีวิทยา และกระบวนการเกิดแตกต่างกันไปซึ่งพอจะกล่าวโดยสรุปได้คือ

แหล่งแร่ปฐมภูมิ

ในแหล่งแร่แบบปฐมภูมิแร่สังกะสีและตะกั่วมักจะเกิดอยู่ด้วยกันในรูปของแร่โลหะซัลไฟด์ ซึ่งในแหล่งแร่สังกะสี สินแร่ (ore mineral) จะได้แก่แร่สฟาเลอไรต์ ส่วนแร่กาลีนาก็จะเป็นเพื่อนแร่ (associated mineral) ในแหล่งแร่ตะกั่วสินแร่ก็จะได้แก่ แร่กาลีนา ส่วนแร่สฟาเลอไรต์ก็จะเป็นเพื่อนแร่ ส่วนเพื่อนแร่อื่นๆ ได้แก่แร่ไพไรต์ (FeS_2) เพียโรไทท์ (pyrrhotite, Fe_1-xS) และแร่โลหะซัลไฟด์ และซัลโฟซอลท์ของตะกั่ว สังกะสี พลวง เงิน แคดเมียม และทองแดง เช่น บูแลงเจไรต์

ลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

(boulangerite, $Pb_5Sb_4S_{11}$), คาลโคไพไรต์ (chalcopyrite, $CuFeS_2$) ไพราจีไรต์ (pyrargyrite; Ag_3SbS_3) และ ไฟรเบอร์ไจต์ (freibergite, $(CuAg)_{10}$ $(Fe, Zn)_2$ Sb_4S_{13} เป็นต้น ในบางแหล่งอาจพบเพื่อนแร่ที่เป็นโลหะออกไซด์ เช่น ชีไลต์ (scheelite, $CaWo_4$) และ แมกนีไตท์ (magnetite, Fe_3O_4) นอกจากเพื่อนแร่จะพบแร่กาก (gangue) พวกแคลไซต์ (calcite) แบไรต์ (barite) ควอตซ์ (quartz) และเชิร์ต (chert) แหล่งแร่ปฐมภูมิที่พบในประเทศไทยมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1) แหล่งแร่สะสมตัวในชั้นหินอุ้มแร่ (stratabound massive sulfide deposit) ในแหล่งแร่แบบนี้จะพบว่าแร่เกิดเป็นชั้นๆ (layers) เป็นรูปเลนส์ (lens) หรือเป็นแถบแร่ (banded) ขนานกับชั้นของหินปูน ซึ่งเป็นหินอุ้มแร่ แร่จะสะสมตัวอยู่ในหินปูนในส่วนที่มีการเกิดและสะสมตัวของพืชทะเลพวกแอลกา (alga) และไครนอยด์ (crinoid) ในลักษณะเป็นพืด หรือพืดปะการัง (coral reef) ซึ่งอยู่ในชั้นของหินปูน หินปูนในชั้นหินอุ้มแร่จะมีการแปรเปลี่ยนเป็นโดโลไมต์ (dolomitization) มีผิวหน้าที่ผ่านการกัดกร่อน (erosion surface) โดยเกิดคาสต์ดึกดำบรรพ์ (paleokarst) บริเวณแหล่งแร่จะไม่มีการแปรเปลี่ยน (alteration) รุนแรงสันนิษฐานว่าแร่เกิดจากกระบวนการชะละลาย (leaching) ของโลหะในหินใต้ผิวดินแล้วเคลื่อนตัวตามรอยแตกและรูพรุนของหินเข้าไปตกตะกอนอยู่ในช่องว่างหรือรูพรุนของหินปูนชั้นที่มีสภาพเหมาะสม การเกิดแร่ดังกล่าวดำเนินไปในแอ่งสะสมตะกอน (sedimentary basin) ขนาดใหญ่ที่เรียกว่าแอ่ง อินทรา-เครโทนิค (intra-cratonic) น้ำแร่จะมีลักษณะเป็นสารละลายน้ำเกลือ (brine) และหรือเป็นสารละลายน้ำร้อน (hydrothermal) อุณหภูมิต่ำ แหล่งแร่แบบนี้จะเป็นแหล่งขนาดค่อนข้างใหญ่ ในประเทศไทยพบที่ตำบลชะแล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจบุรี เป็นแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี

2) แหล่งแร่แบบสการ์น (skam deposit) แหล่งแร่แบบนี้พบบริเวณแนวสัมผัส (contact zone) ระหว่างหินอัคนีแทรกซอน (intrusive rocks) ชนิดกรด (acidic) เช่น หินแกรนิต (granitic rocks) ควอตซ์ไดออไรต์ (quartz-diorite) แกรโนไดออไรต์ (granodiorite) และควอตซ์มอนโซไนต์ (quartz-monzonite) กับหินปูนหรือหินชั้นที่มีเนื้อปูน ($CaCo_3$) เป็นองค์ประกอบอยู่มาก บริเวณแนวสัมผัสหินปูนจะเกิดแปรสภาพแบบแทนที่ (metasomatic) แปรเปลี่ยนเป็นหินสการ์น ซึ่งประกอบด้วยแร่แคลเซี่ยมซิลิเกตหลายชนิด นอกจากนั้นบริเวณแนวสัมผัสยังเกิดการแปรเปลี่ยนของหินอีกหลายแบบร่วมด้วย เช่น ซิลิซิฟิเคชั่น (silicification) เคาลิไนเซชั่น (kaolinization) มัสโควิไทซ์-คลอริไทเซชั่น (muscovitize-chloritization) เป็นต้น แร่โลหะจะพบแบบฝังประ (disseminate) หรือเป็นมวลแน่น (massive) ขอบเขตที่มีแร่ไม่ค่อยแน่นอน ไม่ต่อเนื่อง อาจเป็นรูปเลนซ์ หรือกระเปาะ (pockets) แหล่งแร่แบบนี้พบที่บ้านยางเกี๋ยง อำเภออมก๋อย บ้านเมืองกึ๊ด อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ บ้านแม่ตืน อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน ภูขุมบ้านโคกมน อำเภอเมือง จังหวัดเลย และเขาถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตาร์ จังหวัดยะลา

3) แหล่งแร่แบบสาย (vein-type deposit) แร่จะเกิดในรอยแยก รอยแตกของหิน (fractures) รอยเลื่อน (faults) ในลักษณะตกผลึกในช่องว่าง (cavity fillings) หรือแทนที่เนื้อหิน (replacement) สารละลายน้ำแร่ร้อน (hydrothermal fluids) ซึ่งอาจเกี่ยวพันกับการเกิดของหินอัคนีจะเป็นตัวการที่พาเอาสารละลายซึ่งมีโลหะตะกั่ว สังกะสี ประกอบอยู่เข้าไปตกตะกอนในบริเวณที่

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เหมาะสมในช่องว่างของหินแปรหรือ หินชั้น รูปร่างของสายแร่จะเป็นไปตามรูปแบบของรอยแตกในหินนั้นๆ ในสายแร่จะพบสินแร่และเพื่อนแร่ในลักษณะฝังประ หรือเป็นมวลแน่นก็ได้ รูปร่างของสายแร่อาจเป็นแผ่น (sheets) กระเปาะ หรือรูปเลนส์ แหล่งแร่แบบนี้มีขนาดไม่ใหญ่โตนัก ในประเทศไทยพบที่ ภูช้าง บ้านโคกใหญ่ อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย บ้านแม่กะใน บ้านดงหลวง อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นต้น

แหล่งแร่ทุติยภูมิ

ในแหล่งแร่แบบทุติยภูมิจะพบแร่สังกะสีหรือตะกั่วอย่างใดอย่างหนึ่ง สินแร่ตะกั่วจะได้แก่ แร่ตะกั่วคาร์บอเนต คือ แร่เซรัสไซต์ (cerussite, $PbCo_3$) สินแร่สังกะสีประกอบด้วยแร่สังกะสีคาร์บอเนตได้แก่ แร่สมิทซอไนต์ (smithsonite, $ZnCo_3$) ไฮโดรซิงค์ไคต์ ($2ZnCo_3.3\ Zn\ (OH)_2$) และโลเซยไอต์ (loseyite, $(MnZn)_7(OH)_{10}(Co_3)_2$) และแร่สังกะสีซิลิเกต ได้แก่ แร่เฮมิมอร์ไฟต์ (hemimorphite, $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2.H_2O$ แร่กาก ได้แก่ แคลไซต์และควอตซ์ แร่ทุติยภูมิเกิดจากการตกตะกอนของสารละลายโลหะสังกะสีหรือตะกั่วใน ช่องว่างของหินชั้นที่เป็น host ในสิ่งแวดล้อมที่มีคาร์บอเนต และหรือซิลิเกตเหลือเฟือ สารละลายโลหะสังกะสี หรือตะกั่วเชื่อว่าได้มาจากการชะละลายแร่ปฐมภูมิซึ่งอยู่ไม่ไกลจากบริเวณที่พบแร่ทุติยภูมินัก เมื่อแร่ปฐมภูมิถูกยกตัวขึ้นมาใกล้ผิวดินโดยกระบวนการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกในสภาวะที่เหมาะสมของภูมิอากาศและสภาพน้ำบาดาลแร่ปฐมภูมิจะถูกชะละลายและเติมออกซิเจนและถูกซึมผ่านช่องว่างของหินชั้นหรือซึมผ่านรอยเลื่อนใกล้เคียงไปตกตะกอนในช่องว่างระหว่างเม็ด (pore space) ของหินชั้นหรือรอยแตก (fractures) รอยเลื่อน ช่องว่าง (cavity) ช่องว่างที่เกิดบริเวณยอดสันของโครงสร้างรูปประทุนเป็นต้น แร่อาจเกิดในลักษณะมวลแน่น ผลึกสอดประสาน หรือเป็นบล็อก หรือพอกเป็นชั้นๆ กึ่งรูปพวงองุ่นเป็นต้น แหล่งแร่ที่สำคัญคือแหล่งแร่ตะกั่วที่บ้านบ่องาม ตำบลชะเล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และแหล่งแร่สังกะสีดอยผาแดง ตำบลพระธาตุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

การกระจายตัวของแร่สังกะสี-ตะกั่ว

บริเวณพบแร่สังกะสี-ตะกั่ว (mineral occurrences) ในประเทศไทยจะอยู่ในเกือบทุกภาคของประเทศ (รูปที่ 1) แหล่งพบแร่ที่มีการสำรวจพบแล้วอยู่ในเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน แพร่ เพชรบูรณ์ เลย ตาก กาญจนบุรี เพชรบุรี นครศรีธรรมราช พัทลุง และยะลา แต่ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่และมีการผลิตถึงปัจจุบันนี้คือ แหล่งแร่สังกะสีที่ดอยผาแดง ตำบลพระธาตุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และแหล่งแร่ตะกั่ว ที่ตำบลชะเล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

แหล่งแร่สังกะสีผาแดง

แหล่งแร่สังกะสีผาแดงตั้งอยู่ที่ดอยผาแดง ตำบลพระธาตุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปทางตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 500 กิโลเมตร บริษัท ผาแดง อินดัสทรี จำกัด มหาชน เป็นผู้ดำเนินการทำเหมืองแร่ และทำการถลุงโลหะสังกะสีที่โรงถลุงของบริษัทในเขตอำเภอเมือง จังหวัดตาก

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งแร่สังกะสีผาแดง ได้มีการสำรวจพบเมื่อปี พ.ศ. 2490 ในระหว่างปี พ.ศ. 2500-2508 บริษัท ซุมิโตโมเมทัลไมนิ่ง จำกัด ได้ทำการสำรวจธรณีวิทยารายละเอียดและเจาะสำรวจด้วยเครื่องเจาะหัวเพชรเก็บแท่งตัวอย่าง จำนวน 45 หลุม ความลึกรวมประมาณ 2,700 เมตร และประเมินปริมาณแร่สำรองว่ามีแร่สังกะสี 2.7 ล้านตัน ที่เกรดเฉลี่ยธาตุสังกะสี 33% ในระหว่างปี พ.ศ. 2509-2510 บริษัท แนชชั่นนอลเลด จำกัด ได้ทำการสำรวจเพิ่มเติมและคำนวณปริมาณแร่สำรองว่ามีแร่สังกะสี 4.7 ล้านตัน โดยมีปริมาณธาตุสังกะสีเฉลี่ย 31.4% และธาตุแคดเมี่ยมเฉลี่ย 0.17% ในระหว่างปี พ.ศ. 2512-2518 บริษัท ไทยซิงค์ จำกัด ได้ว่าจ้างบริษัท วัตต์ กริฟฟิทส์และแมคควอท (ออสเตรเลีย) พีทีวาย จำกัด ทำการสำรวจและประเมินปริมาณแร่สำรองใหม่อีกครั้งหนึ่ง บริษัทผู้รับจ้างได้ประเมินว่ามีปริมาณแร่สำรอง 3.8 ล้านตัน ที่ปริมาณธาตุสังกะสีเฉลี่ย 26.59% บริษัท ไทยซิงค์ จำกัด ได้ทำการเปิดเหมืองในปี พ.ศ. 2517 โดยวางแผนว่าจะทำการผลิตสินแร่ปีละ 200,000 เมตริกตันในปีแรก โดยส่งแร่สังกะสีไปถลุงที่โรงถลุงของบริษัท นิวเจอร์ซี่ ซิงค์ จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา และมีแผนที่จะทำการก่อสร้างโรงแต่งแร่และโรงถลุงแร่ที่อำเภอเมือง จังหวัดตาก แต่ในปี พ.ศ. 2518 บริษัท ไทยซิงค์ จำกัด ก็ได้ล้มเลิกการทำเหมืองและโครงการก่อสร้างโรงงาน ต่อมาในปี พ.ศ. 2524 รัฐบาลได้ร่วมกับบริษัทจากประเทศเบลเยี่ยม ได้ก่อตั้งบริษัท ผาแดง อินดัสทรี จำกัด ขึ้น และได้ว่าจ้างบริษัท วัตต์ กริฟฟิทส์ และแมคควอท (ออสเตรเลีย) พีทีวาย จำกัด ทำการสำรวจเพิ่มเติมและทำการประเมินปริมาณแร่สำรองใหม่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในครั้งนี้ปริมาณแร่สำรองคำนวณได้ที่ 4.5 ล้านตัน ที่ปริมาณธาตุสังกะสีเฉลี่ย 28.9% โดยใช้คัทออฟเกรดที่ธาตุสังกะสี 10% บริษัท ผาแดง อินดัสทรี จำกัด ได้ดำเนินการทำเหมืองแร่ และถลุงแร่สังกะสีมาจนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้

แหล่งแร่สังกะสีผาแดงรองรับด้วยกลุ่มหินหัวฝาย (Hua Fai Group) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงปลาย จูแรสซิกตอนต้นถึงช่วงต้นจูแรสซิกตอนกลาง ประกอบด้วยชั้นหินปูนสีเทา แทรกสลับด้วยหินดินดานเนื้อปูน หินทราย และหินปูนกรวด (lime conglomerate) วางตัวในแนวเหนือ-เหนือใต้ และเอียงเทไปทางทิศใต้-ตะวันตกเฉียงใต้ ในหินกลุ่มนี้จะพบซากดึกดำบรรพ์ จำพวกแอมโมนอยด์ หอยกาบคู่ พืดปะการัง (coral reefs) และแบรคิโอพอด (brachiopod) ส่วนมากจะพบในชั้นหินปูน บริเวณพบแร่สังกะสีจะมีแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ 2 แนววางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ขนาบอยู่ทางตอนเหนือและตอนใต้แร่สังกะสีจะพบอยู่ในหินปูน หินปูนโดโลไมต์ (dolomitic limestone) หินปูนอูอูลิติก (oolitic limestone) และหินทราย แร่สังกะสีผาแดงเป็นแร่แบบทุติยภูมิและปรากฏอยู่ 5 บริเวณโดยแหล่งแร่ผาแดงมีขนาดใหญ่ที่สุดแหล่งแร่ผาแดงมีลักษณะคล้ายฝักถั่วที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอ (irregular pod) วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และเอียงเทไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ มีขนาดยาวมากกว่า 400 เมตร กว้างเกือบ 250 เมตร และบางช่วงหนามากกว่า 50 เมตร รูปร่างของแหล่งแร่จะวางตัวสอดคล้องไปกับการโค้งงอของหินในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ ในหินเหย้า (host rock) ซึ่งโดยทั่วไปวางตัวในแนวตะวันออก แต่บางบริเวณแร่ก็จะตัดเข้าไปในชั้นของหินปูนอย่างชัดเจน แหล่งแร่ผาแดงมีปริมาณแร่สำรองไม่น้อยกว่า 3 ล้านตัน โดยมีเกรดเฉลี่ยประมาณ 30% Zn แหล่งแร่เจดีย์อยู่ห่างจากแหล่งผาแดงไปทางทิศตะวันตกประมาณ 100 เมตร มีลักษณะรูปร่างเป็นเหลี่ยมด้านเท่ามีขนาดประมาณ 100x100 ตารางเมตร แหล่งหัวโล้นตะวันออกอยู่ห่างจากแหล่งผาแดงไปทางตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 1 กม. แหล่งแร่มีลักษณะเป็นแท่ง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ยาว ซึ่งมีความยาว 400 เมตร และกว้าง 120 เมตร แหล่งหัวโล้นเหนือและหัวโล้นใต้อยู่ห่างไปทางตะวันตกเฉียงเหนือของแหล่งหัวโล้นตะวันออกเป็นระยะทางประมาณ 330 เมตร และ 250 เมตร ตามลำดับ แหล่งแร่จะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมด้านเท่ามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 เมตร

สินแร่ในแหล่งทั้งห้าประกอบด้วย แร่เฮมิมอร์ไฟท์และสมิทซอไนต์เป็นส่วนใหญ่และมีแร่ไฮโดรซิงค์ไดต์ และโลเชยไอต์ปนอยู่บ้างเล็กน้อย แร่กากประกอบด้วยแร่ดินเหนียว (clay minerals) ควอตซ์ แมกฮีไมต์ (maghemite) เกอไทท์ (goethite) ชาโมไซต์ (chamosite) นอนโทรไนต์ (nontronite) แคลไซต์ และโดโลไมต์

ดินบริเวณแหล่งแร่จะมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง ไม่ค่อยมีต้นไม้ขึ้นเพราะดินมีธาตุสังกะสีปริมาณเข้มข้นสูง แต่จะพบต้นสังกะสีซึ่งเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็กขึ้นอยู่ทั่วไป ขอบเขตที่แร่โผล่จะค่อนข้างโล่งเตียนเมื่อเปรียบเทียบกับป่าทึบที่ล้อมรอบอยู่ (ก่อนการพัฒนา)

แหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี จังหวัดกาญจนบุรี

แหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ที่ยังมีการผลิตอยู่ในปัจจุบันตั้งอยู่ที่ตำบลชะเล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปทางตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 300 กม. บริเวณใกล้เคียงแหล่งแร่จะพบกองสแลก (slag) โบราณอยู่ทั่วไป จากการหาอายุถ่านไม้ที่พบในกองสแลกโดยวิธี ^{14}C พบว่ามีอายุประมาณ 400-700 ปีมาแล้วสันนิษฐานว่าในสมัยนั้นจะมุ่งถลุงเอาโลหะเงินจากแร่ในช่วงบนของแหล่งแร่ ในปีพ.ศ. 2455 กลุ่มนักสำรวจชาวเยอรมันและออสเตรีย ได้สำรวจพบแหล่งแร่นี้อีกครั้งหนึ่งที่แหล่งบ่อใหญ่ในปัจจุบันหลังจากเจาะสำรวจและทำอุโมงตรวจลองแร่แล้วพบว่ามีแร่ที่มีความสมบูรณ์เฉลี่ยสูงและมีปริมาณมากพอที่จะเปิดทำเหมืองแร่ได้ จึงได้ลงทุนวางรางรถไฟที่จะขนแร่มาลงเรือที่แม่น้ำแควน้อย แต่ได้ล้มเลิกไปเพราะสงครามโลกครั้งที่ 1 ต่อมารัฐบาลไทยได้เคยพยายามที่จะผลิตแร่จากแหล่งนี้แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ จนกระทั่งในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2493-2497 บริษัทโคมิงโค จำกัด แห่งประเทศแคนาดาได้รับประทานบัตรและทำการขุดและแต่งเอาสินแร่ตะกั่วเป็นส่วนใหญ่ คาดว่าผลิตสินแร่ไปประมาณ 100,000 เมตริกตัน ในปี 2498 บริษัท พริ้ง แอนด์ บราเดอร์ จำกัด ซึ่งต่อมาเป็นบริษัทผลแอนด์ ซันส์ จำกัด ได้รับโอนประทานบัตร และได้ขยายการทำเหมืองแร่ออกไปทั้งในแหล่งแร่บ่อใหญ่ และใกล้เคียง ในปี พ.ศ. 2512 บริษัทผลแอนด์ ซันส์ จำกัด ได้ร่วมทุนกับบริษัทจากประเทศเยอรมันนี ทำการก่อตั้งบริษัท กาญจนบุรีเอกซ์พลอเรชั่น แอนด์ ไมนิ่ง จำกัด (เคมโก) เพื่อทำการสำรวจรายละเอียดและลงทุนทำเหมืองใต้ดิน ก่อสร้างโรงแต่งแร่ที่ทันสมัย และยังทำการผลิตแร่อยู่จนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้

แหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ที่ตำบลชะเล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เกิดอยู่ในหินปูนยุค ออร์โดวิเชียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหมวดหินปูนท่ามะนาว (ThaManao Limestone) หินปูนชั้นที่อุ้มแร่จะมีอายุอยู่ระหว่างต้นถึงกลางออร์โดวิเชียนจากการหาอายุด้วยซากโคโนดอนต์ และซากแอลจีปูน (calcareous algae) บริเวณแหล่งแร่จะพบหินปูน 2 ชุดลักษณ์ (facies) คือ ชุดลักษณ์ที่เป็นหินปูนสีอ่อนมีซากดึกดำบรรพ์ และหินปูนสีเข้ม ชนิดอาจิลเลเชียส (argillaceous limestone) หินอุ้มแร่จะเป็นหินปูนสีอ่อนมีซากดึกดำบรรพ์ ชั้นหินปูนส่วนใหญ่วางตัวในแนวเกือบเหนือ-ใต้ ชั้นหินปูนจะมี

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การคดโค้งเป็นรูปประทุนหงายขนาดใหญ่ โดยมีแกนวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ในพื้นที่จะพบรอยเลื่อนวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และเกือบเหนือใต้ บางบริเวณเป็นรอยเลื่อนย้อนกลับ บางบริเวณหินปูนจะมีลักษณะเป็นหน้าผาชันมาก มีภูมิประเทศแบบคาสต์ และมีหลุมยุบ (sink holes) จำนวนมาก แร่ตะกั่ว-สังกะสี เป็นแร่ซัลไฟด์ เป็นส่วนใหญ่ ชั้นแร่เกิดในหลายรูปแบบส่วนใหญ่จะมีแนววางตัวขนานกับชั้นหินปูนที่เป็นหินอุ้มแร่ ชั้นแร่อาจมีลักษณะเป็นกะเปาะ (pockets) เล็นส์ (lens) เป็นชั้นๆ (layer) หรือเป็นโซนของ collapse breccias เป็นเครือข่าย (network like) แร่อาจมีลักษณะเป็นมวลแน่นเนื้อละเอียด หรือบางแห่งฝังประในหิน แหล่งแร่ที่สำคัญที่พบในบริเวณนี้มีสี่แหล่ง (รูปที่ 3) แหล่งสองท่อเหนือ ตัวแหล่งแร่มีรูปร่างเป็นรูปเลนส์ วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ เอียงเทไปทางตะวันออกเป็นมุม 50^{0}-60^{0} มีความยาวตามแนวสไตรค์ ประมาณ 800 เมตร มีความกว้างประมาณ 250 เมตร และมีความหนาที่สุดมากกว่า 20 เมตร มีปริมาณแร่สำรองที่ทำเหมืองได้ประมาณ 1.8 ล้านตัน โดยมีเกรดโลหะเฉลี่ย ตะกั่ว 8.7% สังกะสี 3.8% และเงิน 3.2 ออนซ์ต่อตัน ในขณะสำรวจพบแร่โผล่ให้เห็นบนผิวดิน 3 บริเวณซึ่งเป็นแร่ผุ (weathered outcrops) บริเวณพื้นผิวจะปกคลุมไปด้วยศิลาแลง ชั้นของแร่จะมีลักษณะเป็นแถบ (bands) เล็นส์ และชั้นแร่แบบฝังประอยู่ในชั้นของหินปูนที่มีสีอ่อน แหล่งสองท่อใต้อยู่ห่างจากแหล่งสองท่อเหนือมาทางทิศใต้ประมาณ 1.5 กม. ตัวแหล่งแร่ทางตอนเหนือโผล่ให้เห็นบนหน้าผาหินปูนซึ่งชันมาก การกระจายของแร่มีลักษณะไม่แน่นอนไม่สม่ำเสมอ แต่จะสอดคล้องกับชั้นของหินปูนที่แร่แทรกตัวอยู่ หินปูนจะมีเนื้อแน่น (massive) แถบแร่และเลนส์ของแร่จะมีขนาด รูปร่าง รวมถึงองค์ประกอบของแร่เปลี่ยนแปลง แปรปรวนมากในขนาดมาตราส่วนเล็กๆ โซนที่มีแร่ประกอบด้วยชั้นแร่ที่อยู่แยกกัน 2 ชั้น มีความยาวตามแนวสไตรค์ ประมาณ 300 เมตร แหล่งแร่นี้จะมีกอสแซน (gossan) แผ่เป็นบริเวณกว้างตามแนวแร่โผล่ ปริมาณแร่สำรองบริเวณแหล่งนี้มีประมาณ 400,000 ตัน แหล่งแร่บ่อใหญ่ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของแหล่งสองท่อห่างออกไปประมาณ 13 กม. บริเวณนี้ภูมิประเทศจะเป็นหน้าผาหินปูน สูงชัน มีภูมิประเทศแบบคาสท์ มีหลุมยุบจำนวนมาก โซนแร่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ยาวประมาณ 1,000 เมตร แร่จะโผล่ให้เห็นบริเวณไหล่เขาและยอดเขาหินปูนหลายลูก หินปูนเนื้อมวล (massive limestone) เป็นบริเวณกว้างพอสมควรจะอุ้มแร่ ซึ่งเป็นแร่สฟาเลอไรต์ เป็นส่วนใหญ่ แร่จะเกิดในลักษณะเครือข่าย (network) หรือเป็นรูปเลนส์ของชั้นแร่ในลักษณะคล้ายชั้นบ่งปี (varve like) ของหินชั้น แร่ที่เกิดแทรกในส่วนที่เป็นหินปูนกรวดเหลี่ยมก็พบได้จำนวนมาก ในส่วนของแร่แบบเครือข่ายมักจะมีเลนส์เล็กๆ ของแร่ซัลไฟด์เนื้อมวลแน่นเกิดร่วมด้วย และในหลายบริเวณก็จะถูกแรงเฉือนอย่างแรงเกิดรอยเลื่อนจำนวนมากขึ้น บางบริเวณก็เป็นรอยเลื่อนย้อนกลับ (thrust fault) แหล่งแร่บ่อน้อยอยู่ห่างจากแหล่งแร่บ่อใหญ่ไปทางทิศใต้เฉียงตะวันออกเล็กน้อยเป็นระยะทางประมาณ 7.5 กม. โซนที่มีแร่จะอยู่ในแนวเกือบเหนือใต้และเอียงเทไปทางตะวันออกเป็นมุม 25^{0}-30^{0} สองคล้องกับการวางตัวของหินเจ้าบ้าน แร่จะโผล่ให้เห็นบนไหล่เขาเป็นแนวยาวประมาณ 1 กม. ชั้นแร่ขนาดใหญ่พอเห็นได้อย่างน้อยก็มีสองชั้น สินแร่ส่วนมากจะมีโครงสร้างแบบใส้กรอก (boudinage) และมักมีหินปูนรูปเลนส์ปนอยู่ด้วยในบริเวณใกล้กับรอยเลื่อนซึ่งเกิดตามระนาบของชั้นหิน

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ในเขตอำเภอทองผาภูมิ ส่วนใหญ่เป็นแหล่งแร่แบบปฐมภูมิ แบบแหล่งแร่สะสมตัวในชั้นหินอุ้มแร่ สินแร่ประกอบด้วยแร่กาลีนาเป็นส่วนใหญ่ มีแร่สฟาเลอไรต์เป็นแร่พลอยได้และเพื่อนแร่ นอกจากนี้ยังพบเพื่อนแร่จำพวกไพไรต์ โลหะเงิน และแร่โลหะซัลไฟด์และซัลโฟซอลต์ของตะกั่ว สังกะสี พลวง เงิน แคดเมียม และทองแดง แร่กากที่พบมากได้แก่ แบไรต์ แคลไซต์-โดโลไมต์ และซิลิกา ในรูปของ ควอตซ์และเชริท์ แร่โลหะซัลไฟด์ส่วนใหญ่จะมีเนื้อละเอียดและเกิดการตกผลึกร่วมกันอย่างใกล้ชิด ขอบของเม็ดแร่จะมีลักษณะถูกบีบอัด (impingement) แร่สฟาเลอไรต์จะมีองค์ประกอบธาตุเหล็กต่ำแต่มีธาตุแคดเมียมสูง แร่กาลีนาจะมีโลหะเงินปนอยู่สูง การสะสมตัวของแร่มักจะอยู่ในหินปูนในส่วนที่มีการสะสมตัวของพืชทะเลพวกแอลจี และไครนอยด์ ในลักษณะเป็นพืด (reef like) การตกตะกอนของโลหะซัลไฟด์ จะถูกควบคุมด้วย รูพรุนและความซึมได้แบบปฐมภูมิของหินเหย้า แต่ในบางบริเวณก็จะพบแร่เกิดในช่องว่างในโพรงหินและในช่องว่างของหินกรวดเหลี่ยมจากการยุบตัว (collapse breccia) ในคาสต์ดึกดำบรรพ์ (paleokarst) ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อปูนสมานและโครงสร้างของแร่ บ่งชี้ว่าแร่เกิดตกตะกอนในยุคออร์โดวิเชียนที่ระดับตื้น อุณหภูมิการเกิดไม่สูงนัก ทั้งนี้สันนิษฐานจากลักษณะการตกผลึกร่วมกันของแร่ซัลไฟด์ และการที่มีโลหะพลวงเกิดร่วมด้วยในปริมาณสูง และอุณหภูมิที่วัดได้จากการโฮโมจิไนซ์ มลทินของเหลว (fluid inclusion) อยู่ในช่วง 107°-174° เซลเซียส สารละลายแร่ (ore-bearing solutions) มีความเค็มต่ำ เนื่องจากอุณหภูมิการแข็งตัวของมลทินของเหลวในแร่อยู่ใกล้ 0° เซลเซียส แหล่งแร่มีธาตุ เงิน พลวง และปรอท เกิดอยู่ด้วยค่อนข้างสูง และมีการกระจายเป็นโซน

คุณลักษณะของแหล่งแร่ที่อาจใช้เป็นเกณฑ์ในการสำรวจ

แหล่งแร่สังกะสีแบบทุติยภูมิ และแหล่งตะกั่ว-สังกะสีแบบปฐมภูมิ มีคุณลักษณะที่สำคัญที่อาจใช้เป็นข้อสังเกตในการสำรวจหาแหล่งแร่ในลักษณะคล้ายคลึงกันเท่าที่พอจะสรุปได้มีดังนี้คือ

1. แหล่งแร่สังกะสี-ตะกั่ว แบบที่พบที่ทองผาภูมิพบเฉพาะในชั้นหินปูนยุคออร์โดวิเชียน ซึ่งเป็นหินปูนสีอ่อน มีซากดึกดำบรรพ์ของพืชทะเลพวกแอลจี และไครนอยด์ สะสมตัวในลักษณะเป็นพืดอยู่ด้วย ฉะนั้นการทำแผนที่แสดงขอบเขตของหินปูนชั้นนี้จึงควรเป็นมาตรการสำคัญประการหนึ่งในโปรแกรมการสำรวจ

2. ในบริเวณแหล่งแร่สังกะสี-ตะกั่ว ทองผาภูมิจะพบต้นตะกั่วขึ้นกระจายอยู่ทั่วไป และในบริเวณแหล่งสังกะสีผาแดงก็จะพบต้นสังกะสีขึ้นอยู่ทั่วไปเช่นเดียวกัน ขอบเขตการกระจายของต้นไม้นี้อาจสอดคล้องกับบริเวณที่มีแร่

3. ในกรณีที่แหล่งแร่โผล่ให้เห็นบนผิวดินมักจะมีกอสแซน (gossan) เกิดอยู่ด้วย

4. การสำรวจธรณีเคมีโดยการเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำ จะสามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่มีแร่สังกะสี-ตะกั่วได้ เพราะในพื้นที่บริเวณนั้นจะมีค่าความเข้มข้นของธาตุตะกั่ว และสังกะสีสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วไป (global abundance) อย่างมาก และหากการสำรวจได้มีการวางแผนอย่างเหมาะสมจะพบว่าบริเวณที่มีแร่จะให้ค่าผิดปกติ (anomalies) ของธาตุตะกั่ว และสังกะสี ชัดเจน แต่ในพื้นที่แถบที่ได้มีการทำเหมืองทั้งในอดีต และปัจจุบัน เช่น บริเวณตำบลชะเอ อำเภอทองผาภูมิ ค่าผิดปกติ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ของธาตุตะกั่ว และสังกะสี จากตะกอนท้องน้ำในบริเวณนั้นย่อมไม่บ่งชี้ธรรมชาติเดิมของแหล่งแร่อีกต่อไป

5. หินปูนออร์โดวิเชียน ชั้นที่อาจมีแร่ตะกั่วสังกะสีเกิดอยู่ด้วย จะเป็นชั้นที่มีค่าความเข้มกัมมันตรังสีของธาตุยูเรเนียม ทอเรียม และโปตัสเซียม ค่อนข้างต่ำ (สังเกตจากแผนที่เทอร์นารีบริเวณแหล่งแร่บ่อใหญ่) แผนที่ความเข้มกัมมันตรังสีทางอากาศแบบเทอร์นารี (teranry map) อาจจะใช้ช่วยกำหนดขอบเขตของหินปูนชั้นดังกล่าวได้

6. ภาพถ่ายทางอากาศอาจใช้ในการช่วยหาลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ เช่นที่พบบริเวณแหล่งแร่บ่อใหญ่ และใช้หาขอบเขตของแหล่งสังกะสีแบบที่พบที่แหล่งผาแดง ซึ่งต้นไม้ไม่ขึ้น (ควรเป็นภาพถ่ายชุดเก่าที่สุดของประเทศไทย)

7. บริเวณแหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ที่เกิดแบบสการ์น หรือแหล่งปฐมภูมิบางแบบอาจมีเพื่อนแร่ที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็ก เช่น แร่เพียโรไทต์ หรือแมกนีไทต์ จึงทำให้มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กผิดปกติพอประมาณทำให้สังเกตเห็นได้จากแผนที่เส้นชั้นความเข้มสนามแม่เหล็กทางอากาศโดยเฉพาะ Surveys B,C และ Follow-Up Survey

สรุป

แร่โลหะพื้นฐานที่สำคัญของประเทศไทย คือ แร่สังกะสี และตะกั่ว ซึ่งได้มีการสำรวจพบแหล่งแร่ที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีความสมบูรณ์พอเพียงที่จะทำการผลิตแร่ได้ในเชิงพาณิชย์

แหล่งแร่สังกะสีที่สำคัญ คือแหล่งผาแดงที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เป็นแหล่งแร่แบบทุติยภูมิ แร่สังกะสีส่วนใหญ่เป็นแร่ สมิทซอไนต์ และเฮมิมอร์ไฟต์ และมีแร่ไฮโดรซิงค์ไคต์ และโลเซย์ไอต์ เล็กน้อย, หินเหย้า (host rock) ได้แก่หินทราย หินปูน และหินปูนโดโลมิติคยุคจูแรสซิกในกลุ่มหินหัวฝาย แหล่งแร่สังกะสีแหล่งนี้จัดว่าเป็นแหล่งแร่สังกะสีแบบทุติยภูมิที่มีขนาดใหญ่และมีความสมบูรณ์ที่สุดในโลก คือมีปริมาณแร่สำรองเริ่มต้นไม่น้อยกว่า 4.5 ล้านตัน โดยมีปริมาณโลหะสังกะสีเฉลี่ย 28.9 % บริษัทผาแดง อินดัสทรี จำกัด มหาชน เป็นผู้ทำเหมืองและถลุงแร่สังกะสี โดยมีโรงถลุงอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดตาก บริษัทฯ ได้ผลิตแร่สังกะสีไปแล้วไม่น้อยกว่า 5 ล้านตัน นับตั้งแต่เริ่มดำเนินงานในปี พ.ศ. 2527 จนถึงปัจจุบัน

แหล่งแร่ตะกั่ว-สังกะสี ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทยและยังมีผลผลิตแร่อยู่จนถึงปัจจุบัน ได้แก่ แหล่งแร่ตะกั่ว สังกะสี ที่ตำบลชะเล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นแหล่งแร่ชนิดปฐมภูมิเป็นส่วนใหญ่ สันนิษฐานว่าเป็นแหล่งแร่แบบสะสมตัวในชั้นหินอุ้มแร่ ในบริเวณนี้คะเนว่ามีปริมาณแร่สำรองของแร่ตะกั่ว-สังกะสี ไม่น้อยกว่า 14 ล้านตัน โดยมีธาตุตะกั่วเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 6% และสังกะสี 0-8% โดยประมาณ สินแร่ในแหล่งชนิดปฐมภูมิจะได้แก่แร่กาลีนา เป็นส่วนใหญ่ และมีแร่สฟาเลอไรต์เป็นส่วนน้อย หินเหย้าได้แก่หินปูนยุคออร์โดวิเชียนชั้นที่มีสีอ่อนและมีชากดึกดำบรรพ์ปะปนอยู่ด้วยเป็นส่วนหนึ่งของหมวดหินปูนท่ามะนาว ในช่วงปี พ.ศ. 2511-2542 ได้มีรายงานว่ามีการผลิตแร่ตะกั่วจากแหล่งแร่ในบริเวณจังหวัดกาญจนบุรี ได้รวมประมาณ 8.26 ล้านตัน

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

โดยเป็นแร่ตะกั่วคาร์บอเนต ประมาณ 2.72 ล้านตัน ที่เหลือเป็นแร่กาลีนา ผู้ผลิตแร่ตะกั่วรายใหญ่ในบริเวณนี้ได้แก่บริษัทเคมโก

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี 2544 ธรณีวิทยาประเทศไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542 กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม

จำรูญ อุ้ยศิริไพศาล และนิมิตร ศรคลัง 2544 ทรัพยากรแร่ในแผนที่ระวาง NE 47-14 (เมาะลำเลิง) รายงานวิชาการฉบับที่ กศ 14/2544

ธวัชชัย เชื้อเหล่าวานิช และวินัติ พุฒเหียง 2543 เศรษธรณีวิทยาของแร่สังกะสี, วารสารเศรษฐธรณีวิทยา ปีที่ 2 ฉบับที่ 8

พิชัย โอตรวรรณะ 2544 เศรษฐธรณีวิทยาของแร่ตะกั่ว, วารสารเศรษฐธรณีวิทยา ปีที่ 3 ฉบับที่ 10

ไวยพจน์ วรกนก และเชิดศักดิ์ อรรถอารุณ 2542 แร่ตะกั่วของไทย, วารสารเศรษฐธรณีวิทยา ปีที่ 1 ฉบับที่ 11

สมใจ เย็นสบาย และสุรศักดิ์ มีตุวงศ์ 2544 แร่ทองแดงในประเทศไทย, วารสารเศรษฐธรณีวิทยา ปีที่ 3 ฉบับที่ 9

Diehl, P. and Kern, H., 1981, Geology mineralogy, and geochemistry of some carbonate-hosted lead-zinc deposits in Kanchanaburi Province, Western Thailand, Economic Geology Vol.76 pp. 2128-2146

Naraballobh, W., Puangpittayavut, V., and Kesaneeyabutr, C., 1992, Geology of the Padaeng zinc deposit; Proc. Nat. Conf. Geol. Res. Thailand: Potential for future development, Dept. Min. Res. Bangkok, p 36-44.

Sukontapongpow, S., 1997, Recent airborne geophysical surveys of Thailand and their use for delineation of high mineral potential area, Dept. Min. Res. Bangkok, Report no. 18/1997, 266p.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11153

แร่อุตสาหกรรมที่น่าสนใจ

โดย

นายเชิดศักดิ์ อรรถอารุณ
นายสถาพร กาวิเนตร

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แร่อุตสาหกรรมที่น่าสนใจ

บทนำ

คำว่า "แร่อุตสาหกรรม" มีคำจำกัดความที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าเป็น "ของแข็งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Bates and Jackson, 1987)" หรือเป็น "หิน แร่ หรือตะกอน ที่สามารถนำไปใช้ในงานต่าง ๆ ได้" "แร่อุตสาหกรรม" จึงมีความหมายที่กว้างขวาง ครอบคลุมหิน แร่ รวมถึงตะกอนที่ยังไม่จับตัวเป็นหินแข็งมากมายหลายชนิด

ลักษณะสำคัญที่ทำให้แร่อุตสาหกรรมแตกต่างจากแร่กลุ่มอื่น ๆ เช่น แร่โลหะ หรือแร่รัตนชาติ อาจสรุปได้เป็น 5 ข้อใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ความหลากหลายของชนิดแร่ ทำให้มีความหลากหลายในเรื่องของธรณีวิทยาแหล่งแร่ การใช้งาน การปรับปรุงคุณภาพ และกระบวนการผลิต ฯลฯ
2. แร่หลายชนิดมีความเกี่ยวพันและต้องอาศัยกันในกระบวนการผลิต การนำแร่ใช้ประโยชน์ และมีหลาย ๆ ส่วนไปเกี่ยวข้องกับแร่กลุ่มอื่น
3. การนำแร่ไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่เป็นการใช้โดยตรง อาจมีการปรับปรุงคุณภาพบ้างเล็กน้อย ดังนั้น ลักษณะทางกายภาพหรือองค์ประกอบดั้งเดิม และความสม่ำเสมอของมวลแร่ จึงมีส่วนอย่างมากในการกำหนดความสามารถ หรือโอกาสในการนำไปใช้ประโยชน์
4. แร่ชนิดหนึ่งอาจใช้แทนอีกชนิดหนึ่งได้ ขึ้นกับปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยี
5. ปริมาณการใช้แร่มีสูงมาก ดังนั้น โอกาสในการใช้ประโยชน์จึงขึ้นกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของแหล่งแร่ ระยะทางขนส่ง และในปัจจุบันมีโอกาสจะประสบกับปัญหาความขัดแย้งในการใช้พื้นที่มากขึ้น

ในทางปฏิบัติ นิยมจัดแบ่งแร่อุตสาหกรรมออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ ซึ่งถึงแม้ว่าจะไม่สามารถแบ่งได้อย่างลงตัวครบถ้วนทุกชนิด แต่ก็ช่วยให้มองเห็นภาพของแร่ที่มีอยู่มากมายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น แร่กลุ่มใหญ่และเป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่

1. กลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น หินปูน หินอ่อน หินดินดาน หินทราย หินแกรนิต หินบะซอลต์ ยิปซัม ทราย
2. กลุ่มเซรามิกและแก้ว เช่น ดินขาว บอลเคลย์ (ดินเหนียวดำ) เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ ทรายแก้ว ดิคไคต์ โดโลไมต์
3. กลุ่มปุ๋ยและเคมีภัณฑ์ เช่น ฟอสเฟต โพแทช เกลือหิน
4. กลุ่มตัวเติมและพาหะ เช่น ดินขาว แคลไซต์ หินเพอร์ไลต์ ดินเบา แบไรต์ ทัลค์ โวลลาสโทไนต์
5. กลุ่มวัสดุทนไฟ เช่น ดินเหนียว (บางชนิด) โดโลไมต์

กรมทรัพยากรธรณี DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

6. กลุ่มอื่น ๆ เช่น แร่ที่ใช้ในการถลุงแร่โลหะ แร่สำหรับเกษตรกรรม กสิกรรม และสิ่งแวดล้อม

เอกสารประกอบการบรรยาย "เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่" ในครั้งนี้ ผู้เขียนได้เลือกประมวลเรื่องเกี่ยวกับแร่อุตสาหกรรมที่น่าสนใจเพียง 5 ชนิดมานำเสนอ โดยพิจารณาจากแร่ที่มีปริมาณการใช้สูง หรือมีโอกาสในการพัฒนาและการนำไปใช้ประโยชน์สูง และในแร่แต่ละชนิดจะมีเนื้อหาครอบคลุมหัวข้อหลัก ๆ 3 ข้อ คือ ธรณีวิทยาแหล่งแร่ เทคนิคการสำรวจ และลักษณะหรือกระบวนการนำไปใช้ประโยชน์โดยสังเขป

สถานการณ์แร่อุตสาหกรรม

แร่อุตสาหกรรมเป็นแร่ที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางเศรษฐกิจและสภาพความเป็นอยู่ของประชาชน หากลองมองย้อนไปในประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวกับพัฒนาการด้านการใช้แร่ของไทย จะพบว่า อุตสาหกรรมเหมืองแร่สมัยก่อนผูกพันกับแร่ดีบุกอย่างแนบแน่น โดยเป็นการทำเหมืองเพื่อส่งแร่ดีบุกและแร่อื่น ๆ บางชนิดออกขาย นำเงินตราเข้ามาใช้ในการพัฒนาประเทศ ในขณะที่การใช้แร่เป็นวัตถุดิบต้นน้ำของอุตสาหกรรมในประเทศมีน้อยมาก ความเติบโตของแร่อุตสาหกรรม ซึ่งสะท้อนให้เห็นในรูปของปริมาณการผลิตและการใช้แร่ เกิดขึ้นเพียงไม่กี่ปีก่อนหน้าการล่มสลายของตลาดแร่ดีบุกในปี พ.ศ. 2528 และความสำเร็จในการพัฒนาแหล่งพลังงานและปิโตรเลียมขนาดใหญ่ในอ่าวไทยซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน

ในช่วงเวลานั้น ปริมาณการใช้ถ่านหิน หินปูน ยิปซัม เฟลด์สปาร์ ทรายแก้ว บอลเคลย์ และโดโลไมต์เริ่มขยับตัวสูงขึ้นอย่างเด่นชัด และอุตสาหกรรมเหมืองแร่ค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนจากการเป็นประเทศผู้ผลิตแร่เพื่อการส่งออก มาเป็นผลิตเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมต่อเนื่องในประเทศมากขึ้น ซึ่งการปรับเปลี่ยนนี้มีส่วนอย่างสำคัญในการสร้างเสริมความแข็งแกร่งของเศรษฐกิจของประเทศและการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน มีการก่อสร้างเส้นทางคมนาคม ที่อยู่อาศัย ระบบการสื่อสาร และระบบการผลิตแบบเกษตรอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง แร่ที่ผลิตได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องมากกว่า 80 % และเป็นช่วงเวลาที่มีผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) ขยายตัวในอัตรา 7-8 % ต่อเนื่องหลายปี จนกระทั่งเกิดวิกฤตเศรษฐกิจในครึ่งหลังของปี พ.ศ. 2540 ซึ่งส่งผลกระทบไปยังทุกส่วนของระบบเศรษฐกิจ และผลต่อเนื่องมาถึงอุตสาหกรรมเหมืองแร่ โดยแร่กลุ่มที่ถูกกระทบมากที่สุดคือกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง ส่วนแร่กลุ่มอื่น ๆ ก็ได้รับผลกระทบมากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป

ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา การผลิตแร่อุตสาหกรรมหลายชนิดมีการขยายตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งถือเป็นสัญญาณที่ดี แร่ในกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้างยังคงเป็นกลุ่มที่มีปริมาณการผลิต-การใช้สูงเด่นกว่ากลุ่มอื่น ๆ หลายเท่าตัว (ตารางที่ 1) ข้อที่น่าสังเกตเกี่ยวกับสถิติการผลิตคือ หินที่ใช้เป็น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ตารางที่ 1 ผลผลิตแร่อุตสาหกรรมของไทยในช่วง พ.ศ. 2540 - 2544

ชนิดแร่อุตสาหกรรม	2540	2541	2542	2543	2544
หินปูน (ซีเมนต์)	36,593,052	48,305,955	43,491,950	46,984,285	58,757,086
หินปูน (วัสดุผสม)	18,166,802	34,801,486	35,712,684	38,217,840	26,287,611
ยิปซัม	4,333,804	5,005,173	5,830,326	6,190,814	8,557,584
หินบะซอลต์ (วัสดุผสม)	891,933	2,937,464	5,095,030	4,856,676	3,120,187
หินดินดาน (ซีเมนต์)	2,703,523	3,223,186	3,110,203	3,364,211	5,387,424
หินแกรนิต (วัสดุผสม)	2,479,709	2,138,882	2,153,917	2,545,591	1,517,443
หินปูน (อื่น ๆ)	901,126	1,051,716	1,304,139	1,879,818	2,643,533
โดโลไมต์	520,826	485,393	625,127	871,308	803,511
เกลือหิน	546,096	739,502	792,250	852,565	554,891
โซดาเฟลด์สปาร์	431,246	608,705	529,189	681,487	596,933
ทรายแก้ว	323,937	531,588	471,547	513,880	515,859
หินไรโอไลต์	586,561	479,121	264,751	422,604	23,000
หินแอนดีไซต์	565,555	310,834	303,942	404,371	611,296
บอลเคลย์	206,349	317,877	394,154	341,272	288,406
แอนไฮไดรต์	162,057	203,850	255,472	310,720	292,441

(หน่วย : ตัน ; ที่มา : เอกสารกองวิชาการและวางแผน)

วัสดุผสม (aggregates) นั้น เดิมอยู่ในการกำกับดูแลของกรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย เนื่องจากถือเป็นกิจการ "ระเบิด-ย่อยหิน" แต่ได้รับการกำหนดสถานภาพใหม่เป็น "การทำเหมืองหิน" ตามลักษณะกิจกรรมและเทคโนโลยีที่ใช้ประกอบการ คณะรัฐมนตรีจึงเห็นชอบให้มีการถ่ายโอนอำนาจในการกำกับดูแลมาที่กรมทรัพยากรธรณีในช่วงปี พ.ศ. 2538 และเริ่มทะยอยเก็บรวบรวมสถิติเข้ามาเช่นเดียวกับแร่อื่น ๆ ในช่วงประมาณปี พ.ศ. 2540 ดังนั้น สัดส่วนของมูลค่าการผลิตแร่ในผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติจึงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

หินปูน-โดโลไมต์

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

หินปูน (limestone) คือ หินชั้นหรือหินตะกอนที่มีองค์ประกอบหลักเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ส่วนใหญ่มีกำเนิดโดยกระบวนการของสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น ปะการัง ไบรโอซัว หอย แพลงตอน สาหร่าย ซึ่งสามารถสังเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตจากน้ำทะเลเพื่อใช้เป็นโครงสร้างแข็งหรือเปลือก (skeleton) ในการดำรงชีวิต ซึ่งเมื่อตายหรือผุพัง โครงสร้างเหล่านี้จะแตกหักและถูก

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

พัดพาไปสะสมตัวในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในทะเล หินปูนส่วนน้อยเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีโดยตรง เช่น หินปูนที่เป็นตัวเชื่อมประสาน (cement) สารมวลพอก (concretion) ทูฟาและทราเวอร์ทีน หรือผลึกแคลไซต์ในรูปหินงอก/หินย้อยในถ้ำ

โดโลไมต์ (dolomite) เป็นหินในกลุ่มคาร์บอเนตเช่นเดียวกัน เกิดจากกระบวนการแทนที่ โดยแมกนีเซียมอิออนในน้ำที่มีแมกนีเซียมละลายอยู่สูง (magnesium-rich water) จะเข้าไปแลกเปลี่ยนกับแคลเซียมและเปลี่ยนแคลไซต์ให้เป็นโดโลไมต์ ($CaMg(CO_3)_2$) กระบวนการนี้ส่วนใหญ่เกิดในช่วงต้น ๆ ของการเปลี่ยนสภาพ (early diagenesis)

การเกิดโดโลไมต์ หรือ "dolomitization" นั้น ผลการศึกษาวิจัยมีข้อสรุปที่แน่ชัดว่า ไม่สามารถเกิดได้ในสภาพปฐมภูมิในธรรมชาติ แต่ต้องเกิดโดยการแทนที่หินปูนเดิม และต้องมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อกระบวนการแทนที่ที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1) อุณหภูมิสูง 2) ความเค็มของน้ำสูง 3) อัตราส่วนของ Mg/Ca สูงมาก ในธรรมชาติจึงมักพบโดโลไมต์ในบริเวณเดียวหรือใกล้เคียง หรือมีความเกี่ยวพันอย่างใดอย่างหนึ่งกับแร่ในกลุ่มหินเกลือระเหย (evaporites) เช่น ยิปซัม เกลือหิน และโพแทช

หินที่เรียกว่า "หินปูน" โดยทั่วไปจะมีโดโลไมต์ปนอยู่ในปริมาณมากน้อยต่างกัน และหินหลายแห่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่แกว่งตัวอยู่ระหว่างหินปูนกับโดโลไมต์ อาจมีการแทรกสลับกันเป็นช่วง ๆ หรือเฉพาะบางส่วนของชั้นหิน การแยกแยะหินทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันด้วยสายตามักทำได้ยาก จึงมีการใช้คำว่า "หินคาร์บอเนต" แทนการเรียกเป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง เมื่อไม่ต้องการจำเพาะเจาะจง หรือจนกว่าจะมีการทดสอบหรือวิเคราะห์ให้ทราบ

หินปูนสะสมตัวได้ดีบนไหล่ทวีปน้ำตื้นในเขตร้อน มีตะกอนพัดพาจากทวีปลงไปน้อย น้ำใสและแสงแดดส่องถึงระดับลึก เนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นแหล่งผลิตแคลเซียมคาร์บอเนตอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ ที่อุณหภูมิน้ำสูงแคลเซียมคาร์บอเนตยังมีความสามารถในการละลาย (solubility) ต่ำ แคลเซียมคาร์บอเนตที่เกิดขึ้นจึงไม่ถูกละลายกลับไปอยู่ในน้ำ ตะกอนคาร์บอเนตที่เกิดขึ้นอาจถูกพัดพาออกไปทั้งทางด้านที่เป็นทะเลลึก และทางฝั่ง หรือเลยจากแนวชายหาดขึ้นไปบนที่ราบน้ำท่วมถึง (tidal flats) หินปูนที่เกิดในบริเวณต่าง ๆ มีลักษณะเฉพาะทางกายภาพที่บ่งบอกถึงที่เกิดได้ เช่น สีของหิน ความหนาของชั้นหิน การมีหินชนิดอื่นแทรกสลับ ชนิด ปริมาณ และความหลากหลายของซากบรรพชีวิน และลักษณะทางตะกอนวิทยา เป็นต้น

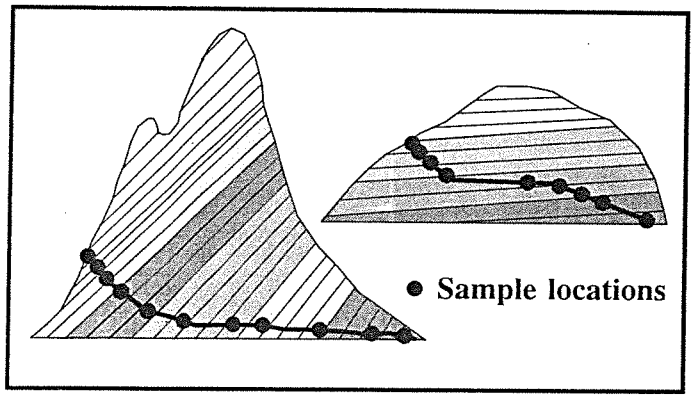
เทคนิคการสำรวจ

ประเทศไทยมีหินปูนแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างในทุกภาค ยกเว้นพื้นที่บนที่ราบสูงโคราช และภูมิประเทศของบริเวณที่มีหินปูนมักแสดงลักษณะคาร์ส (karst) ค่อนข้างชัดเจน การค้นหาแหล่งจึงทำได้โดยสะดวกกว่าแร่อื่น ๆ แต่ที่สำคัญ การประเมินศักยภาพและความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ ต้องทำด้วยความเข้าใจธรณีวิทยาพื้นฐานของหิน ลำดับชั้น และต้องใช้ความละเอียดสูง

การปฏิบัติงานสำรวจหินปูนควรเริ่มจากการศึกษาการแพร่กระจายของหินในบริเวณ ทิศทางการวางตัว ลักษณะและลำดับชั้นที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวางแผนเก็บตัวอย่างต่อไป สิ่ง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ที่ผู้ทำงานในภาคสนามมักมองข้ามคือ ความสำคัญของการเก็บตัวอย่างตามลำดับชั้นในแนวตั้ง เพราะการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหินโดยรวม มักเกิดขึ้นตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งก็คือเปลี่ยนแปลงตามลำดับชั้น (รูปที่ 1) ดังนั้น หากเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของทิศทางการวางตัวของหินปูน และวิธีการเก็บตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของหินได้

อย่างโดยไม่คำนึงถึงธรรมชาติของหิน ผลวิเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นทางเคมี กายภาพ หรือวิศวกรรมธรณี ก็จะไม่สามารถสะท้อนคุณสมบัติที่แท้จริงของหินปูนบริเวณนั้นได้ และอาจนำไปสู่ปัญหาในกระบวนการผลิต ซึ่งจะก่อให้เกิดความสูญเสียมากกว่า

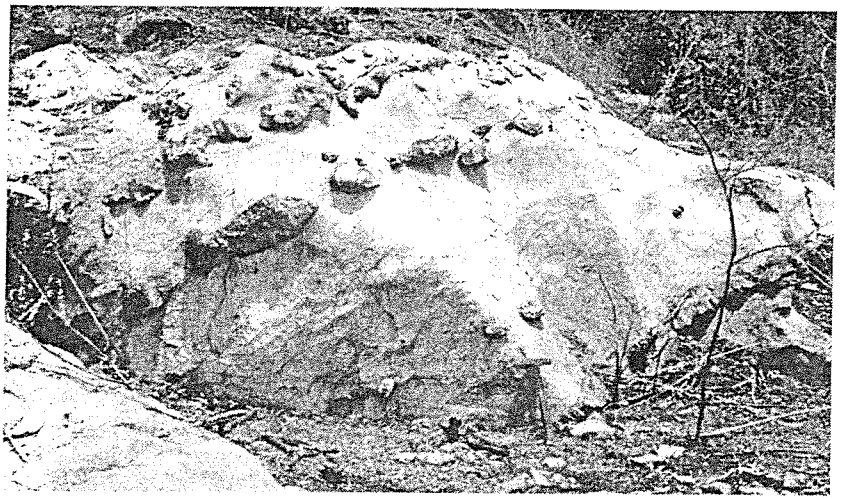
อุปสรรคที่พบเสมอในการสำรวจหินปูนน่าจะสรุปได้เป็น 3 ประการคือ 1) เขาหินปูนมักมีลักษณะเป็นเขาสูงชัน ไม่สามารถขึ้นเก็บตัวอย่างได้ตลอดทั้งช่วงชั้นโดยปลอดภัย 2) มักพบคราบหินปูนที่ตกผลึกใหม่ในยุคปัจจุบันปกคลุมผิวบนของหิน ทำให้มองไม่เห็นแนวชั้นที่ชัดเจน การแก้ปัญหาทั้งสอง ต้องอาศัยการสังเกตลักษณะที่จะช่วยบ่งบอกทิศทางการวางตัวได้จากเขาในบริเวณใกล้เคียง อาจต้องใช้เวลาเดินสำรวจอย่างละเอียด ก่อนลงมือเก็บตัวอย่าง และ 3) หินปูนบางแหล่งมีเชิร์ตโนดูลในเนื้อ (รูปที่ 2) แต่การเก็บตัวอย่างเป็นก้อนขนาดเล็กทำให้ไม่มีเชิร์ตติดมา ผลวิเคราะห์หินปูนที่ได้จึงดีเกินจริง การแก้ไขทำได้โดยการประมาณปริมาณของเชิร์ตในเนื้อหินตั้งแต่อยู่ในสนาม และทำหมายเหตุในสมุดบันทึกให้ชัดเจนและเป็นระบบ เมื่อได้ทราบผลวิเคราะห์จึงคำนวนกลับ หรือใส่เป็นหมายเหตุไว้ในที่ที่มองเห็นได้ชัดเจน เมื่อประเมินผลจึงไม่เกิดความผิดพลาด

ส่วนการสำรวจและประเมินศักยภาพของโดโลไมต์นั้น คล้ายคลึงกับหินปูน แต่ต้องมีความละเอียดกว่า เพราะจะต้องติดตามความเปลี่ยนแปลงของหินระหว่างโดโลไมต์ หินปูน หรือหินปูนปนโดโลไมต์ อย่างใกล้ชิด และสามารถจัดทำข้อมูลที่ใกล้เคียงความจริงให้ได้

ในหลาย ๆ กรณี การแยกแยะโดโลไมต์กับหินปูนในสนามเป็นปัญหาอยู่บ้าง สิ่งที่พอจะช่วยได้บ้างได้แก่ การใช้กรด ซึ่งผิวหน้าหินโดโลไมต์ที่สดจะมีปฏิกิริยาเล็กน้อยกับกรดเกลือเจือจาง และจะมีมากขึ้นหากใช้ไฟลนให้ร้อน สีของหินมักจะออกเหลือบน้ำตาลหรือชมพู น้ำหนักจะมากกว่า

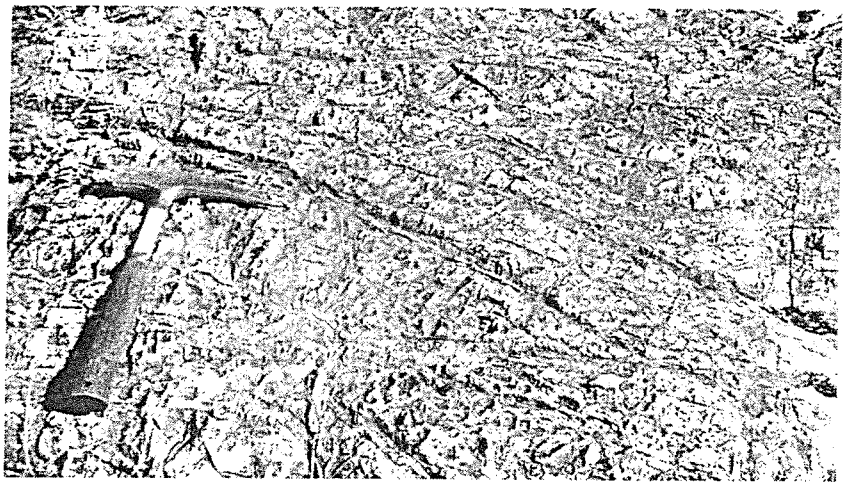
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

หินปูนเล็กน้อย และลักษณะสำคัญที่ช่วยในการระบุชนิดหินได้ดีในเขตร้อนชื้นเช่นประเทศไทยคือการที่



รูปที่ 2 เชิร์ตโนดูล ซึ่งจะเป็นปัญหาในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หากไม่ได้มีการระบุให้ชัดเจนในการบันทึก หรือการประเมินผลการสำรวจ

โดโลไมต์แสดงผิวขรุขระแบบที่เรียกว่า “หนังช้าง” (รูปที่ 3) ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะที่เกิดขึ้นตามรอยแตกขนาดเล็ก (microfractures) ในเนื้อหิน



รูปที่ 3 ผิวหน้าแบบ “หนังช้าง” ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของโดโลไมต์ที่พบได้เสมอ และใช้ช่วยในการปฏิบัติงานสนามได้

การใช้ประโยชน์

หินปูน (รวมทั้งแคลเซียมคาร์บอเนตในรูปอื่น) ถือเป็นแร่อุตสาหกรรมที่สำคัญที่สุดและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายที่สุด การใช้ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดและมีปริมาณมหาศาลได้แก่ การใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ เป็นหินก่อสร้างอาคาร ถนน สะพาน ทางด่วน และหินรองหมอนรถไฟ นอกจากนี้ ยังใช้เป็นตัวตั้งต้นในเคมีภัณฑ์ ในอุตสาหกรรมถลุงโลหะ อุตสาหกรรมแก้ว

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

และกระจก ตัวเติม (fillers) ในกระดาษ สี ยาง พลาสติก ผสมอาหารสัตว์ ผลิตปูนขาว (CaO) และสารปรับสภาพดิน-น้ำ ฯลฯ เมื่อไม่นานมานี้ มีการนำหินปูนไปใช้ในกระบวนการจับก๊าซร้อนที่ปล่อยออกมาจากโรงไฟฟ้าและโรงงานที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง (Flue Gas Desuphurization, FGD) ซึ่งมักมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ปนอยู่ และจะเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมทั้งน้ำและอากาศ ตลอดสุขภาพของประชาชนในบริเวณใกล้เคียง

ส่วนโดโลไมต์นั้น สามารถใช้ประโยชน์ในการผลิตกระจกบางชนิด อุตสาหกรรมถลุงโลหะ อุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ และในปัจจุบัน ได้รับการนำไปใช้ในทางเกษตรกรรมมากขึ้น ทั้งเพื่อการปรับสภาพความเป็นกรดของดิน และเป็นแหล่งที่มาของธาตุอาหารเสริม 2 ธาตุ คือ แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง

ยิปซัม

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

ยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$) แม้จะนิยมเรียกกันว่าเป็น "แร่" แต่โดยข้อเท็จจริงเป็นหินตะกอนชนิดหนึ่ง จัดในกลุ่มหินเกลือระเหย (evaporites) ซึ่งตกตะกอนจากน้ำเค็มในแอ่งสะสมตัวเมื่อมีน้ำระเหยออกไปเป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำที่เหลือมีความเข้มข้นสูงขึ้น และการตกตะกอนจะเกิดตามลำดับความสามารถในการละลาย (solubility) จากน้อยไปหามาก เริ่มจากกลุ่มคาร์บอเนต ไปเป็นกลุ่มซัลเฟต กลุ่มเฮไลด์ และเกลือเชิงซ้อนของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมอื่น ๆ ในตอนท้ายสุดของการระเหย สภาพแวดล้อมที่ยิปซัมกำเนิดเป็นได้ทั้งในแอ่งปิดบนพื้นทวีป (inland saline lake) แอ่งปิดใกล้แนวชายฝั่ง (coastal saline lake) หรือแอ่งกึ่งปิดตามแนวชายฝั่ง (coastal lagoon) โดยมีปัจจัยควบคุมที่สำคัญที่สุดคือสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (relative humidity) ต่ำมากและเป็นเวลานานต่อเนื่อง ทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า "water budget deficit (ขาดทุนปริมาณน้ำ)" น้ำส่วนที่เหลือจึงเข้มข้นขึ้นเรื่อย ๆ

แอนไฮไดรต์ ($CaSO_4$) เป็นแร่ (หรือหิน) ในกลุ่มเดียวกันและเกี่ยวพันกับยิปซัมอย่างใกล้ชิด แอนไฮไดรต์เป็นแร่ที่ไม่เสถียรในสภาพการณ์บนผิวโลก จึงไม่สามารถก่อตัวในสภาพปฐมภูมิได้ แต่จะเกิดจากการเปลี่ยนสภาพของยิปซัมโดยการสูญเสียน้ำภายใต้อุณหภูมิสูง ความกดดันปานกลาง ดังนั้น เมื่อยิปซัมถูกฝังตัวลงไปที่ระดับลึก ก็จะค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นแอนไฮไดรต์ จนในที่สุดเป็นแอนไฮไดรต์ทั้งหมดที่ความลึกประมาณ 1 กิโลเมตรหรือมากกว่า และอุณหภูมิประมาณ 60 °C (Warren, 1989) ในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน พบแอนไฮไดรต์ปริมาณเล็กน้อยที่เกิดเนื่องจากการสูญเสียน้ำ อยู่ใต้ชั้นโคลนคาร์บอเนตตามแนวชายหาดอ่าวเปอร์เซีย ซึ่งเป็นที่ราบเหนือเขตน้ำท่วมถึง (supratidal) มีภูมิอากาศร้อน แห้งแล้ง และความเค็มของน้ำระหว่างเม็ดตะกอนสูงมาก

แร่ยิปซัมในประเทศไทยมีการสำรวจพบแล้วใน 5 จังหวัด ได้แก่ อ. วังสะพุง จ. เลย อ. บางมูลนาก จ. พิจิตร และเขตต่อเนื่อง อ. หนองบัว จ. นครสวรรค์ หลายอำเภอทางซีกตะวันตกของ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

จ. สุราษฎร์ธานี และต่อเนื่องลงไปถึงอ. ทุ่งใหญ่ จ. นครศรีธรรมราช นอกจากนี้ ยังมีรายงานการพบเป็นหย่อมอยู่ในทุ่งใหญ่นเรศวร จ. กาญจนบุรี และในเขต อ. อุ้มผาง จ. ตาก อีกด้วย

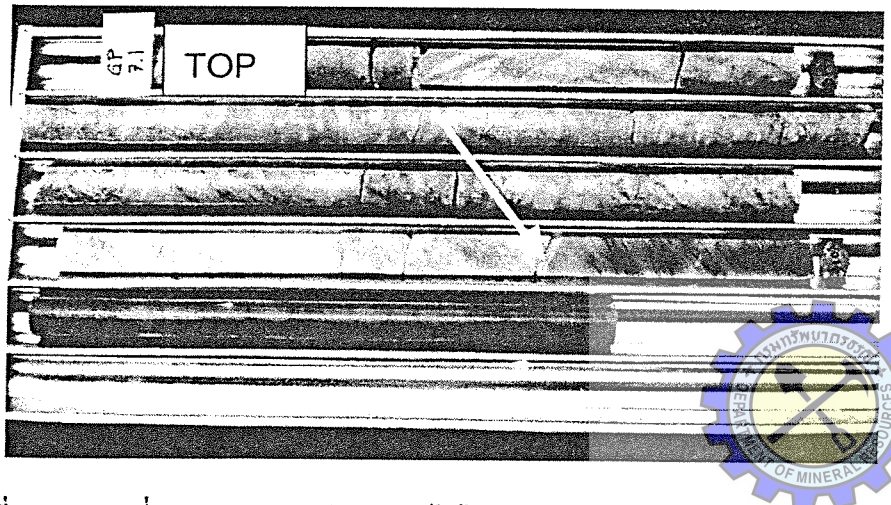
แม้ว่าจะมีการแพร่กระจายในหลายท้องที่ แต่ลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งแร่ของยิปซัมทั้งหมดกลับมีความคล้ายคลึงกันอยู่มาก ซึ่ง เชิดศักดิ์ อรรถอารุณ และพิทักษ์ รัตนจารุรักษ์ (2539) ได้สรุปประมวลไว้แล้ว และจะนำเสนอโดยย่อดังนี้

- ยิปซัม มีกำเนิดในช่วงอายุประมาณ คาร์บอนิเฟอรัสตอนกลางถึงเพอร์เมียนตอนล่าง โดยเกิดร่วมและแทรกสลับอยู่กับหินปูนและหินอื่น ๆ ที่ตกตะกอนสะสมตัวในช่วงเวลาเดียวกัน การสะสมตัวน่าจะเกิดเป็นชั้นหนาในสภาพแวดล้อมแบบลากูนชายหาด

- เมื่อถูกฝังตัวใต้ผิวดิน แร่จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นแอนไฮไดรต์ทีละน้อย จนกลายเป็นแอนไฮไดรต์ทั้งหมด เกิดการลดปริมาตรของมวลแร่ลงจากการสูญเสียน้ำ เมื่อมีการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก แอนไฮไดรต์ถูกพากลับขึ้นมาบนผิวโลก ถูกเติมน้ำจากอิทธิพลของน้ำผิวดินกลับไปเป็นยิปซัม มีปริมาตรเพิ่มขึ้นอีก การเปลี่ยนแปลงปริมาตรส่งผลให้เกิดการบิดเบี้ยวและไหวตัวอย่างมากในมวลแร่ และสังเกตเห็นได้ในทุกแหล่ง

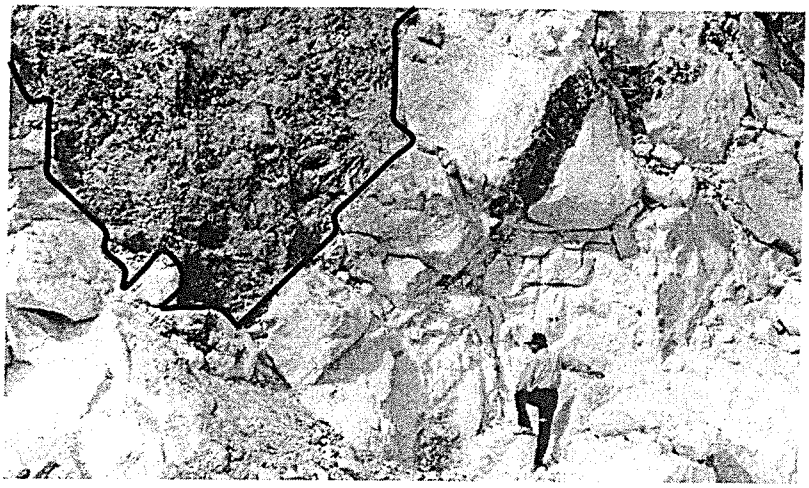
- ยิปซัมที่พบปัจจุบันจึงมิใช่เป็นแร่ปฐมภูมิ แต่เกิดจากการเติมน้ำ (rehydration) ให้กับมวลด้านบนสุด (topographic tops) ของแอนไฮไดรต์ และแอนไฮไดรต์ที่อยู่ที่ระดับลึกลงไปไม่ถูกกระทบกระเทือน หลักฐานที่สำคัญได้แก่การที่แนวชั้นในยิปซัม/แอนไฮไดรต์ตัดขวางกับแนวการเปลี่ยนแปลงชนิดแร่ (รูปที่ 4) การเติมน้ำเกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้เมื่อหินปูนและแอนไฮไดรต์ถูกยกตัวขึ้นมาถึงระดับผิวโลก ยิปซัมส่วนหนึ่งถูกกัดเซาะละลายไป เกิดลักษณะเป็นภูมิประเทศแบบคาร์ส (karst topography) เป็นบริเวณกว้าง (รูปที่ 5) ก่อนจะค่อย ๆ ทรุดตัวลงไปอยู่ที่ระดับลึกไม่มากนักดังที่เห็นในเหมืองต่าง ๆ ขณะนี้

- หลักฐานที่แสดงว่ายิปซัมอายุแก่อีกชิ้นหนึ่งคือ การมีพนังหินแอนดีไซต์แทรกตัดเข้ามาในมวลแร่เป็นแห่ง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในแหล่งแร่บริเวณเขตติดต่อ จ. พิจิตร-จ. นครสวรรค์



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงชนิดแร่จากแอนไฮไดรต์ทางด้านล่างไปเป็นยิปซัมทางด้านบน สังเกตแนวที่แร่เปลี่ยน ซึ่งตัดขวางทิศทางของแนวชั้นที่ต่อเนื่องตลอดแท่งตัวอย่าง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 5 ร่องที่เกิดจากการชะละลาย (karst pit) ขนาดใหญ่ในมวลของยิปซัม อันเป็นผลจากการที่มวลยิปซัมโผล่ใกล้ผิวดิน

เทคนิคการสำรวจ

เมื่อเข้าใจลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งแร่และพัฒนาการของแร่แล้ว การสำรวจจึงเป็นเรื่องที่ไม่ยากนัก ในอดีตที่ผ่านมา แหล่งแร่ยิปซัมถูกค้นพบในร่องห้วยโดยชาวบ้าน และมีการสำรวจขยายผลเพื่อทำเหมือง ปัจจุบันแหล่งแร่ที่อยู่ระดับตื้นหมดไป การค้นหาจึงต้องใช้ความรู้ทางธรณีวิทยาเข้าช่วยอย่างเป็นระบบ วิธีในการสำรวจที่ใช้ได้ผลดีคือ การประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจธรณีฟิสิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการทางไฟฟ้า (electrical methods) ได้แก่การสำรวจวัดความต้านทานไฟฟ้า (resistivity survey) หรือการสำรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic survey) ประกอบกับการสำรวจวัดแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity survey) ซึ่งการพัฒนาแนวคิดและ “ลองผิดลองถูก” จนกล่าวได้ว่าประสบความสำเร็จนั้น เกิดขึ้นจากนักวิชาการของกองเศรษฐธรณีวิทยาหลายคน และได้รับการประมวลไว้ในรายงานของเชิดศักดิ์ อรรถอารุณ (2545) ซึ่งแนวคิดในการสำรวจโดยย่อสามารถอธิบายโดยใช้ภาพประกอบในรูปที่ 6

กุญแจสำคัญที่ไขไปสู่ความพยายามในการประยุกต์ใช้การสำรวจธรณีฟิสิกส์ คือความแตกต่างของคุณสมบัติทางไฟฟ้าระหว่างแร่ยิปซัม/แอนไฮไดรต์กับหินปูน หรือหินอื่น ๆ ที่เกิดร่วมในปริมาณเล็กน้อย โดยทั่วไปแล้ว ยิปซัมจะมีความต้านทานไฟฟ้าสูงกว่าหินปูน ดังนั้น จึงสามารถลากขอบเขตที่น่าสงสัยว่าจะมียิปซัมรองรับที่ระดับตื้นได้จากบริเวณที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูงผิดปกติ และเพื่อเป็นการยืนยัน ก็ใช้การสำรวจวัดค่าแรงโน้มถ่วงซ้อนทับลงไปอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งแร่ที่ตำแหน่งที่จะมียิปซัมรองรับ ต้องมีแอนไฮไดรต์รองรับอีกต่อหนึ่งด้วย คุณลักษณะพิเศษของแอนไฮไดรต์ที่นำมาใช้ในวิธีการนี้คือ ความหนาแน่นที่สูงถึง 2.9 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ดังนั้น เมื่อแอนไฮไดรต์รองรับอยู่ที่ระดับตื้น จึงสามารถทำให้เกิดค่าความโน้มถ่วงที่ผิดปกติอย่างเด่นชัดในพื้นที่สำรวจได้ ในทางกลับกัน ตำแหน่งซึ่งไม่มีค่าผิดปกติที่สอดคล้องกัน จึงไม่น่าจะเป็นแหล่งแร่ยิปซัมที่ควรดำเนินการเจาะติดตามและประเมินผล

สำหรับการใช้การวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ก็อยู่บนพื้นฐานความคิดเดียวกัน เพียงแต่ใช้เครื่องมือต่างกัน และมีข้อดีตรงที่สามารถดำเนินงานได้รวดเร็ว เมื่อนำค่าที่วัดได้ไป

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

คำนวณจะได้ผลลัพธ์เป็นความนำไฟฟ้า ซึ่งก็เป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้านั่นเอง ดังนั้น ตำแหน่งที่น่าสงสัยว่าจะมียิปซัม คือตำแหน่งที่มีค่าความนำไฟฟ้าต่ำผิดปกติกว่าบริเวณข้างเคียงซึ่งรองรับอยู่ด้วยหินชนิดอื่น

การใช้ประโยชน์แร่ยิปซัมที่มีปริมาณมากที่สุดคือ การใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ โดยเติมลงในปูนเม็ด (clinker) ในอัตราส่วนประมาณ 3-5 % โดยน้ำหนัก เพื่อให้ยิปซัมทำหน้าที่เป็นตัวหน่วง (retarder) ให้ปูนแข็งตัวช้าลง เมื่อนำปูนซีเมนต์ไปผสมน้ำ ทรายและกรวดเพื่อการก่อสร้าง ทำให้มีเวลาพอสำหรับการก่อ โบก หรือฉาบ ในขณะเดียวกันเมื่อปูนซีเมนต์แข็งตัวช้าลง การจัดระเบียบภายในเนื้อปูนก็ดีขึ้น งานปูนที่ได้ก็มีความแข็งแกร่งขึ้น

การใช้งานที่รองลงมาคือการนำยิปซัมไปผลิตเป็นปูนพลาสเตอร์ ($CaSO_4.1/2H_2O$) ในการผลิตแผ่นฝ้า-เพดาน (ยิปซัมบอร์ด) ปูนยาร่องและวัสดุตกแต่งภายในที่ละเอียดอ่อน นอกจากนี้ปูนพลาสเตอร์ยังใช้ทำแบบพิมพ์สำหรับงานเซรามิกหลายประเภท เพื่อช่วยดูดซึมน้ำออกจากน้ำดินในอัตราที่เหมาะสม ได้ชิ้นงานที่มีความหนาสม่ำเสมอ ปัจจุบันเริ่มมีการนำยิปซัมไปใช้ในทางเกษตรกรรมเพิ่มขึ้นในฐานะที่เป็นสารปรับสภาพดินเค็ม (saline soil) โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังการทำนากุ้ง และยิปซัมยังช่วยเพิ่มธาตุอาหารรองที่สำคัญสำหรับพืช 2 ชนิด คือ แคลเซียม และกำมะถัน

การใช้ประโยชน์

ยิปซัมปริมาณน้อยถูกนำมาใช้ในอาหารบางประเภท เช่น เป็นส่วนผสมของผงฟูสำหรับทำขนมปัง เต้าหู้ และช่วยลดความขุ่นของตะกอนแขวนลอยในเบียร์

ส่วนแอนไฮไดรต์นั้น ในอดีตไม่มีการใช้ และการทำเหมืองจะหยุดที่ผิวบนของแอนไฮไดรต์ แต่ในปัจจุบันกลับมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยลำดับ มีการนำไปใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ประเภททนการกัดกร่อนจากซัลเฟต สำหรับการก่อสร้างในพื้นที่ใกล้ทะเล หรือที่น้ำใต้ดินมีซัลเฟตละลายอยู่สูง และอีกส่วนหนึ่งใช้ผสมปูนซีเมนต์ผสมเสร็จ เพื่อให้ผิวหน้าเรียบเร็วภายหลังการเท ทำให้ประหยัดเวลา

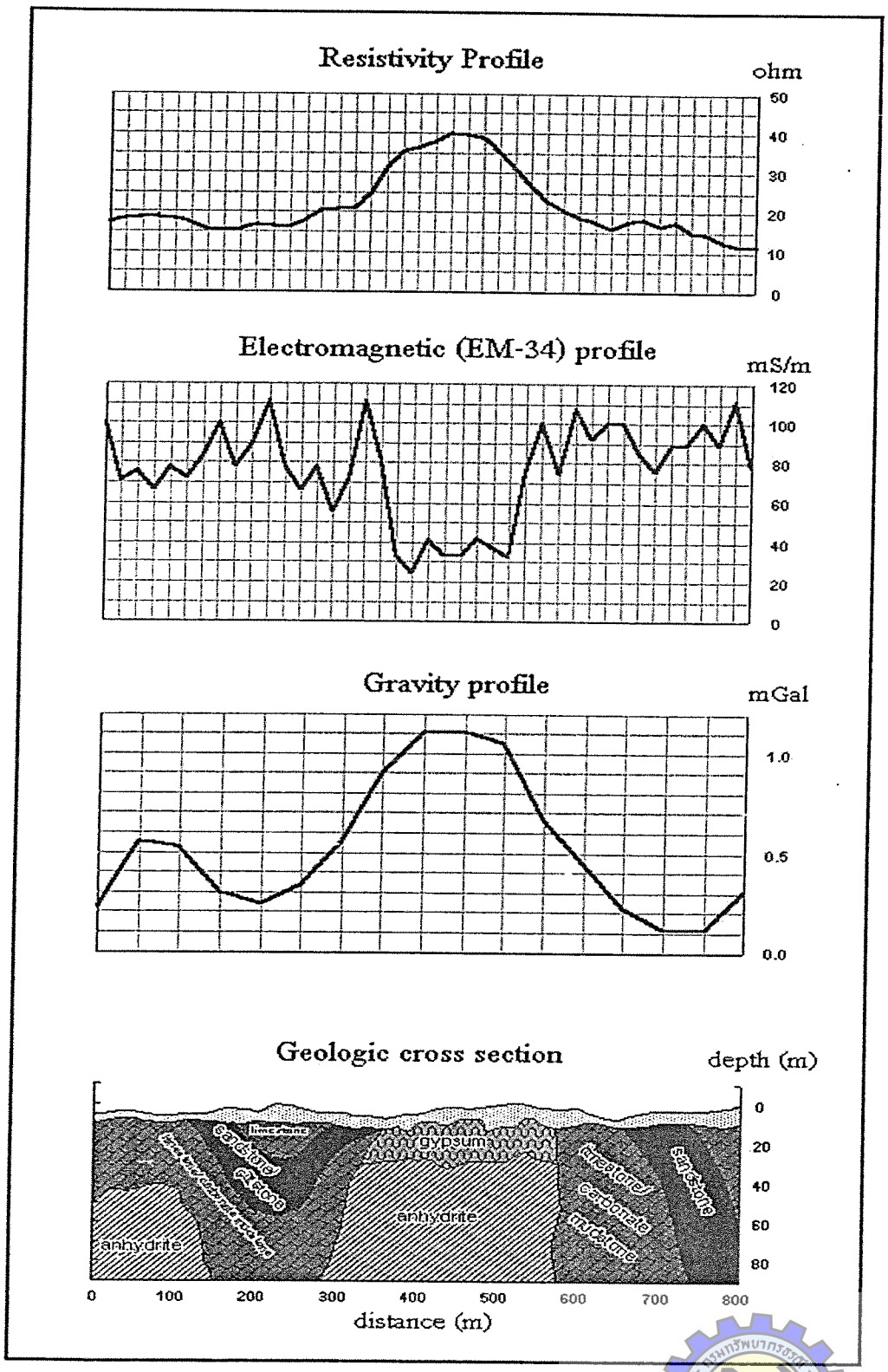
เกลือหินและโพแทช

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

เกลือหินและโพแทชจัดอยู่ในกลุ่มแร่หินเกลือระเหย (evaporites) เช่นเดียวกับยิปซัมและแอนไฮไดรต์ และจะตกสะสมตัวในลำดับถัดไป ในกรณีที่เป็นน้ำทะเล เกลือหิน (NaCl) จะเริ่มตกตะกอนเมื่อมีการสูญเสียน้ำไปมากกว่าประมาณ 90 % จากปริมาณตั้งต้น และโพแทช ซึ่งแร่สองชนิดที่สำคัญคือ ซิลไวต์ (KCl) และคาร์นัลไลต์ ($KCl.MgCl_2.6H_2O$) จะตกตะกอนเมื่อน้ำระเหยกว่า 97 % จึงเป็นที่แน่นอนว่า ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมขณะเกิดย่อมต้องแห้งแล้งกว่าในช่วงที่ยิปซัมตกตะกอนเป็นอย่างมาก การระเหยจึงจะสามารถดำเนินไปได้ถึงจุดนี้

หลายคนมักจะเข้าใจว่า การตกตะกอนของเกลือหินและโพแทชนั้นจะต้องเกิดจากการระเหยของน้ำทะเล เพราะน้ำทะเลมีเกลือจำนวนมหาศาลละลายอยู่ แต่โดยข้อเท็จจริงแล้ว น้ำเค็มบนพื้นทวีปก็สามารถเป็นแหล่งกำเนิดของเกลือหินและโพแทชได้เช่นเดียวกัน แต่แหล่งอาจมีขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงแนวคิดในการประยุกต์ใช้ธรณีฟิสิกส์ในการสำรวจยิปซัม และความสอดคล้องกันของข้อมูลความต้านทานไฟฟ้า ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงของโลก เหนือตำแหน่งที่มียิปซัมรองรับ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

กว่า สิ่งที่สำคัญคือ ต้องมีความเข้าใจว่า ลำดับการตกตะกอนนั้นเป็นกฎเกณฑ์ทางเคมี ดังนั้น ไม่ว่าจะเป็นน้ำทะเลหรือน้ำเค็มบนพื้นทวีป เมื่อมีการระเหย จะได้ลำดับที่เป็นคาร์บอเนต ซัลเฟต เฮไลด์ และเกลือเชิงซ้อน เช่นเดียวกัน สิ่งที่จะใช้แยกแยะน้ำเค็มต้นกำเนิดระหว่างน้ำทะเลหรือน้ำบนพื้นทวีปคือ ความแปรปรวนทางแร่วิทยา ทั้งนี้สืบเนื่องจากองค์ประกอบของน้ำทะเลค่อนข้างคงที่ ในขณะที่องค์ประกอบของน้ำเค็มบนพื้นทวีปจะมีความแปรปรวนสูงกว่า

แหล่งแร่เกลือหินและโพแทชของประเทศไทยอยู่ในหมวดหินมหาสารคาม (Maha Sarakham Formation) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถแบ่งออกเป็นแอ่งตะกอนขนาดใหญ่ 2 แอ่ง คือ แอ่งสกลนคร (Sakon Nakhon Basin) ทางตอนเหนือ และแอ่งโคราช (Khorat Basin) ทางตอนใต้ มีเทือกเขาภูพานเป็นตัวแบ่งขอบเขตแอ่งทั้งสอง ลักษณะทั่วไปของลำดับชั้นเกลือหิน โพแทช และตะกอนสีแดงที่แทรกสลับในทั้งสองแอ่งคล้ายคลึงกัน คือมีชั้นเกลือหินและตะกอนสีแดง (redbeds) เป็นคู่อยู่ 3 คู่ เริ่มจากเกลือหินชั้นล่าง-คลาสติกชั้นล่าง เกลือหินชั้นกลาง-คลาสติกชั้นกลาง เกลือหินชั้นบน-คลาสติกชั้นบน และทั้งหมดนี้วางอยู่บนแอนไฮไดรต์ชั้นฐาน (รูปที่ 7) ทำให้เกิดข้อสันนิษฐานว่า แอ่งสะสมตัวของหมวดหินมหาสารคามเดิมต่อเนื่องเป็นแอ่งเดียว แต่เมื่อมีการยกตัวของเทือกเขาภูพาน อันเป็นผลสืบเนื่องมากจากการเคลื่อนที่ชนกันของแผ่นทวีปอินเดียกับยูเรเซียในช่วงเทอร์เชียรี แอ่งสะสมตัวจึงถูกแยกออกจากกัน (Suwanich, 1986)

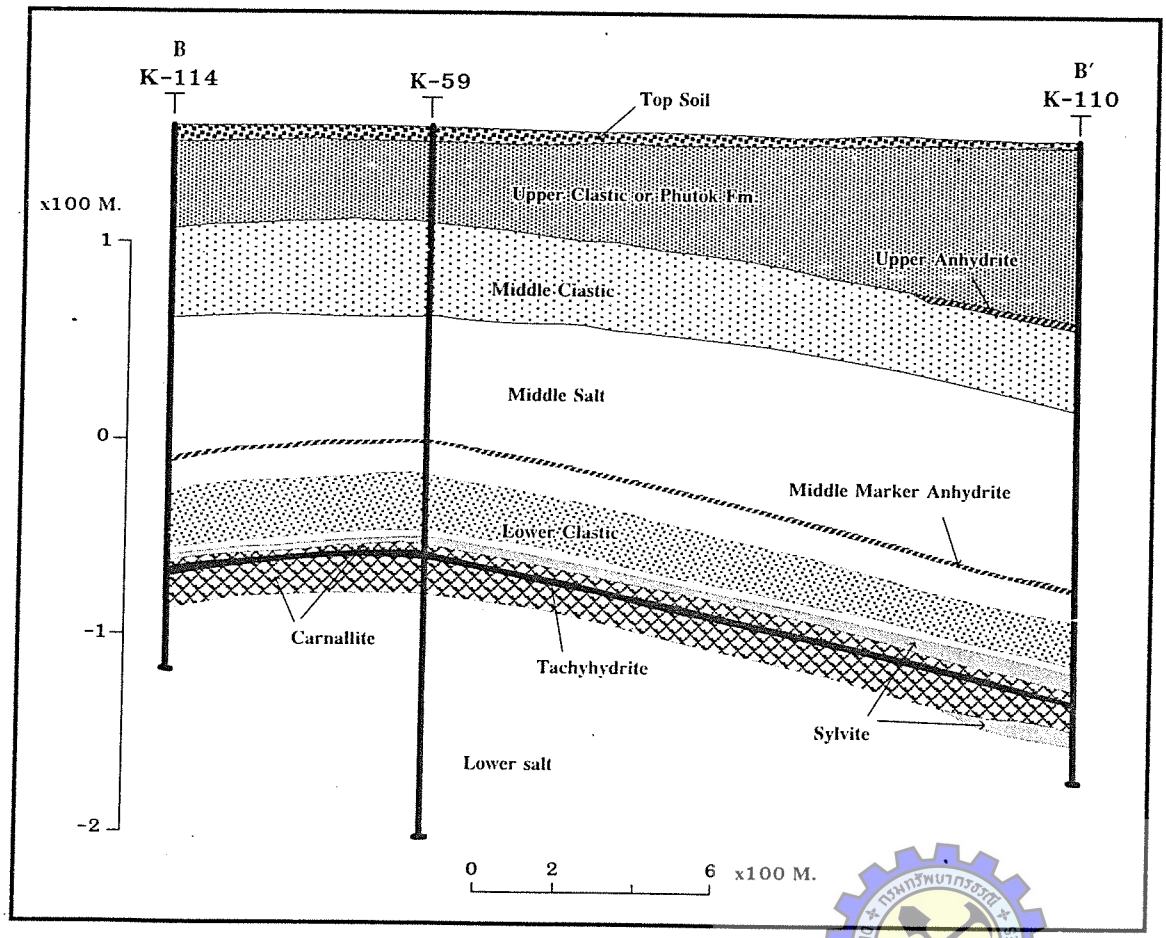
รูปที่ 7 ลำดับชั้นอย่างง่ายของเกลือหินมหาสารคามในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

ลักษณะเด่นของชั้นเกลือหินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ การที่ชั้นเกลือมีการไหวตัว (salt tectonic) อย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกลือชั้นล่าง (Lower Salt) เกิดเป็นโดมเกลือ (salt dome) มวลเกลือรูปหมอน (salt pillow) หรือแท่งเกลือ (salt diapir) เป็นบริเวณกว้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 2 ปัจจัย คือ 1) เกลือหินชั้นหนาโดยธรรมชาติจะสามารถเคลื่อนมวลขึ้นไปทางด้านบนได้ง่ายเมื่อมีน้ำหนักจากตะกอนชนิดอื่น ๆ กดทับ เนื่องจากมีความหนาแน่นเพียงประมาณ 2 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 2) แรงบีบอัดจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก คาดกันว่าความหนาดั้งเดิมของเกลือชั้น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ล่างอาจอยู่ที่ประมาณ 250-300 เมตร แต่ผลจากการไหวตัวทำให้ความหนาเปลี่ยนแปลงไปมาก ทางบริเวณตอนกลางของแอ่งโคราช เช่น ที่ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม มีโครงสร้างที่เป็นแท่งเกลือสูงถึงกว่า 1,000 เมตร (Suwanich, 1986) และยอดของแท่งเกลือนี้อยู่ที่ระดับลึกเพียง 40 เมตรจากผิวดิน

แร่ซิลไวต์และคาร์นัลไลต์มักพบอยู่ทางช่วงบนสุดของเกลือหินชั้นล่าง (Lower Salt) มีการแพร่กระจายเป็นหย่อม ๆ (รูปที่ 8) และจากการศึกษาตัวอย่างมีข้อสรุปที่ชัดเจนว่า ซิลไวต์เป็นแร่ที่เปลี่ยนสภาพ (alter) มาจากคาร์นัลไลต์ หลักฐานที่สำคัญได้แก่ แร่คาร์นัลไลต์บางแห่งมีขอบผลึกด้านนอกสุดเป็นซิลไวต์ ซึ่งแสดงถึงปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "reaction rims" หรือการที่ชั้นแร่โพแทชที่เป็นซิลไวต์จะบางกว่าชั้นโพแทชที่เป็นคาร์นัลไลต์ ซึ่งอยู่ใกล้เคียงกัน เป็นต้น อย่างไรก็ดี ยังมีความเห็นที่ไม่ลงตัวนักในเรื่องเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดแร่ว่า เกิดภายหลังการสะสมตัวเล็กน้อย (early diagenesis) หรือเกิดเมื่อตะกอนของหมวดหินนี้แข็งตัวเป็นหินแล้ว (late diagenesis) ซึ่งยังคงต้องมีการศึกษาหาหลักฐานมาสนับสนุนกันเพิ่มเติมต่อไป ผู้สนใจเรื่องเกลือหินและโพแทชสามารถศึกษาประเด็นน่าสนใจต่าง ๆ เพิ่มเติมได้จากบทความของ El Tabakh *et al.* (1999)



รูปที่ 8 ภาพตัดขวางจากหลุมเจาะสำรวจโพแทชที่บ้านทุ่ม อ. เมือง จ. ขอนแก่น แสดงลักษณะชั้นเกลือหิน โซนแร่โพแทช และชั้นตะกอนที่แทรกสลับ (ดัดแปลงจาก Suwanich, 1986)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เทคนิคการสำรวจ

แม้ว่าเกลือหินจะมีการแพร่กระจายกว้างครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัด แต่การสำรวจหาแหล่งแร่มีความยากลำบากพอควร และต้องใช้เงินลงทุนสูงเพราะชั้นเกลือส่วนใหญ่อยู่ที่ความลึกตั้ง 100 เมตรขึ้นไป จึงต้องอาศัยการสำรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนและการเจาะสำรวจเก็บแท่งตัวอย่างจำนวนมาก อย่างไรก็ดี ในบริเวณที่ชั้นเกลือหินเคลื่อนตัวขึ้นมาใกล้ผิวโลก อาจมีปัจจัยทางอุทกธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดการแพร่ของเกลือขึ้นมาถึงผิวดินหรือดินระดับตื้น สามารถสังเกตเห็นได้จากคราบเกลือบนผิวดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง และบริเวณที่เป็นโดมเกลือหรือแท่งเกลือบางแห่งอาจมีการ ชะละลายของส่วนยอดจากอิทธิพลของน้ำใต้ดินระดับตื้น ทำให้เกิดการทรุดตัวของดินเหนือตำแหน่งนั้น เกิดเป็นที่ลุ่มต่ำ หรือหนอง บึง ตามธรรมชาติ ซึ่งภาพถ่ายทางอากาศ หรือแม้แต่แผนที่ภูมิประเทศสามารถช่วยบอกได้เป็นอย่างดี แต่การที่มีชั้นเกลืออยู่ที่ระดับตื้นไม่ได้หมายความว่า ชั้นเกลือจะหนา หรือมีคุณภาพดี หรือสามารถทำเหมืองได้อย่างปลอดภัย ที่สำคัญความลึกไม่ใช่ปัจจัยชี้ขาดในเรื่องการทำเหมืองเกลือ และในทางกลับกัน หากชั้นเกลืออยู่ที่ระดับลึก ย่อมมี “หลังคา” ที่เป็นชั้นหินหนากว่า มีความแข็งแรงปละปลอดภัยมากกว่าด้วยซ้ำ

ในกรณีของโพแทชนั้น แร่ที่เป็นที่ต้องการคือ ซิลไวต์ เนื่องจากมีปริมาณของธาตุโพแทสเซียมสูงถึง 40-50 % ในขณะที่คาร์นัลไลต์มีประมาณไม่ถึง 20 % และในธรรมชาติจะไม่พบชั้นแร่ที่เป็นแร่เพียงชนิดเดียว แต่จะแทรกปนอยู่กับเกลือหินในปริมาณมากน้อยที่แตกต่างกันออกไป อาจมีได้ตั้ง 10 ถึง 60 % ภายในโซนแร่เดียวกันยังมีความแปรปรวนได้สูง ผลการสำรวจที่ผ่านมามักพบว่า แร่โพแทชมักจะอยู่ตามไหล่ของโดมเกลือ ดังนั้น การสำรวจจึงอาศัยการค้นหาโดมเกลือหรือแท่งเกลือก่อน แล้วจึงทดสอบและติดตามโดยการเจาะสำรวจอย่างเป็นระบบ

หลักสำคัญในการสำรวจเกลือหินและโพแทชคือ ความเข้าใจในกระบวนการเกิด พัฒนาการ และความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแหล่งแร่อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นแร่กลุ่มที่สามารถละลายน้ำได้ง่าย มีความเปลี่ยนแปลง ทั้งทางเคมีและกายภาพที่ซับซ้อน เกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งมีผลเป็นอย่างมากกับความแปรปรวนของโซนแร่ ความสามารถในการติดตาม และความเป็นไปได้ในการทำเหมืองแร่ให้ประสบความสำเร็จ

การใช้ประโยชน์

ประเทศไทยมีเหมืองเกลืออยู่ 2 แห่ง คือที่ อ.โนนสูง และ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา ซึ่งกรรมวิธีเป็นแบบเหมืองละลายเหมือนกัน เริ่มจากการเจาะและปั๊มน้ำจืดลงไปละลายชั้นเกลือหิน แล้วสูบเอาน้ำเกลือเข้มข้นขึ้นมาระเหยใหม่อีกครั้งในสภาวะสูญญากาศ มีอุณหภูมิและความดันคงที่ เพื่อให้เกลือที่ตกผลึกใหม่มีความบริสุทธิ์สูง จากนั้นจึงนำเกลือไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย (Uthaaroon and Suppasoonthornkul, 1992) ที่สำคัญได้แก่การนำเกลือไปผลิตโซดาแอช (Na_2CO_3) โดยการทำปฏิกิริยากับหินปูน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมแก้วและกระจก หรือนำเกลือไปแยกด้วยวิธีทางไฟฟ้า เพื่อให้ได้ก๊าซคลอรีนสำหรับอุตสาหกรรมเคมี น้ำยาทำความสะอาด กรดเกลือ และผลิตโซดาไฟ (NaOH) ส่วนโลหะโซเดียมนำไปใช้ประโยชน์ด้านเคมีภัณฑ์ ซึ่งทั้งหมดนี้คิดเป็นปริมาณกว่า

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

90 % ของผลผลิต มีส่วนน้อยที่ในไปใช้ประโยชน์ในการถนอมอาหาร หรือผลิตเป็นเกลือปรุงรสโดยการการเติมโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ลงไปในปริมาณที่พอเหมาะ เพื่อป้องกันโรคเอ๋อ และคอหอยพอก

ส่วนโพแทชนั้น ยังไม่มีการผลิตในประเทศ แต่มีแหล่งที่มีการสำรวจในขั้นรายละเอียดและศึกษาความเป็นไปได้แล้ว 2 แหล่ง คือแหล่งคาร์นัลไลต์ที่ อ.บำเหน็จณรงค์ จ. ชัยภูมิ เป็นเหมืองแร่โพแทชภายใต้ความร่วมมือทางอุตสาหกรรมของประเทศอาเซียน และแหล่งแร่ซิลไวต์ที่ อ. เมือง จ.อุดรธานี ซึ่งเป็นบริษัทร่วมทุนของเอกชนจากประเทศแคนาดาและไทย ขณะนี้อยู่ในระหว่างการรอความชัดเจนและการผลักดันกฎหมายเหมืองแร่ใต้ดิน แร่ที่จะผลิตได้ส่วนใหญ่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมี และที่เหลือจะใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและชักฟอก เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

เฟลด์สปาร์

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

เฟลด์สปาร์เป็นแร่ที่รู้จักกันดีและมีความสำคัญใน 2 ฐานะคือ 1) เป็นแร่ประกอบหินหลักชนิดหนึ่งที่พบได้ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร 2) เป็นแร่เศรษฐกิจ โดยเป็นแร่วัตถุดิบหลักชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมเซรามิกและแก้ว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการดำรงชีวิตประจำวัน

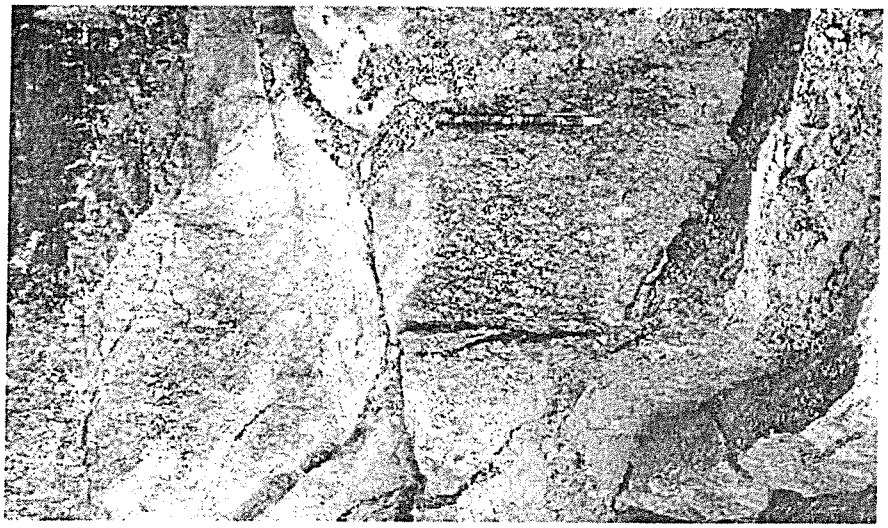
ในทางแร่วิทยา เฟลด์สปาร์ เป็นชื่อรวมของกลุ่มแร่ที่เป็นสารประกอบอะลูมิโนซิลิเกต (alumino silicate) ของธาตุโซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียม ในปริมาณต่าง ๆ กัน และมีชื่อแร่ใช้เรียกเป็นการเฉพาะในแต่ละช่วงขององค์ประกอบ เฟลด์สปาร์ที่พบในธรรมชาติมักประกอบด้วยแร่หลัก 3 ชนิดในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน คือ แอลไบต์ ($NaAlSi_3O_8$) ออร์โทเคลส ($KAlSi_3O_8$) และอะนอร์ไทต์ ($CaAl_2Si_3O_8$) ส่วนเฟลด์สปาร์อีกชนิดหนึ่งที่พบได้บ่อย คือไมโครไคลน์ มีองค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกับออร์โทเคลสแต่อยู่ในระบบผลึกต่างกัน สำหรับการนำเฟลด์สปาร์มาใช้ประโยชน์นิยมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามปริมาณของ K_2O และ Na_2O ที่มีอยู่ในแร่ (Potter, 1981) ดังนี้

- **โพแทชเฟลด์สปาร์ (potash feldspar)** มีปริมาณ K_2O มากกว่า 10 % ซึ่งส่วนใหญ่มาจากออร์โทเคลสและไมโครไคลน์ในสายเพกมาไทต์ หรือกราฟฟิกแกรนิต (graphic granite)
- **โซดาเฟลด์สปาร์ (soda feldspar)** มีปริมาณ Na_2O มากกว่า 7 % ซึ่งโซเดียมออกไซด์มาจากแอลไบต์ในหินแกรนิตบางชนิด เช่น แกรนิตสีอ่อน (leucogranite) หรือแกรนิตที่ผ่านกระบวนการแทนที่ที่ทำให้แร่เฟลด์สปาร์ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นแอลไบต์ เรียกว่า "albitization"
- **เฟลด์สปาร์ผสม (mixed feldspar)** หรือเรียกว่า "เฟลด์สปาร์กระเทย" มีปริมาณอัลคาไลทั้งสองชนิดไม่ได้ตามเกณฑ์ในข้อ 1 และ 2 ส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เนื้อละเอียด (aplite) หรือหินแกรนิตที่ถูกเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบบางส่วน

แร่เฟลด์สปาร์ในประเทศไทยมีกำเนิดเกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดหินแกรนิตอย่างใกล้ชิด ในกรณีของโพแทชเฟลด์สปาร์ จะเกิดแบบเป็นสายเพกมาไทต์ ซึ่งเป็นหินที่เกิดจากการตกผลึกในช่วงท้าย ๆ ของกระบวนการเย็นตัวของแมกมา ขณะที่แทรกดันหินท้องที่ขึ้นมาตามแนวรอยแตกหรือรอยเลื่อน ในเวลานั้น แมกมาส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารละลายซิลิเกต ไอร้อน กับธาตุอัลคาไลในปริมาณเล็กน้อย การเย็นตัวที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ใต้ผิวโลกทำให้ผลึกแร่ที่เกิดในสายเพกมาไทต์มีขนาดใหญ่มาก เนื้อหินจึงหยาบกว่าหินอัคนีชนิดอื่น มีแร่หลักเป็นเฟลด์สปาร์ ควอตซ์ มัสโคไวต์ อาจมีทัวร์มาลีน การ์เนต เบอริล และธาตุหายากบางชนิดเกิดร่วม ส่วนโซดาเฟลด์สปาร์นั้น การอธิบายการเกิดยังไม่ชัดเจน เนื่องจากปริมาณออกไซด์หลักในหินไม่เป็นไปตามแผนภูมิมาตรฐานของการจำแนกประเภทหินอัคนี อย่างไรก็ดี เริ่มมีหลักฐานที่ชี้ว่าเกิดจากการที่หินแกรนิตหรือสายเพกมาไทต์เดิม ถูกเปลี่ยนองค์ประกอบโดยสารละลายซิลิเกตที่ยังหลงเหลืออยู่ในตอนสุดท้าย ซึ่งยังมีธาตุโซเดียมละลายอยู่มากพอ จึงสามารถเข้าไปแทนที่โพแทสเซียมในเฟลด์สปาร์ชนิดอื่นและเปลี่ยนให้เป็นแอลไบต์ การเปลี่ยนแปลงชนิดแร่นี้น่าจะเกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไป ลักษณะโครงสร้างเดิมของหิน เช่น ริ้วขนาน จึงยังคงมองเห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะในบริเวณขอบโซนแร่ (รูปที่ 9) เช่นในแหล่งเฟลด์สปาร์บ้านน้ำดิบ อ. เมือง จ. ตาก ข้อมูลธรณีวิทยาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ใน จ.ตาก และ จ.ราชบุรี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตใหญ่ของไทย ผู้สนใจสามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากสุรศักดิ์ จิวะธานนท์ (2544ก, และ 2544ข)



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงแร่องค์ประกอบในหินแกรนิต (สีเข้ม) ซึ่งมีโพแทชเฟลด์สปาร์เป็นแร่เด่น ไปเป็นโซดาเฟลด์สปาร์ (สีอ่อน) แอลไบต์เด่น อันเป็นผลจากกระบวนการ albitization ที่เกิดขึ้น ในขณะที่แนวการเรียงตัวในหินทั้งสองต่อเนื่องในแนวเกือบระนาบ

สำหรับเฟลด์สปาร์กระเทยนั้น คือหินแกรนิตซึ่งอาจถูกเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบไปบางส่วน หรือเป็นหินแกรนิตเนื้อละเอียด ซึ่งมีปริมาณของอัลคาไลทั้งสองชนิดต่ำกว่าที่จะจัดเป็นโซดา

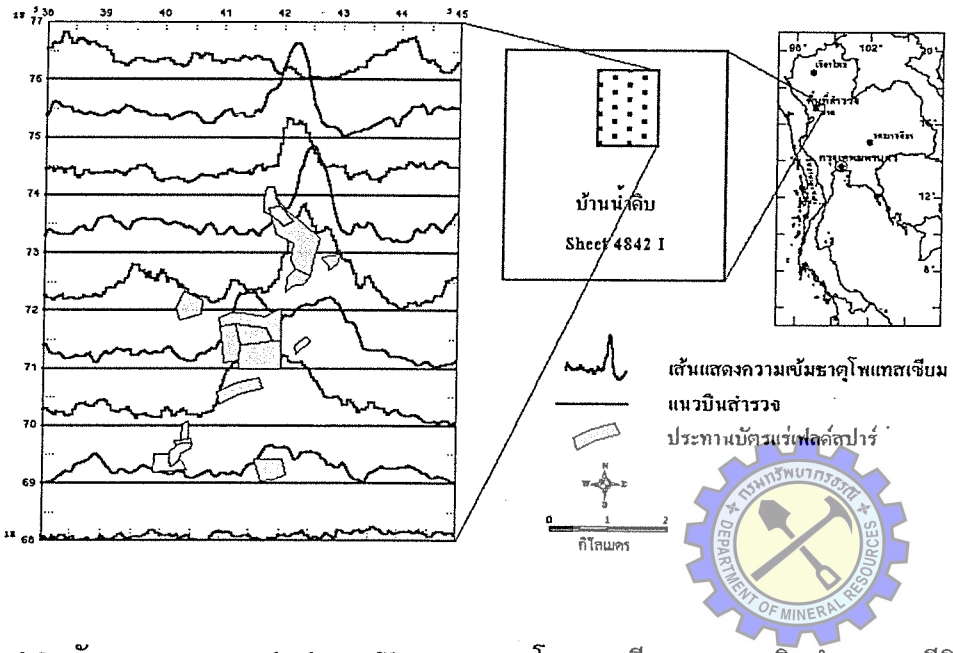
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เฟลด์สปาร์ หรือโพแทชเฟลด์สปาร์ แต่มีแร่ที่ทำให้เกิดสีหลังเผาไม่มากนัก จึงยังมีคุณสมบัติพอที่จะใช้ผสมในเนื้อดินปั้นในงานเซรามิกทั่วไปที่มีข้อกำหนดทางคุณภาพไม่สูงนัก บางครั้งผู้ประกอบการอาจมีการแต่งแร่/ลอยแร่เพื่อแยกเอามลทิน เช่น ไมกา และควอตซ์ บางส่วนออกเพื่อเพิ่มปริมาณของ K_2O และ Na_2O ให้สูงขึ้น ตรงความต้องการของตลาดมากยิ่งขึ้น

เทคนิคการสำรวจ

จากการกำเนิดซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับหินแกรนิต พื้นที่ศักยภาพของแร่เฟลด์สปาร์ทั้งชนิดโพแทชและโซดา จึงอยู่ในบริเวณเทือกเขาหินแกรนิตหรือหินท้องที่ที่สัมผัสอยู่กับแกรนิต ดังจะเห็นได้จากพื้นที่แหล่งแร่ขนาดใหญ่ในปัจจุบันซึ่งกระจายอยู่ในจังหวัดตาก ราชบุรี และนครศรีธรรมราชส่วนแหล่งที่มีการทำเหมืองขนาดเล็ก เคยมีการทำเหมือง หรือแหล่งพบแร่มีอยู่หลายแห่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามเทือกเขาหินแกรนิตทางด้านตะวันตกของประเทศ ตั้งแต่แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำปาง อุทัยธานี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ไปจนถึงนครศรีธรรมราช

เทคนิคการสำรวจที่น่าสนใจและสามารถช่วยชี้เป้าเพื่อการติดตามคือ การใช้ข้อมูลจากการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ เพราะบริเวณที่เป็นแหล่งแร่เฟลด์สปาร์มักจะแสดงค่าความเข้มกัมมันตรังสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าโพแทสเซียม สูงกว่าหินบริเวณข้างเคียง และสามารถมองเห็นได้ทั้งในแผนที่แบบผสมสี (ternary map) หรือแม้แผนที่ที่แสดงข้อมูลในรูป stacked profiles (รูปที่ 10) ซึ่งการประยุกต์ใช้ข้อมูลในลักษณะนี้ เจ้าหน้าที่จากฝ่ายกัมมันตรังสี กองเศรษฐธรณีวิทยา กำลังปฏิบัติงานภายใต้ระบบงานสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะบริเวณ และอยู่ระหว่างการประมวลผลการสำรวจ ส่วนการสำรวจทางภาคพื้นดินยังต้องอาศัยการเดินสำรวจ เพื่อค้นหา ศึกษาและวัดทิศทางของธรณีวิทยาโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับทิศทางของรอยแตกขนาดใหญ่/รอยเลื่อน สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการติดตามสายเพกมาไทต์



รูปที่ 10 ลักษณะของ stacked profiles ของธาตุโพแทสเซียมจากการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศที่พาดผ่านบริเวณเหมืองแร่โซดาเฟลด์สปาร์ อ. เมือง จ. ตาก

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ในกรณีที่ลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งแร่เอื้ออำนวย เช่น ที่ขอบสายเพกมาไทต์มีโซนของการเปลี่ยนสภาพแร่ (alteration zone) ซึ่งมักมีแร่ดินเกิดร่วมอยู่ด้วยในปริมาณมากเป็นพิเศษ สามารถใช้เครื่องมือสำรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic survey, EM) หรือ VLF EM ในการติดตามการแพร่กระจายและความต่อเนื่องของแนวการเปลี่ยนสภาพแร่ ตามขอบของสายเพกมาไทต์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ ผู้สนใจจะสามารถติดตามใน รายงานของ Surinkum *et al.* (1994) หรือการุณ ต้นธงชัย และคณะ (2545)

ในการสำรวจและเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ จะต้องคำนึงเสมอว่า เพกมาไทต์เป็นหินเนื้อหยาบมาก การเก็บตัวอย่างเป็นก้อนเล็ก ๆ จะไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของมวลแร่ที่ถูกต้องได้ และในบางกรณีผู้เก็บตัวอย่างเกิดความลำเอียงเสียเอง โดยเลือกเก็บเฉพาะตำแหน่งที่เป็นเฟลด์สปาร์ แต่หลีกเลี่ยงตำแหน่งที่มีควอตซ์ หรือมัสโคไวต์ปน ทำให้ผลวิเคราะห์ออกมาดีเกินจริง วิธีแก้ต้องใช้การเก็บตัวอย่างแบบผสม คือตัวอย่างหนึ่งต้องเก็บจากหลายตำแหน่ง อาจกำหนดว่าเก็บทุก ๆ 0.5 เมตร ขวางแนวสายแร่ ไม่ว่าจุดนั้น ๆ จะเป็นแร่ใดและมีลักษณะใด ซึ่งจะทำให้ได้ค่าใกล้เคียงความจริงมากขึ้น เนื่องจากในขั้นตอนการทำเหมือง จะไม่สามารถเลือกทำเฉพาะตำแหน่งที่มีแร่คุณภาพดีได้เสมอไป ส่วนเฟลด์สปาร์แบบอื่น อาจไม่มีข้อที่ควรระลึกเช่นนี้ แต่ต้องพิจารณาลักษณะต่าง ๆ ตามข้อเท็จจริงที่เป็นอยู่และหาวิธีเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนให้ได้

การใช้ประโยชน์

เฟลด์สปาร์ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิก โดยทำหน้าที่เป็นตัวช่วยลดจุดหลอมตัวของวัตถุดิบให้ต่ำลง สามารถหลอมรวมกับดินขาว ดินเหนียว และควอตซ์ ทำให้เกิดเนื้อแก้วที่คงรูปอยู่ได้ ช่วยลดการดูดซึมน้ำ และทำให้เกิดความโปร่งแสง นอกจากนี้การมีอะลูมินาอยู่ในแร่ยังช่วยเสริมความแกร่ง ความเหนียว และการแตกร้าวจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (thermal shock) ได้เป็นอย่างดี

เฟลด์สปาร์ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกต้องบดให้มีขนาดประมาณ 200 เมช หรือละเอียดกว่า โซดาเฟลด์สปาร์นิยมใช้ผสมในเนื้อดินปั้น เพราะเป็นการใช้ในปริมาณมาก แร่มีราคาถูกและหาได้ง่าย ในชิ้นงานหนึ่ง ๆ จะใช้โซดาเฟลด์สปาร์ประมาณ 20-30 % ส่วนโพแทชเฟลด์สปาร์จะผสมในเนื้อดินปั้นเพียงเล็กน้อย แต่จะใช้ผสมในน้ำยาเคลือบสูงประมาณ 25-35 % ทั้งนี้เพื่อให้เกิดเนื้อแก้วและความวาว

เฟลด์สปาร์ที่นำมาใช้ในการผลิตกระจกและแก้วมีปริมาณไม่มากนัก โดยขนาดที่ใช้มักหยาบว่าในอุตสาหกรรมเซรามิก คือประมาณ 20-100 เมช วัตถุประสงค์ในการใช้ก็เป็นไปในทำนองเดียวกับที่กล่าวมาแล้วคือ เพิ่มความแกร่งและความเหนียว นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันไม่ให้วัตถุดิบเกิดการก่อผลึก (devitrification) หลังการเผาด้วย

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งผลิตโซดาเฟลด์สปาร์ใหญ่ของประเทศปัจจุบันอยู่ที่ จ. นครศรีธรรมราช รองลงมาได้แก่ ตาก และราชบุรี ส่วนโพแทชเฟลด์สปาร์มีแหล่งผลิตใหญ่อยู่ที่ จ. ราชบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ตามลำดับ

ทรายแก้ว

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

ทรายแก้ว (silica sand, glass sand) เป็นทรายสีขาวสว่างมาก มีปริมาณซิลิกา หรือแร่ควอตซ์ (SiO_2) ไม่น้อยกว่า 95 % และมีสิ่งเจือปนอื่น ๆ เช่น ดิน เปลือกหอย สนิมเหล็ก หรืออินทรีย์สาร ในปริมาณน้อยมาก สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องหลายประเภท เช่น แก้วและกระจก เซรามิก หล่อโลหะ และอิเลคทรอนิกส์ แหล่งทรายแก้วในประเทศไทยมักพบตามแนวชายหาดด้านอ่าวไทย เช่น จ. ระยอง จันทบุรี และตราด ทางภาคใต้พบที่ จ. ชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา และพัทลุง ส่วนชายหาดด้านทะเลอันดามันพบประปรายใน จ. ตรัง และสตูล

ควอตซ์เป็นสารประกอบที่มีความเสถียรที่สภาวะแวดล้อมใกล้ผิวโลก ดังนั้นจึงมีความคงทนสูง และจะเป็นส่วนที่เหลืออยู่สุดท้ายของกระบวนการกัดกร่อนผุพังตามธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นหินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปร อย่างไรก็ดี หินที่สามารถเป็นแหล่งกำเนิดของตะกอนทรายได้ดีจะเป็นหินแกรนิต หินทราย และควอตไซต์ ตะกอนที่เกิดขึ้นจะถูกพัดพามาตามระบบแม่น้ำและสะสมตัวใหม่ตามแนวชายหาด โดยอาจมีอิทธิพลของกระแสน้ำชายฝั่ง (longshore currents) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนที่เกี่ยวกับการคัดขนาดและการแพร่กระจายของตะกอนภายในบริเวณ

การสำรวจที่ได้ดำเนินไปแล้ว มีข้อสรุปในเบื้องต้น (วิสุทธิ์ โชติกเสถียร, ติดต่อส่วนตัว) ว่า ทรายรอบ ๆ อ่าวไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) ทรายละเอียด สีขาว มีการคัดขนาดดี มีแหล่งกำเนิดเป็นหินทรายและหินควอตไซต์ หลังการสะสมตัวจะอยู่เหนือระดับน้ำทะเลและระดับน้ำบาดาลเป็นเวลานาน เช่น ทรายตามสันหาดทรายเก่า พวกมลทินที่มีอยู่จะถูกทำลายหรือชะล้างลงไปสู่ชั้นดินที่ระดับลึกกว่า ชั้นทรายตอนบนจึงเกิดเป็นทรายแก้ว โดยทั่วไปมีความหนา 1-2 เมตร 2) ทรายหยาบปนกรวดละเอียด สีน้ำตาลอ่อน การคัดขนาดและความกลมมนไม่ค่อยดี มักมีแหล่งกำเนิดจากหินแกรนิต อาจมีเฟลด์สปาร์และแร่หนักบางชนิดหลงเหลือปะปนอยู่ จึงมีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์อยู่พอสมควร

เทคนิคการสำรวจ

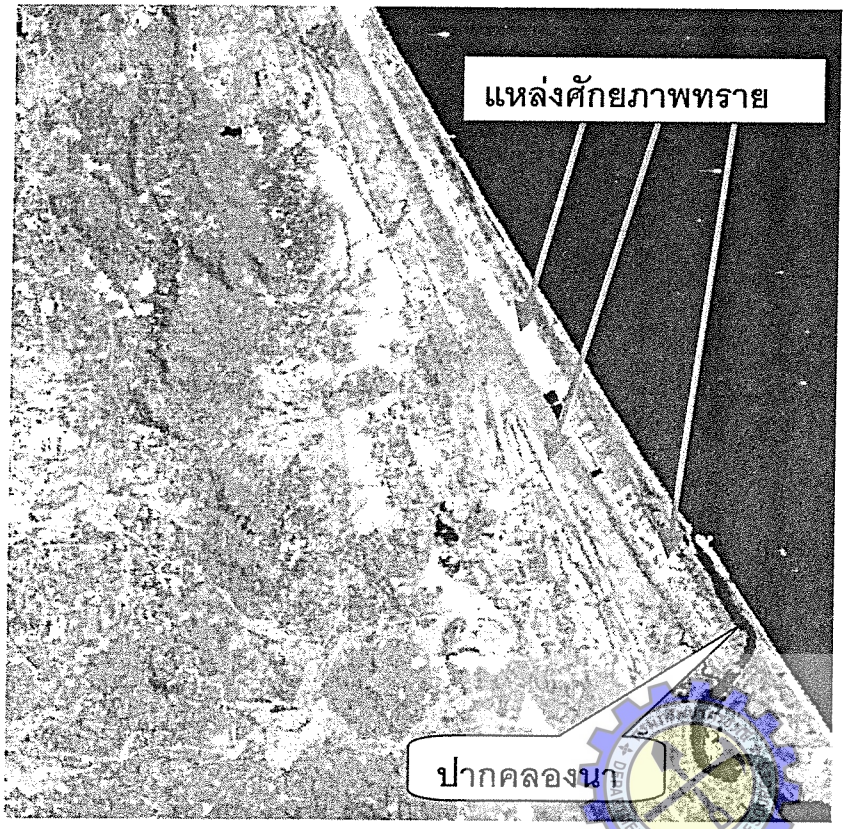
การที่ทรายแก้วมีการแพร่กระจายกว้างขวางใกล้ชายหาด แหล่งหนึ่ง ๆ ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวาง เนื้อทรายแก้วความบริสุทธิ์สูงจึงมีความขาวสว่างสูงมาก ทำให้สามารถใช้ภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียมในการช่วยกำหนดพื้นที่ศักยภาพก่อนการออกปฏิบัติงานในสนามได้เป็นอย่างดี ในกรณีของการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมยิ่งมีความสะดวกและน่าสนใจ เพราะเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการขยายผลข้อมูล (data enhancement) ได้ในหลายลักษณะ เช่น การเลือกใช้ภาพจากคลื่นแสงต่าง ๆ กัน การผสมสี

เอกสารนี้เป็นสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การซ้อนทับข้อมูล การกำหนดความเข้มที่เป็นเป้าหมาย เป็นต้น (รูปที่ 11) โดยทั่วไป นักธรณีวิทยาจะสามารถแยกแยะโทนสีที่มีความสว่างออกมาได้จากโทนสีที่เป็นลักษณะอย่างอื่นได้ไม่ยากนัก

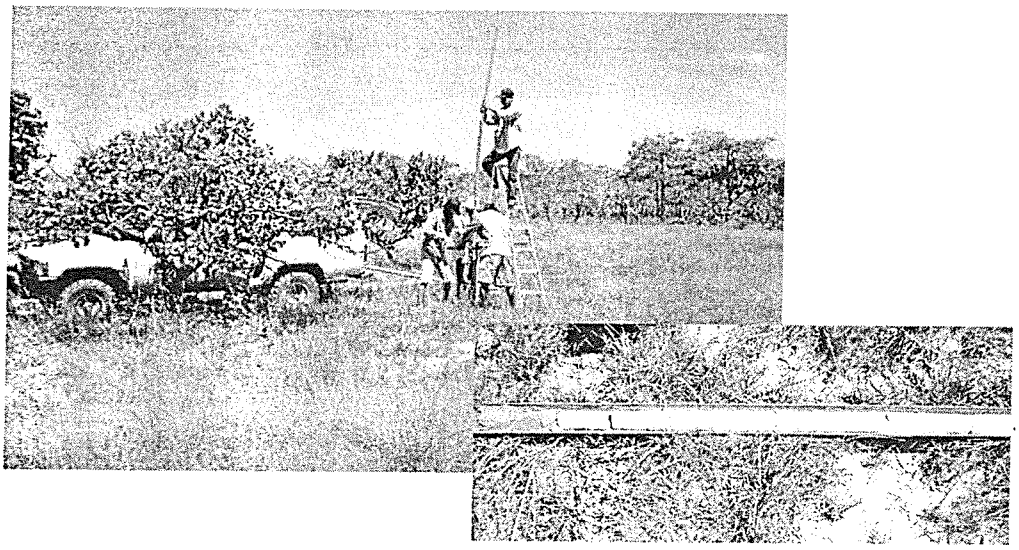
ในขั้นตอนการติดตามต้องใช้การเจาะสำรวจ ซึ่งสามารถทำได้ 3 วิธีด้วยกัน แต่ละวิธีมีความสะดวกและความเหมาะสมกับพื้นที่แตกต่างกันออกไป เช่น

- การเจาะโดยใช้ปั๊มทราย (sand Pump) ซึ่งเป็นเครื่องมือทำขึ้นใช้เองโดยประยุกต์จากเครื่องเจาะตะกอนทราย ใช้ท่อพีวีซีสองขนาดประกอบกัน ท่อเล็กมีหัวเป็นยาง ใช้คนขยับขึ้น-ลงเพื่อให้เกิดสูญญากาศในท่อใหญ่ (รูปที่ 12ก, 12ข) ดูดทรายออกเป็นแท่งทางด้านบน สามารถเจาะได้รวดเร็ว วันหนึ่งอาจเจาะถึงความลึก 4-5 เมตรได้ถึง 8-10 หลุม แต่จะไม่สามารถเจาะต่อได้เมื่อถึงชั้น “กรัง” ซึ่งเป็นชั้นดินเหนียวปนคราบสนิมเหล็ก และแข็งกว่าทราย
- การเจาะโดยใช้เครื่องเจาะมือหมุน (hand auger) สามารถเจาะในตะกอนที่ยังไม่จับตัวแข็ง หรือตะกอนกึ่งแข็งได้ดี แต่ใช้เวลามากกว่า และวิธีนี้มีอุปสรรคเมื่อพบชั้นน้ำใต้ดิน เนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้
- การขุดหลุมตรวจลองแร่ (pitting) เป็นการขุดชั้นทรายเพื่อศึกษาลำดับชั้นและความเปลี่ยนแปลงของทรายที่ระดับความลึกต่าง ๆ แต่ละหลุมใช้เวลานาน และมีปัญหาจากการที่ขอบหลุมพัง



รูปที่ 11 ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณปากคลองนาทับ อ. เมือง จ. สงขลา แสดงลักษณะโทนสีของพื้นที่ที่มีศักยภาพของทรายแก้ว (ลูกศร)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 12 ก) การปฏิบัติงานสำรวจทรายแก้วโดยใช้ปั๊มทราย และ ข) ลักษณะตัวอย่างแท่งทรายที่ได้จากการเจาะ ซึ่งเป็นแท่งที่แสดงลำดับชั้นได้ แต่อาจมีการยุบตัวหรือบิดเบี้ยวเล็กน้อย

ในการปฏิบัติงานในภาคสนาม หน่วยสำรวจจะต้องวางแผนการเจาะและเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ วัตถุประสงค์ของงาน และลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ เมื่อได้ตัวอย่างทรายแล้ว จะต้องนำไปแยกเอาแร่หนักที่ปะปนอยู่ออก พร้อมทำการศึกษาการกระจายตัวของเม็ดทรายที่ขนาดต่าง ๆ กัน และนำตัวอย่างส่งวิเคราะห์เคมี เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการประเมินผลการสำรวจอย่างครบถ้วนด้วย

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึงในขณะปฏิบัติงานสำรวจคือ การใช้ประโยชน์พื้นที่ เนื่องจากแหล่งทรายแก้วจะอยู่ภายใน หรือใกล้ บริเวณที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ หรือใกล้ชุมชน เนื่องจากความสวยงาม และสะดวกสบายในการดำรงชีวิต ดังนั้น ผู้สำรวจจึงควรเก็บข้อมูลในเรื่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการเก็บข้อมูลธรณีวิทยาแหล่งแร่ เพื่อให้มีข้อมูลจากทุกด้านมาประกอบการพิจารณาแนวทางการใช้ประโยชน์พื้นที่ในโอกาสต่อไป

การใช้ประโยชน์

ประโยชน์ของทรายแก้วในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง คือการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก้วและกระจก ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์มีข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุดิบแตกต่างกันออกไป แต่แก้วที่ใช้กันทั่วไปหรือมากกว่า 80 % ของอุตสาหกรรมนี้จะใช้วัตถุดิบหลัก 3 ชนิด คือ ทรายแก้วประมาณ 65-70 % หินปูน 10-12 % และโซดาแอช 20-25 % ดังนั้น จึงมีชื่อเรียกกระบวนการผลิตแก้วว่า “soda-lime-silica glass” ตามวัตถุดิบที่ใช้ ในการผลิตบางแห่งจะนิยมใส่เศษแก้ว (cullets) ลงไปในวัตถุดิบประมาณ 5-10 % ด้วย ส่วนผสมนี้จะถูกเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,600 °C เมื่อได้น้ำแก้วแล้ว จึงนำไปขึ้นรูป ด้วยเป่า หรือเป่า เพื่อให้มีรูปร่างตามต้องการ ส่วนแก้วประเภทอื่น ๆ มีวัตถุดิบที่แตกต่างออกไปจากนี้บ้าง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

อุตสาหกรรมหล่อโลหะ (ชิ้นส่วนรถยนต์ อะไหล่ ฯลฯ) ใช้ทรายแก้วมาทำเป็นแบบโดยใช้เบนโทไนต์และสารเคมีบางชนิดเป็นตัวประสาน คุณสมบัติที่เหมาะสมของทรายแก้วในงานประเภทนี้คือ ความทนทานต่ออุณหภูมิโลหะที่หลอมเหลว ความพรุนตัวเพื่อให้ก๊าซซึมผ่านไปได้ และความแกร่งพอที่จะรับน้ำหนักโลหะ เป็นต้น

นอกจากนี้อุตสาหกรรมเคมีและอุตสาหกรรมกึ่งตัวนำ (semi-conductor) ก็เป็นผู้ใช้รายสำคัญที่กำลังเพิ่มปริมาณการใช้ขึ้นเรื่อย ๆ โดยนำทรายแก้วไปทำปฏิกิริยากับโซดาไฟ (NaOH) ที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้เกิดโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ซึ่งเป็นวัสดุตั้งต้นสำหรับอุตสาหกรรมประเภทกาวผงซักฟอก ซิลิกาเจล หรือผลิตเป็นโลหะซิลิกอน (Si) โดยการหลอมด้วยไฟฟ้ารวมกับถ่านโค้กและเศษไม้ จากนั้นจึงนำไปผ่านกระบวนการปลูกผลึก เคลือบผิว และอื่น ๆ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับการนำทรายแก้วไปใช้ประโยชน์ ได้มีการเรียบเรียงไว้อย่างดีแล้วใน คณิต ประสิทธิการกุล (2545)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารอ้างอิง

การุณ ต้นธงชัย สมชาย ทรัพย์ปริญญาพร และ สุรศักดิ์ จิวะธานนท์, 2545, ธรณีวิทยาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ กิ่งอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช, รายงานความก้าวหน้า ฉบับที่ กศ 8/2545, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 49 หน้า

คณิต ประสิทธิการกุล, 2545, ทรายแก้ว : วารสารเศรษฐธรณีวิทยา ปีที่ 4 ฉบับที่ 4, กองเศรษฐธรณี-วิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 8 หน้า

เชิดศักดิ์ อรรถอารุณ และพิทักษ์ รัตนจารุรักษ์, 2539, A New Concept in Gypsum Geology of Thailand, การประชุมผลงานทางวิชาการกองเศรษฐธรณีวิทยา ประจำปี 2539, กองเศรษฐ-ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, หน้า 1-11

เชิดศักดิ์ อรรถอารุณ, 2545, เทคนิคการสำรวจแร่ยิปซัมในประเทศไทย : รายงานวิชาการ ฉบับที่ กศ 1/2545, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 28 หน้า

สุรศักดิ์ จิวะธานนท์, 2544ก, ธรณีวิทยาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ จังหวัดราชบุรี : รายงานวิชาการ ฉบับที่ กศ 1/2544, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 48 หน้า

สุรศักดิ์ จิวะธานนท์, 2544ข, ธรณีวิทยาแหล่งแร่เฟลด์สปาร์ จังหวัดตาก : รายงานวิชาการ ฉบับที่ กศ 9/2544, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 145 หน้า

Bates, R. L., and Jackson, J., A., 1987, Glossary of Geology, 3rd Edition, American Geological Institute, Virginia, 788 p.

El Tabakh, M., Utha-aroon, C., and Schreiber, B. C., 1999, Sedimentology of the Cretaceous Maha Sarakham evaporites in the Khorat Plateau of Northeastern Thailand : Sedimentary Geology, v.123, p. 31-62.

Potter, M. J., 1981, Feldspar, Nepheline Syenite and Aplite : Mineral Yearbook, v.1, US Department of Interior, p.313-321.

Surinkum, A., Subprinyaporn, S., and Tulathammakul, G., 1994, VLF Survey Investigation of the Noknoi Feldspar Mine in Tak Province, Northern Thailand : การประชุมวิชาการด้านเหมืองแร่ ครั้งที่ 5, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 2-66-2-78.

Suwanich, P., 1986, Potash and Rock Salt in Thailand : Nonmetallic Minerals Bulletin No.2, Economic Geology Division, DMR, 339 p.

Utha-aroon, C., and Suppasoonthornkul, T., 1992, Resources and Utilization of Industrial Minerals, Central and Northeastern Thailand : Guidebook for the Route B Excursion, A

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

National Conference on Geologic Resources of Thailand : Potential for Future Development, DMR, 47 p.

Warren, J.K., 1989, Evaporite Sedimentology, Prentice Hall Advance Reference Series, New Jersey, 285 p.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11156

แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย

โดย

นายจิติศักดิ์ เปรมมณี

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย

บทนำ

ประเทศไทยพบแร่ทองคำอยู่ทั่วไป ตั้งแต่ทิศเหนือจรดใต้ เช่น ทองคำในสายควอตซ์ ที่บ้านผาฮี้ อ.แม่สาย จ.เชียงราย แหล่งโต๊ะโม๊ะ อ.สุคิริน จ.นราธิวาส แหล่งชาตรี อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร เขาบ่อนางชิง อ.เมือง จ.สระแก้ว ทองคำเกิดร่วมกับหินสการ์น ที่ภูทับฟ้า อ.วังสะพุง จ.เลย ทองคำอยู่ในลำห้วย แม่น้ำ ที่ ห้วยกือกะโป๊ะ อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ตามลำน้ำวัง อ.วังเหนือ อ.แม่พริก จ.ลำปาง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม แหล่งแร่ทองคำเหล่านี้ มีการสำรวจอย่างจริงจังในเชิงพาณิชย์ค่อนข้างน้อย ในปัจจุบันมีเพียงสองแห่งเท่านั้น ที่มีการสำรวจเป็นขั้นเป็นตอนตามหลักวิชาการจนค้นพบแหล่งแร่ทองคำที่สามารถทำเหมืองได้คุ้มค่าเชิงพาณิชย์ คือ แหล่งแร่ชาตรี ที่ อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร และแหล่งแร่ภูทับฟ้า อ.วังสะพุง จ.เลย โดย บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด และบริษัท ทุ่งคำ จำกัด ตามลำดับ ดังนั้นจึงคาดว่าน่าจะมีแหล่งแร่ทองคำในเชิงพาณิชย์ฝังตัวอยู่ใต้พื้นดินรอการค้นพบอีกหลายแห่ง ในประเทศไทย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างง่าย ๆ ในภาพรวมของแหล่งแร่ทองคำ สำหรับนักธรณีวิทยาหรือนักสำรวจแร่ และหวังว่าจะนำไปสู่การสำรวจและค้นพบแหล่งแร่ทองคำแห่งใหม่ ๆ จึงแบ่งเนื้อหาของบทความนี้เป็น 2 ส่วน คือ ความรู้เบื้องต้นของธรณีวิทยาแหล่งแร่ทองคำและแหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย ดังนี้

1.ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแร่ทองคำ

เป็นการปูพื้นฐานเกี่ยวกับธรณีวิทยาแหล่งแร่ของทองคำ ตั้งแต่คุณสมบัติทั่วไปทางเคมีและกายภาพไปจนถึง ชนิดของแหล่งแร่ทองคำที่พบ เนื้อหาในเอกสารนี้จะทำมาจากเอกสารหลายเล่มและเป็นรูปภาพต่าง ๆ ประกอบการอธิบาย

1.1 คุณสมบัติทั่วไป

สูตรเคมี Au มาจากภาษาลาตินว่า Aurum

เลขที่อะตอม 79	น้ำหนักอะตอม 196.967
อุณหภูมิจุดเดือด 2970 C	จุดหลอมเหลว 1063 C
ความแข็งตามมาตรฐานของไมห์ 2.5-3	ความถ่วงจำเพาะ 15.5-19.3 (บริสุทธิ์)
ทองคำแท่ง 1 บาท หนัก 15.24 กรัม	ทองคำรูปพรรณ 1 บาท หนัก 15.16 กรัม
ทองคำ 1 ออนซ์ หนัก 31.1 กรัม	

ทองคำมักเกิดเป็นโลหะธรรมชาติ มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษโบราณว่า “GEOLU” แปลว่าเหลืองอร่าม เปล่งปลั่ง อ่อน ยืดได้ ในธรรมชาติมักเกิดผสมกับธาตุโลหะชนิดอื่น ๆ เป็นแร่ชนิดต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

Gold mineral

Native elements, alloys and metallic compounds

Gold	**Au**
Argentian gold (electrum)	(Au, Ag)
Cuprian gold (cuproauride)	(Au, Cu)
Pallandian gold (porpezite)	(Au, Pd)
Rhodian gold (rhodite)	(Au, Rh)
Iridic gold	(Au, Ir)
Platinum gold	(Au, Pt)
Bismuthian gold	(Au, Bi)
Gold amalgam	$Au_2 Hg_3$ (?)
Maldonite	$Au_2 Bi$
Auricupride	$Au Cu_3$
Palladium cuproauride	$(Cu, Pd)_3 Au_2$
Sulphide	
Uytenbogaardtite	$Ag_3 AuS_2$
Tellurides	
Calaverite	$Au Te_2$
Krennerite	$(Au, Ag) Te_2$
Montbrayite	$(Au, Sb)_2 Te_3$
Petzite (antamokite) $Ag_3 Au Te_2$	
Muthmannite	**(Ag, Au) Te**
Sulvanite	$(Au, Ag) Te_4$
Kostovite	$Au Cu Te_4$
Nagyagite	$Pb_5 Au (Te, Sb)_4 S_{5-8}$
Antimonide	
Aurostibite	$Au Sb_2$
Selenide	
Fischesserite	$Ag_3 AuSe_2$
Tellurate	
Gold tellurate (?)	

(The geochemistry of gold and its deposits, Boyle , 1979)

ความบริสุทธิ์ทองคำจะคิดเป็นกะรัตหรือไฟน์เนส (Karat of Fineness) ทองคำบริสุทธิ์ มีเนื้อโลหะทองคำร้อยละ 99.99 มีค่าเท่ากับ 24 กะรัต หรือ 1000 ไฟน์ เช่น ทองคำ 14 กะรัต หมายถึงโลหะที่มีทองคำผสม 14 ส่วน และอีก 10 ส่วน เป็นโลหะชนิดอื่น ทองคำบริสุทธิ์ในทางการค้าจะมีเนื้อโลหะทองคำมากกว่าร้อยละ 99 ส่วน ทองรูปพรรณจะมีเนื้อโลหะทองคำร้อยละ 96.5

1.2 ทองคำในธรรมชาติ

ทองคำมีปะปนในหินทุกชนิดรวมทั้งน้ำด้วย Bayle (1979) ได้รวบรวมผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุทองคำในวัตถุต่าง ๆ ยกตัวอย่างที่น่าสนใจดังนี้

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เปลือกโลก	0.0035 ppm	หินอัคนี	0.0119 ppm
หินชั้น	0.0403 ppm	หินแปร	0.0109 ppm
น้ำทะเล	0.001-46 ppb	น้ำพุร้อน	0.004-22 ppb
น้ำบาดาล	<0.005-0.2 ppb	น้ำผิวดิน	0.002-4.7 ppb

มีตัวเลขที่น่าสนใจคือ น้ำทั่วๆ ไปจะมีปริมาณทองคำปะปนโดยเฉลี่ยประมาณ 0.004 ppb แต่จากการศึกษาหินที่มีลักษณะเป็น red-orange amorphous sulphide with opaline silica ที่เกิดจากน้ำร้อนบริเวณ Taupo volcanic belt ในประเทศนิวซีแลนด์ โดย Weissberg (1969, 1970) ใน Boyle (1979) พบว่ามีทองคำถึง 85 ppm ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าน้ำร้อนที่มีสภาวะที่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดแหล่งแร่ทองคำที่มีความสมบูรณ์สูงได้

1.3 การละลายและตกตะกอนของธาตุทองคำ

กราฟแสดงการละลายของธาตุทองคำ ใน hydrothermal system โดยธาตุทองคำจะอยู่ในสารละลายในรูปของ คลอไรด์คอมเพรกซ์ (chloride complexes) หรือ ซัลไฟด์คอมเพรกซ์ (sulfide complexes) และจะตกตะกอนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางเคมีและกายภาพ เช่น ปริมาณของออกซิเจน ความเป็นกรด-ด่าง ความดัน รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย

1.4 ข้อมูลอื่นๆ ที่น่าสนใจ ประกอบด้วย

1.4.1 Relation of igneous rocks to mineral deposits

1.4.2 Possible sources of hydrothermal ore-deposit components

1.4.3 Lindgren's classification of ore deposits

1.4.4 Permeability of rocks

1.4.5 Geologic aspects of primary and secondary porosity and permeability

1.4.6 Size versus grade of South-West Pacific Rim gold deposits

1.5 ชนิดของแหล่งแร่ทองคำ

แบ่งได้ตามลักษณะการเกิดเป็น 2 แบบ คือ แบบปฐมภูมิ (primary deposit) และแบบทุติยภูมิ (secondary deposit) ดังนี้

1.5.1 แบบปฐมภูมิ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ vein type และ disseminated type ดังนี้

ก. Vein type ประกอบด้วย

- Epithermal vein เป็นสายแร่ที่เกิดจากน้ำแร่อุณหภูมิต่ำ (50-300 องศาเซลเซียส) มักพบเป็น open space filling texture, chalcedonic or opalline quartz, cockade or comb structure, colloform banding เป็นต้น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

- Mesothermal vein เป็นสายแร่ที่เกิดจากน้ำแร่อุณหภูมิสูง (300-500 องศาเซลเซียส) มักพบเป็นสายควอตซ์ที่แทรกในหินท้องที่
- Lode gold เป็นสายแร่ที่แทรกในหินที่มีอายุแก่มาก มักหมายถึงสายแร่ควอตซ์ที่อยู่ในหินยุค Pre-Cambrian
- Stockwork เป็นสายแร่ควอต์ที่มีขนาดเล็ก 0.5-10 เซนติเมตร ที่มีเป็นจำนวนมาก มักจะแทรกตัดกันเป็นร่างแห และแทรกในหินท้องที่

ข. Disseminated type ประกอบด้วย

- Sediments hosted or Carlin type เป็นแหล่งแร่ที่ทองคำขนาดเล็กมากฝังประในเนื้อหิน (มักเป็นพวก fine grain calcareous clastic sediments)
- Skarn เกิดบริเวณรอยสัมผัสของหินอัคนีแทรกซอนกับหินท้องที่โดยเฉพาะหินที่มีแร่คาร์บอเนตเป็นส่วนประกอบ
- Breccia ทองคำปะปนใน breccia ตามรอยเลื่อน breccia pipe หรือ hydrothermal breccia
- เกิดร่วมกับแหล่งแร่อื่นๆ เช่น porphyry copper, VMS, PGE เป็นต้น

1.5.2 แบบทุติยภูมิ แบ่งเป็น 2 แบบคือ mechanical and supergene enrichment

ก. Mechanical enrichment เป็นแหล่งแบบลานแร่ (placer deposit) ในลักษณะของ elluvial, collovial และ alluvial deposits

ข. Supervene enrichment อยู่ในลูกรัง (latterite)

2. แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย

เนื้อหาของส่วนนี้คัดลอกและดัดแปลงมาจาก บทความเรื่อง "Prospectivity – Suwanaphum Land of Gold" โดย สมศักดิ์ โพธิสัตย์ ซึ่งเสนอในการประชุมเรื่อง "South East Asian Mining Conference on "Gold and Base Metal – Law and Prospectivity" เมื่อวันที่ 21-23 กุมภาพันธ์ 2537 ที่ โรงแรมเชอราตัน กรุงเทพฯ แปลเป็นภาษาไทยโดย วรลักษณ์ แสงมณี บทความนี้นับว่าเป็นบทความที่รวบรวมลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งแร่ของทองคำได้ดีที่สุดและมีรายละเอียดเพียงพอสำหรับนักธรณีวิทยาเพื่อใช้ค้นคว้าและอ้างอิง ดังนั้นจึงนำบางส่วนมาลงไว้ในเอกสารนี้

แหล่งแร่ทองคำ

จากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณีในปัจจุบัน ปรากฏพบว่าแร่ทองคำส่วนใหญ่บริเวณภาคกลางตอนบนของประเทศ และรอบๆ ขอบด้านตะวันตกของแอ่งโคราช ในแนวหินแกรนิตตะวันตก (Western Granitoid belt) ซึ่งวางตัวเป็นแนวยาวจากกาญจนบุรีลงไปถึงภูเก็ต ทองคำจะพบในลานแร่ดีบุก โดยเกิดอยู่ในตะกอนตามทางน้ำหรือเป็นผลพลอยได้จากการขุดแร่ดีบุก ทองคำยังพบว่าเกิดเป็นลานแร่ และพบในสายแร่ควอรตซ์ด้วย ทางภาคตะวันออก และทางภาคใต้ของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

อกนิษฐ์ สุวรรณสิงห์ (2530) แบ่งพื้นที่ศักยภาพของแร่ทองคำ โดยอาศัยจากการกระจายตัวของแร่ทองคำออกเป็น 9 โซน ส่วนในเอกสารฉบับนี้ ผู้เขียนมีจุดมุ่งหมายที่จะแบ่งการเกิดแร่ทองคำโดยอาศัยการกระจายตัวหินต้นกำเนิด และรูปแบบของการแหล่งแร่ โดยแบ่งออกได้เป็น 5 โซนด้วยกัน ซึ่งแต่ละโซนขนานไปกับแนวหินภูเขาไฟและหินแกรนิต ยกเว้น 3 พื้นที่ คือ อุตรดิตถ์-น่าน ตอนใต้ของตาก-ตอนเหนือของกาญจนบุรี และสุราษฎร์ธานี-สตูล ซึ่งไม่มีข้อมูล ส่วนพื้นที่ซึ่งพบว่าไม่มีศักยภาพของแร่ทองคำเลย คือ 1. แอ่งโคราชทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 2. แอ่งนครไทย ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของ จ.พิษณุโลก และ 3. ที่ราบลุ่มเจ้าพระยา โดยสองแอ่งแรกถูกปกคลุมด้วยตะกอนหนาของ molasse facies โดยไม่มีการเปลี่ยนสภาพจากผลของแมกมาแต่อย่างใด (magmatic defomation) ขณะที่พื้นที่สุดท้ายเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำขนาดใหญ่ของแม่น้ำเจ้าพระยา

โซนที่ 1 : เลย – เพชรบูรณ์ – ปราจีนบุรี

โซนของแร่ทองคำนี้เป็นโซนที่ดีที่สุดใน 5 โซน โดยแบ่งตามบริเวณที่พบแร่ทองคำออกเป็นโซนย่อย 3 แนวด้วยกัน คือ 1. เลย-หนองคาย-อุดรธานี 2. เพชรบูรณ์-พิจิตร-ลพบุรี 3. ปราจีนบุรี-สระแก้ว โดยรูปแบบของการสะสมตัวจะผสมกันโดยมีทั้งชนิดที่เกิดร่วมกับสายแร่ควอรตซ์และแบบสการ์นในหินต้นกำเนิดพวกหินภูเขาไฟยุคเพอร์โมไทรแอสซิก หินต้นกำเนิดพวกหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกตอนต้นถึงตอนปลาย (Eastern-Granitoid belt) และหินคาร์บอเนตมหายุคพาลีโอโซอิคตอนต้น

1. แนว เลย – หนองคาย – อุดรธานี

ทองคำในแนวนี้ถูกค้นพบและรายงานไว้กว่าสิบปีมาแล้ว ทองคำทั้งหมดเกิดอยู่ในลานแร่ตามท้องน้ำ มีเพียง 8 บริเวณเท่านั้น ที่มีรายงานไว้ว่าปรากฏเป็นแหล่งแร่ปฐมภูมิ หรือเป็นตะกอนเหลือค้างซึ่งพบที่ จ.เลย ภูโล้น ภูห้วยฮ่อม (บ้านนางิ้ว) และบ้านชำเจียง อ.สังคม จ.หนองคาย ซึ่งสุธรรม แย้มนิยม (2530) สรุปไว้ว่าที่ภูถ้ำพระนั้นทองคำปรากฏในลักษณะของหินต้นกำเนิดเป็นสายแร่ควอรตซ์ที่ถูกบดแตกด้วยไอน้ำแร่ร้อนอุณหภูมิต่ำ (Epithermal brecciated quartz veins) ในหินไดออไรต์ และหินตะกอน โดยมีการเกิดร่วมกับเงิน แมงกานีส ทองแดง ฮีมาไทต์ แบไรต์ และไพไรต์ ค่าของทองคำอยู่ในช่วง 0.3-2.0 ppm ทองคำที่ภูทองแดง อ.เมือง จ.เลย นั้น พบในลักษณะของร่องรอยที่น้อยมาก (trace element) ใน porphyry copper ในหินไดออไรต์พอไฟรี ที่บ้านน้ำคิว อ.เมือง จ.เลย มีค่าเฉลี่ยของทองคำประมาณ 1 ppm และมีค่าของเงิน 60 ppm ซึ่งรายงานว่าเกิดอยู่ในสายแร่ควอรตซ์-แบไรต์ (brecciated quartz-barite veins) ที่บ้านป่าข้าวหลาม อ.เมือง จ.เลย ค่าของแร่ทองคำค่อนข้างจะสูง (2.6-6.9 ppm) ในสายแร่ควอรตซ์ซึ่งแทรกอยู่ในหินแกรโนไดออไรต์ และหินตะกอนที่อยู่รอบข้างที่ภูห้วยฮ่อม อ.เมือง จ.เลย ตรวจพบทองคำ 2.3 ppm จาก gossan ของแมกนีไทต์ และจากสายแร่ควอรตซ์ การเกิดของแร่ทองคำร่วมกับสการ์น และสายแร่ควอรตซ์นั้นมีรายงานว่าพบที่ภูทอง ภูโล้น และบ้านชำเจียง อ.สังคม จ.หนองคาย โดยพบในหินแกรโนไดออไรต์ ไดออไรต์ และการ์เนตสการ์น ค่าของทองคำที่ภูทองเท่ากับ 0.9-2.0 ppm ที่ภูโล้น 0.3-5.9 ppm และใน gossan ที่บ้านชำเจียง 10.2 ppm

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

2. แนว เพชรบูรณ์ - พิจิตร - ลพบุรี

แนวนี้อยู่บริเวณตอนกลางของแนวภูเขาไฟด้านตะวันออก (Eastern-Volcanic Belt) ซึ่งปรากฏอยู่ทางพื้นที่ด้านตะวันตกของ จ.เพชรบูรณ์ ตะวันออกเฉียงใต้ของ จ.พิษณุโลก ตะวันออกเฉียงใต้ของ จ.พิจิตร ตะวันออกของ จ.นครสวรรค์ และตะวันออกเฉียงเหนือของ จ.ลพบุรี ลักษณะภูมิประเทศของภูเขาไฟบริเวณด้านตะวันตกของที่กล่าวมาทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยที่ราบหุบเขาและที่ราบน้ำพา ดินตะกอนเหลือค้าง และศิลาแลง หินภูเขาไฟชุดนี้เป็นหินต้นกำเนิดของแร่ทองคำที่ดีที่สุดในโซนนี้ แนวของหินภูเขาไฟนี้ทั้งหมดและหินมหายุคพาลีโอโซอิคตอนต้นนั้นถูกแทรกดันเป็นหย่อม ๆ ด้วยหินพวกแกรนิตยุคไทรแอสซิกตอนต้นถึงตอนปลายของ Eastern Granitoid Belt ข้อมูลการหาอายุทางกัมมันตรังสีมีน้อยมากในหินชุดนี้ แต่จากการเปรียบเทียบลำดับการวางตัวของชั้นหินกำหนดได้ว่าหินทั้งหมดอยู่ในช่วงยุคเพอร์โมไทรแอสซิก ข้อมูลในปัจจุบัน (สุพร อินทโสภา, 2536) กล่าวไว้ว่าหินแอนดีไซต์ที่ปรากฏอยู่ทางตะวันตกของ จ.เลย และต่อลงมาทางตะวันออกของ จ.เพชรบูรณ์นั้น อายุประมาณ 235 ล้านปี หินภูเขาไฟอายุอ่อน พบว่ามีเกิดอยู่บ้างทางด้านใต้ของ จ.เพชรบูรณ์ ลงไปถึงตะวันออกของ จ.ลพบุรี ถึงสระบุรี โดยเกิดในช่วงเวลาของยุคเทอร์เชียรี ซึ่งอยู่ในช่วง 55 ถึง 13.6 ล้านปี

แหล่งแร่ทองคำในแนวนี้อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นแหล่งที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย โดยพบในพื้นที่รอยต่อของ จ.พิจิตร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ ที่นี่พบว่ามีพื้นที่ศักยภาพทางแร่ทองคำ 9 พื้นที่ด้วยกัน (ธงชัย รถมณี, 2535) แร่ทองคำเกิดร่วมอยู่กับสายแร่ควอรตซ์ หินภูเขาไฟชนิดไรโอไลต์ และหินชิ้นภูเขาไฟที่มีส่วนประกอบเป็นไรโอไลต์ที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา และกระเปาะของแมกนีไทต์ซึ่งเกิดอยู่บริเวณโซนรอยต่อของหินชิ้นภูเขาไฟชนิดไรโอไลต์ หินปูน และหินแกรนิตหรือแกรโนไดออไรต์

ที่เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร มีพนังของหินแอนดีไซต์ แทรกเข้ามาในหินชิ้นภูเขาไฟพวกไรโอไลต์ตามแนวรอยเลื่อน (Fault) ทองคำพบทั้งในสายแร่ควอรตซ์และหินภูเขาไฟซึ่งถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา ทองคำสามารถเลียงพบได้จากดินตะกอนเหลือค้างซึ่งได้จากบนเขาและรอบ ๆ เขาเจ็ดลูก ซึ่งวางตัวเป็นแนวยาวถึง 6 กม. ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (NNE-SSW) โดยส่วนที่พบว่ามีแร่ทองคำอยู่มากที่สุดนั้นเป็นส่วนของตะกอนเหลือค้างซึ่งอยู่ที่ภูเขาทางด้านเหนือ (เขาพนมพา และเขาขี้นาค อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร) แต่จากผลการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์จากสายแร่ควอรตซ์ และหินภูเขาไฟชนิดไรโอไลต์ที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกาแล้ว พบว่ามีค่าทองคำน้อยกว่า 1 ppm.

ที่เขาหม้อ-เขาดิน อ.ทับคล้อ-วังโป่ง จ.พิจิตร-เพชรบูรณ์ แนวของสายแร่ควอรตซ์ซึ่งมีทองคำนั้นกว้างมากกว่า 30 ม. ยาวกว่า 500 ม. (เขาหม้อ) และกว้าง 0.1-3.0 ม. ยาว 30 ม. (เขาดิน) แทรกเข้าไปในหินไรโอไลต์ และหินชิ้นภูเขาไฟชนิดไรโอไลต์ที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา ซึ่งวางตัวตามแนวรอยเลื่อน ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือค่อนไปทางเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ค่อนไปทางใต้ (NNW-SSE) เป็นแนวยาวมากกว่า 15 กม. จากเขาเขตไปถึงเขาดิน การแทรกซึมของสารละลายซิลิกาครอบคลุมพื้นที่มากกว่าความยาวทั้งหมดของรอยเลื่อน ทองคำพบเป็นทองคำชนิดที่มองไม่เห็น

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ด้วยตาเปล่า (invisible gold) อยู่ในสายแร่ควอรตซ์ และหินชั้นภูเขาไฟที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา ส่วนทองคำชนิดที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่านั้นสามารถพบได้จากดินตะกอนเหลือค้างบนภูเขาและรอบๆ ตีนเขา ค่าของแร่ทองคำโดยเฉลี่ย 2.38 ppm. ที่เขาหม้อ และ 2.29 ppm. ที่เขาดิน และค่าเฉลี่ยของแร่เงินเท่ากับ 13.00 ppm. และ 3.37 ppm. ตามลำดับ

การเกิดของแร่ทองคำในรูปแบบเดียวกันนี้ คือ เกิดในสายแร่ควอรตซ์ และในหินชั้นภูเขาไฟที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกานี้ พบได้ที่เขามัน บ้านวังไม้วง เนินต้อง และเขาชะอม อ.วังโป่ง-ทับคล้อ จ.เพชรบูรณ์-พิจิตร ด้วย

ที่เขาขุดทอง อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์ พบทองคำบ้างเล็กน้อย (0.24-2.16 ppm.) ในแหล่งแร่เหล็กชนิด magnetite-hematite ซึ่งเกิดร่วมอยู่กับไพไรต์ และคาลโคไพไรต์ แหล่งแร่พบอยู่ในโซนของการแทรกซึมของสารละลายซิลิกาและโซนของการแปรสภาพเป็นดินขาว (kaolinization) ตามแนวสัมผัสระหว่างหินแกรโนไดออไรต์ กับหินชั้นภูเขาไฟชนิดไรโอไลต์

ที่เขาร่อนทอง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ ทองคำพบในสายแร่ควอรตซ์ ซึ่งแทรกเข้ามาในหินแกรนิต ใกล้กับรอยสัมผัสระหว่างหินปูนกับหินแกรนิต

สำหรับแร่ทองคำที่พบในบริเวณนี้ในโซนนี้นั้นยังพบว่ามีอยู่อีก เช่นที่บ้านน้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ห้วยโป่งหินขาว และเขารวก อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งพบแร่ทองคำในรูปแบบเดียวกัน คือสายแร่ควอรตซ์แทรกเข้ามาในหินชั้นภูเขาไฟชนิดไรโอไลต์ หินไรโอไลต์ และหินปูนแคลซิลิเกต แต่ปริมาณของทองคำค่อนข้างจะต่ำกว่าในบริเวณที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ดีเม็ดแร่ทองคำที่ถูกพัดพามาสามารถเลียงพบได้จากทางน้ำหลายๆ สายในเทือกเขาเพชรบูรณ์ นี้

แหล่งแร่ทองคำใน จ.ลพบุรี พบว่ามีบ้างเล็กน้อยในสายแร่ควอรตซ์ซึ่งแทรกตัดเข้ามาในหินอ่อนแคลซิลิเกตและในตัวของแคลซิลิเกตเอง เกือบจะทั้งหมดเป็นเหมืองแร่ทองคำโบราณซึ่งปัจจุบันอยู่ในเขตทหาร มีเพียง 2 แห่งเท่านั้นที่น่าสนใจ แห่งแรก คือ ที่บ้านบ่อทอง หรือท่าตะโก อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี และแหล่งที่สองคือ ที่เขาวงพระจันทร์ อ.เมือง จ.ลพบุรี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของทองคำอยู่ในช่วง 0.13-34.68 ppm. ทั้งสองแห่งเป็นทองคำชนิดที่เกิดร่วมกับแร่ซัลไฟด์ (pyrite และ chalchopyrite) เอพิโดต-สการ์น และสายแร่ควอรตซ์-แคลไซต์ ที่เหมืองแร่เหล็กเขาทับควาย อ.เมือง จ.ลพบุรี ปริมาณของแร่ทองคำพบบ้างเล็กน้อยจนถึง 2.5 ppm. ซึ่งพบจากหินแมกนีไทต์-สการ์นที่มีแร่ซัลไฟด์

3. แนว ปราจีนบุรี – สระแก้ว

การเกิดแร่ทองคำในแนวนี้มีการเกิดถึง แ2 แบบ คือ สายแร่ควอรตซ์ และแทรกประในหินการ์เนต-เอพิโดต-สการ์น ของหินปูนยุคเพอร์เมียน และในสายแร่ควอรตซ์ซึ่งตัดเข้ามาในหินภูเขาไฟและหินกึ่งภูเขาไฟชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นกรดและกึ่งกรด (acid to intemediate) ซึ่งการเกิดทั้งสองชนิดนี้ เป็นการเกิดร่วมกับหินอัคนีแทรกซอน

ชนิดแรก เป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่ บ้านบ่อทอง อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี และบ้านนาล้อม อ.เมือง จ.สระแก้ว ที่บ้านบ่อทองมีเหมืองอุโมงค์ใต้ดิน ยาวประมาณ 750 ม. ไปตามแนวสัมผัส

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ระหว่างหินการ์เนต-เอพิโดต-สการ์น กับหินแกรโนไดออไรต์ ในช่วงระหว่างปี 2497-2499 แร่ทองคำถูกผลิตออกไปประมาณ 1,758 ออนซ์ (สมศักดิ์ โพธิสัตย์, 2517) ขนาดของเม็ดแร่ทองคำไม่แน่นอน มีตั้งแต่ขนาดป่นเป็นแป้งไปจนถึงขนาดใหญ่มากกว่า 6 มม. โซนของแร่ทองคำที่บ้านนาล้อมรายงานไว้โดยประเสริฐ กุมารจันทร์ในปี 2532 ว่ากว้าง 1.5-2.0 ม. ยาวมากกว่า 1,700 ม. ในแนวตะวันออก-ตะวันตก ค่าของแร่ทองคำมีช่วงอยู่ตั้งแต่ 0-59 กรัม/ตัน

ชนิดที่สองคือ ที่เขาสามสิบ และเขาเมยจ่อย อ.เมือง จ.สระแก้ว สายแร่ควอรตซ์จำนวนมากที่มีแร่ทองคำนั้น ครอบคลุมพื้นที่กว้าง 2.0-3.0 ม. ยาวตั้งแต่ 2-3 เมตร ไปจนถึง 200-300 เมตร ปริมาณแร่ทองคำจากตัวอย่างสายแร่ควอรตซ์ 7 ตัวอย่างที่นำมาจากบ้านโนน อ.เมือง จ. สระแก้ว นั้น มีค่าตั้งแต่ 0 ไปจนถึง 43 ppm. (ประเสริฐ กุมารจันทร์, 2532)

ลานแร่ทองคำจำนวนมากนี้มีการทำเหมืองโดยคนท้องถิ่น ด้วยวิธีการเลียงและมีการทำเหมืองฉีดขนาดเล็กบ้างที่บ้านบุเสี้ยว บ้านคลองอุดมสุข อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี และบ้านบ่อนางชิง อ.เมือง จ.สระแก้ว

โซนที่ 2 : เชียงราย - แพร่ - ตาก

โซนของแร่ทองคำนี้ ส่วนใหญ่เป็นแหล่งแร่ทองคำที่เกิดร่วมกับสายแร่ควอรตซ์ และหินต้นกำเนิดเป็นหินพวกหินภูเขาไฟยุคเพอร์โมไทรแอสซิกที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา และหินตะกอนที่อยู่ข้างเคียง จากข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันแหล่งแร่ทองคำจะพบอยู่เฉพาะซีกตอนใต้ของแนวหินภูเขาไฟซึ่งวางตัวเป็นแนวยาวจาก อ.ลอง ลงไปทาง อ.วังชิ้น จ.แพร่ และ อ.เถิน ถึง อ.แม่พริก จ. ลำปาง

ข้อมูลของแหล่งแร่ทองคำทางซีกตอนเหนือ ซึ่งวางตัวเป็นแนวยาวจากตะวันออกของเชียงรายลงไปทางตะวันตกเฉียงใต้ ไปยังตอนเหนือของแพร่นั้นยังไม่มีการรายงาน แต่พอจะกล่าวได้ว่าน่าจะเข้าไปทำการสำรวจหาแร่ทองคำในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่คล้ายคลึงกับตอนใต้มาก แร่ทองคำนั้นสามารถที่จะเลียงพบได้ทั่วไปตามทางน้ำใหญ่และทางน้ำสาขาในบริเวณแนวหินภูเขาไฟลำปาง-แพร่

การเกิดการแทรกซึมของสารละลายน้ำร้อนครั้งล่าสุดในบริเวณนี้เกิดจาก ferberite-related phreatic breccia ในช่วง 35-40 ล้านปีมาแล้ว (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2536) ซึ่งการแทรกซึมของสารละลายน้ำร้อนนี้ อาจจะเป็นไปได้ว่าเป็นการนำแร่ทองคำขึ้นมาสะสมตัวในบริเวณนี้ เนื่องจากปริมาณของแร่ทองคำในหินดินดานที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา จำนวน 2 ตัวอย่าง มีค่า 53 และ 230 ppb.

สมศักดิ์ โพธิสัตย์ (2535) สรุปทฤษฎีการเกิดของแร่ทองคำบริเวณโซนนี้ไว้ 4 ข้อ ด้วยกัน คือ ทองคำซึ่งเกิดร่วมกับสายแร่ควอรตซ์ ทองคำซึ่งมีหินต้นกำเนิดเป็นสายแร่ซัลไฟด์ที่ได้จากสารละลายน้ำร้อน ทองคำซึ่งเกิดร่วมกับแร่ซัลไฟด์ในโซนของ Shear และ Breccia และการเกิดของแร่ทองคำที่สำคัญที่สุดคือ ทองคำที่เกิดร่วมกับสายแร่ควอรตซ์ และมีหินต้นกำเนิดเป็นหินที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา จากผลการสำรวจเบื้องต้น สามารถกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพทางแร่ทองคำได้อย่าง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

น้อย 6 พื้นที่ด้วยกัน ซึ่งคัดเลือกไว้สำหรับทำการสำรวจในขั้นรายละเอียด คือ พื้นที่ห้วยคำอ่อน อ.วังชิ้น จ.แพร่ บ้านแม่มอกหัวน้ำ อ.เถิน จ.ลำปาง และบ้านแม่จองไฟ อ.ลอง จ.แพร่

การเกิดแร่ทองคำที่ห้วยคำอ่อน-ห้วยสิทธิ์ อ.วังชิ้น จ.แพร่ พบว่าเกิดในชุดของสายแร่ควอรตซ์ซึ่งวางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ตามแนวของรอยเลื่อน (fault) สายแร่ควอรตซ์แต่ละสายมีขนาดแตกต่างกันไป คือ ยาวตั้งแต่ 5-9 ม. กว้าง 1-5 ม. ทองคำมีปรากฏทั้งแบบชนิดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และชนิดที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าในสายแร่ควอรตซ์ ในไพไรต์ และบางครั้งยังพบว่าเคลือบอยู่บริเวณรอยเลื่อนที่เกิดขึ้นในสายควอรตซ์ด้วย ค่าของแร่ทองคำโดยเฉลี่ยจากสายแร่ควอรตซ์เท่ากับ 1.77 ppm. ในหินชิ้นภูเขาไฟ และหินดินดาน เท่ากับ 0.18 ppm. สายแร่ควอรตซ์ที่มีแร่ทองคำอยู่มากที่สุดนั้น มีแร่ทองคำเฉลี่ยถึง 6.04 ppm.

การเกิดแร่ทองคำในพื้นที่แม่จองไฟ อ.เถิน จ.ลำปาง นั้นมีรูปแบบการเกิดที่เหมือนกับการเกิดในพื้นที่ห้วยคำอ่อน ผลของการวิเคราะห์สายแร่ควอรตซ์ในโซนของการแทรกซึมของสารละลายซิลิกา และหินภูเขาไฟที่ถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา ด้วยวิธี AAS นั้น พบว่ามีแร่ทองคำตั้งแต่น้อยกว่า 0.05 ppm. ไปจนถึง 4.74 ppm.

พื้นที่ม่อนขุมคำ-ห้วยถ้ำ อ.วังชิ้น จ.แพร่ การเกิดของแร่ทองคำ มีบางบริเวณที่แตกต่างไปจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในพื้นที่นี้ทองคำพบอยู่ในสายแร่ควอรตซ์ที่มีแร่ซัลไฟด์ ซึ่งแทรกตัดเข้ามาในโซนของ alteration ของหินภูเขาไฟสำหรับแร่ไพไรต์ และคาลโคไพไรต์ เป็นชนิดของแร่ซัลไฟด์ที่พบได้ทั่วไปในบริเวณนี้ ปริมาณของแร่ทองคำอยู่ในช่วงตั้งแต่ <0.05-17.3 ppm. ส่วนเงินและทองแดงมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-9.34 และ 2.7-4.7 ppm. ตามลำดับ

แหล่งแร่ทองคำในพื้นที่ห้วยโป่ง-ห้วยตองสาด อ.วังชิ้น จ.แพร่ ส่วนใหญ่แล้วพบว่าเกิดอยู่ในสายแร่ควอรตซ์และหินตะกอนชนิด argillaceous ซึ่งถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกา ปริมาณของแร่ทองคำโดยเฉลี่ยในสายแร่ควอรตซ์เท่ากับ 1.24 ppm. ขณะที่ในหิน argillite และ breccia ซึ่งถูกแทรกซึมด้วยสารละลายซิลิกามักจะมีค่าต่ำกว่า 0.2 ppm. แร่ทองคำมักจะสะสมตัวอยู่ในตะกอนท้องน้ำและในดินตะกอนที่ทับถมกันหลังคันดินธรรมชาติ (bank soil) เป็นจำนวนมาก ซึ่งมากพอสำหรับที่จะทำให้ชาวบ้านทำการขุดและเลียงหาแร่ทองคำอยู่ทั่วไป ซึ่งขนาดและรูปร่างของแร่ทองคำบ่งบอกให้ทราบว่าแร่ทองคำบริเวณนี้สะสมตัวอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิด หรือถูกพัดพามาไม่ไกลจากต้นกำเนิดนัก เนื่องจากทองคำบางเกล็ดยังคงติดอยู่กับเม็ดควอรตซ์

นอกจากนั้นแล้ว ยังพบว่ามีพื้นที่อื่นๆ อีก เช่น แม่มอกหัวน้ำ บ้านท่ามะเกว๋น และห้วยปู่เจ้า อ.เถิน จ.ลำปาง ทองคำที่พบส่วนใหญ่พบในสายแร่ควอรตซ์ และปริมาณของแร่ทองคำค่อนข้างจะต่ำ (<1 ppm.) แหล่งแร่ทองคำที่ห้วยปู่เจ้าและบ้านท่ามะเกว๋นนี้มักจะเกิดร่วมกับแร่ไพไรต์และคาลโคไพไรต์ ขณะที่แร่ทองคำที่แม่มอกหัวน้ำมักจะเกิดร่วมกับแร่ฮีมาไทต์

โซนที่ 3 : ชลบุรี - นราธิวาส

ทองคำในโซนนี้มีปรากฏอยู่ 3 แห่งด้วยกัน คือ ที่ จ.ชลบุรี ระยอง และนราธิวาส ซึ่งโซนนี้ไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากมีอ่าวไทยกั้นอยู่ การเกิดแร่ในโซนนี้นั้นพบว่า Superimpose เข้ามาใน

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

Eastern-Granitoid Belt ซึ่งรูปแบบการเกิดแหล่งแร่ในบริเวณนี้เป็นการเกิดร่วมกับหินพวกแกรนิต โดยอยู่ในรูปของสายแร่ควอรตซ์ และบางครั้งอาจฝังประอยู่ในหิน metasediment ซึ่งเป็น roof pendant อยู่ในบริเวณนี้ด้วย

ตามรายงานของประเสริฐ กุมารจันทร์ (2530) และสมชาย เสงี่ยมศักดิ์ (2527) กล่าวไว้ว่า แหล่งแร่ทองคำบ้านบ่อทอง-ทับร้าง อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี นั้น ส่วนใหญ่เป็นลานแร่ทองคำตามทางน้ำ และสะสมตัวเป็นชั้นๆ ปริมาณของแร่ทองคำในตะกอนทางน้ำ และดินตะกอนเหลือค้างนั้นสูงมาก แต่แหล่งแร่ปฐมภูมินั้นยังไม่ทราบแน่ชัด แม้ว่าจะพบว่ามีสายแร่ควอรตซ์อย่างน้อย 6 สาย และส่วนใหญ่จะแทรกตัดเข้าไปในหิน metasediment ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน ซึ่งปิดทับอยู่บนหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกก็ตาม แต่ปรากฏว่าปริมาณแร่ทองคำทั้งในสายแร่ควอรตซ์ และในหิน metasdiement นั้น มีค่าน้อยกว่า 1 ppm. อย่างไรก็ตาม เม็ดควอรตซ์ขนาดค่อนข้างใหญ่ที่ได้จากทางน้ำก็พบว่ามีแร่ทองคำติดอยู่ตามรอยแตกด้วย

แหล่งลานแร่ขนาดเล็กยังสามารถพบได้ที่ คลองตะเกรา จ.ฉะเชิงเทรา เขาจุก และบ้านเนินสมบูรณ์ จ.ระยองด้วย ที่คลองตะเกราและเขาจุก นั้น ทองคำพบว่ามีอยู่มากในตะกอนเหลือค้างของหินภูเขาไฟชนิดกรด แต่ในที่สุดมักจะมาสะสมตัวอยู่บริเวณโซนของแร่ซัลไฟด์

เหมืองแร่โต๊ะโม๊ะ อ.สุคิริน จ.นราธิวาส เป็นหนึ่งในเหมืองแร่ที่มีชื่อเสียงมาตั้งแต่สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นแหล่งแร่ทองคำที่ดีที่สุดในโซนนี้ โดยทองคำพบอยู่ในสายแร่ควอรตซ์ ซึ่งแทรกตัดเข้ามาในหิน meta-sediment ที่หินแกรนิต หรือแกรนิตพอไฟรีแทรกหนุนอยู่ สายแร่ควอรตซ์โดยทั่วไปแล้วส่วนใหญ่วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ แต่ถูกตัดด้วยรอยเลื่อนและรอยไถลจำนวนมากมาย มีรายงานในภายหลังโดยวิชา เศรษฐบุตรและคณะ ในปี 2478 ว่า ทองคำเหล่านี้เกิดขึ้นในช่วงหลังของขบวนการเกิดแร่และเข้าไปแทรกอยู่ในรอยแตกและรอยไถลของสายแร่ควอรตซ์ ซึ่งเกิดอยู่ก่อนแล้ว และเกิดร่วมกับเซอริไซต์ เอพิโดต ไพไรต์ และอาร์เซโนไพไรต์ ปริมาณของแร่ทองคำซึ่งรายงานโดยวิชา เศรษฐบุตรเช่นกันกล่าวไว้ว่าไม่คงที่ มีตั้งแต่ 10 ไปจนถึง 120 กรัม/ตัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27 กรัม/ตัน โซนของแร่ทองคำนี้เทียบได้กับโซนที่ 2 และ 3 ของประเทศสหพันธ์รัฐมาเลเซีย ซึ่งจัดแบ่งไว้โดย E.B.Yeap ในปี ค.ศ.1993

โซนที่ 4 : เชียงราย-ลำปาง-แม่ฮ่องสอน

แหล่งแร่ทองคำในโซนนี้ ส่วนใหญ่เป็นแหล่งลานแร่ตามทางน้ำซึ่งไหลมาจากภูมิประเทศที่เป็นหินแกรนิตหรือหินตะกอนที่อยู่รอบข้าง โซนนี้วางตัวเป็นแนวยาวจากด้านเหนือสุดของประเทศไทยติดกับชายแดนสหภาพพม่าทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของ จ.เชียงราย ถึง อ.เถิน และ อ.แม่พริก จ.ลำปาง ทางด้านตะวันตกของโซนนี้ ปัจจุบันมีรายงานว่ามีลานแร่ทองคำที่แม่ฮ่องสอน โดยมีการเลียงพบแร่ทองคำหลายบริเวณด้วยกันและพบว่ามีแร่ดีบุก และซีไลต์ด้วย ขอบเขตของโซนแร่ทองคำนี้สามารถกำหนดแยกออกจาก โซนที่ 3 ได้จากความแตกต่างกันของหินต้นกำเนิด ซึ่งเป็นตัวให้แร่ทองคำ โดยเกิด superimposes ขนานไปกับ แนวของ Central-Granitoid Belt การเกิดแร่ทองคำแบบปฐมภูมิพบในหลายบริเวณ เช่น บ้านผาฮี้ อ.แม่สาย จ.เชียงราย บ้านยางแม่ต่างกลาง และบ้านปางริมกรณ์ อ.เมือง จ.เชียงราย และบ้านนาบ้าน

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไร่ อ.เถิน จ.ลำปาง และแหล่งเล็กๆ อื่นๆ อีก แหล่งลานแร่ขนาดใหญ่ที่พบว่าสะสมตัวอยู่ในโซนนี้นั้น อยู่บริเวณแอ่งแม่พริก อ.แม่พริก จ.ลำปาง ซึ่งเป็นตะกอนยุคควอเทอร์นารี

แหล่งแร่ทองคำที่บ้านผาฮี้ ตอยตุง อ.แม่สาย จ.เชียงราย นั้นพบว่าเกิดร่วมอยู่ในสายควอรตซ์ ซึ่งบางครั้งเกิดขนานกันเป็นแนวคล้ายริบบิ้น และสานกันคล้ายร่างแห (ribbon and stockwork) แร่ทองคำพบเป็นเกล็ดเล็กๆ ในสายแร่ควอรตซ์ขนาดเล็ก ซึ่งแทรกอยู่ในโซนของแร่ซัลไฟด์ตามรอยไถลที่มีโซนของการเปลี่ยนสภาพของแร่ (alteration) ทั้งในหินพวกแกรนิต และหินตะกอน แร่ที่เกิดร่วมอยู่ด้วยในโซนนี้ คือ ไพไรต์ คาลโคไพไรต์ กาลีน่า สฟาร์เลอไรต์ และเตตระฮีไดรต์

การเปลี่ยนสภาพของแร่โดยทั่วไปในบริเวณนี้ เป็นลักษณะของชนิดที่มีแร่อัลไบต์-คลอไรต์-อิลไลต์-ไพไรต์ (วิชาญ อรุณศรีแสงไชย และคณะ, 2535) ซึ่งมานิตย์ จำนงค์ไทย (2536) ได้คำนวณปริมาณสำรองของแร่ทองคำในแหล่งนี้ จากผลการเจาะสำรวจ 3 หลุมด้วยกัน ว่ามีทองคำอยู่ประมาณ 0.67 ล้านตัน ที่ความสมบูรณ์เฉลี่ยของแร่ 2.13 กรัม/ตัน

แหล่งแร่ทองคำปฐมภูมิอื่นๆ ใน จ.เชียงราย กำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินการสำรวจ ผลการวิเคราะห์ทางเคมีอยู่ในระหว่างดำเนินการ แต่ผลจากการเลียงสำรวจตะกอนทางน้ำ และดินตะกอนเหลือค้างแสดงให้เห็นถึงปริมาณของแร่ทองคำซึ่งสะสมตัวอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีสายแร่ควอรตซ์ หรือโซนของ alteration ในหินแกรนิตและหินรอบข้าง แหล่งแร่นี้รวมไปถึงบ้านยางแม่ต่างกลาง บ้านปางริมกรณ์ บ้านม้งเก้าหลัง บ้านปางหนุน บ้านพญาไพรลิทู และบ้านห้วยกัด อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

ในพื้นที่ทางด้านตะวันตกของ อ.เถิน ทองคำจะพบได้จากการเลียงสำรวจในลำน้ำหลายๆ สาย แต่แหล่งแร่ทองคำปฐมภูมินั้นพบอยู่เพียงที่บ้านนาบ้านไร่เท่านั้น พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยหิน metasediment ยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน และชุดของหินคาร์บอเนต ยุคเพอร์เมียน ซึ่งถูกแทรกหนุนโดยหินแกรนิต อย่างน้อย 2 เฟสด้วยกัน คือ ไบโอไทต์ และ ไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์แกรนิต แหล่งแร่ทองคำดูเหมือนจะเกิดร่วมกับหินไบโอไทต์-ฮอร์เบลนด์แกรนิต โดยทองคำจะเกิดร่วมอยู่กับสายแร่ควอรต ซ์

แหล่งลานแร่ทองคำขนาดใหญ่ ซึ่งถูกค้นพบในปัจจุบันนี้ คือ บริเวณแอ่งแม่พริก อ.แม่พริก จ.ลำปาง ซึ่งเป็นตะกอนยุคควอเทอร์นารี ครอบคลุมพื้นที่เกือบ 49 ตร.กม. พื้นที่นี้ประกอบไปด้วยกรวดและทรายของยุคควอเทอร์นารี และถูกปิดทับด้านบนด้วยดินแลง (lateritic soil) ทั้งหมดนี้วางตัวอยู่ระหว่างด้านตะวันออกของแม่น้ำวัง และด้านตะวันตกของแนวภูเขา ส่วนที่ให้แร่หนาเพียง 50-80 ซม. จากผิวดินเท่านั้น โดยทองคำพบมากในดินชั้นบน และดินแลง (lateritic soil) เท่านั้น และทองคำจะลดลงเมื่อลึกลงไปในชั้นกรวด ค่าเฉลี่ยของแร่ทองคำซึ่งคำนวณโดยภูรีวัฒน์ เจนรุ่งโรจน์ (2536) เท่ากับ 0.04 กรัม/ลบ.ม.

โซนที่ 5 : กาญจนบุรี-ประจวบคีรีขันธ์

แร่ทองคำในโซนนี้ ส่วนใหญ่เป็นลานแร่ซึ่งพบได้บ่อยมากจากเหมืองแร่ดีบุก หรือในตะกอนท้องน้ำ เช่น ที่ลานแร่ดีบุกปิล็อค อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี ตะโกปิดทอง อ.สวนผึ้ง จ.ราชบุรี คลองสุข จ. สุราษฎร์ธานี เขากระทะคว่ำและเขาเปาะ จ.พังงา

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งแร่ที่รู้จักกันดีที่สุดในโซนนี้ คือ ที่บางสะพาน อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งรู้จักในครั้งแรกในลักษณะของลานแร่ ซึ่งพบเป็นชั้นหนา (20-35 ซม.) ปกคลุมหินรากฐาน ซึ่งเป็นตะกอนของมหายุคพาลีโอโซอิค ถึงมหายุคมีโสโซอิค และถูกแทรกด้วยหินแกรนิต แร่ทองคำชนิดปฐมภูมิถูกค้นพบในภายหลังว่าเกิดจากสายแร่ควอรตซ์อุณหภูมิต่ำ แต่ยังไม่ทราบถึงผลการวิเคราะห์ปริมาณของแร่ทองคำ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11158

แร่หนักและแร่หายากในประเทศไทย

โดย

นายพีระพงษ์ คืนคง

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แร่หนักและแร่หายากในประเทศไทย

บทนำ

ปัจจุบันแร่หนักและแร่หายาก นับวันเป็นที่ต้องการของตลาดโลกมากขึ้นตามลำดับ เนื่องแร่เหล่านี้จากประกอบด้วยธาตุและสารประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งในทางโลหะกรรม ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เคมี และทางนิวเคลียร์

วิทยาแร่

แร่หนัก (heavy mineral) โดยทั่วไปจะหมายถึงแร่ที่มีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และสารละลายในสภาวะปกติ ความถ่วงจำเพาะมากกว่าสารเหลวโบรโมฟอร์ม (bromoform) หรือ 2.85 (Pettijohn, 1956) ส่วนใหญ่จะมีขนาดใกล้เคียงกับเม็ดทราย

แร่หายากหมายถึงแร่ที่มีส่วนประกอบของธาตุหายาก (rare earth elements) คือ สแกนเดียม (Sc), อิตเทรียม (Y) และธาตุในกลุ่มแลนทาไนด์ (lanthanide group) หรือหมู่ธาตุที่มีเลขเชิงอะตอมตั้งแต่ 57 ถึง 71 ซึ่งได้แก่ แลนทานัม (La), ซีเรียม (Ce), เพซีโอเนียม (Pr), นีโอดิเมียม (Nd), โพรมีเทียม (Pm), ซาแมเรียม (Sm), ยูโรเพียม (Eu), แกโดลิเนียม (Gd), เทอร์เบียม (Tb), ดิสโพรเซียม (Dy), โฮลเมียม (Ho), เออร์เบียม (Er), ทูเลียม (Tm), อิตเทอร์เบียม (Yb) และลูทีเชียม (Lu)

แร่หนักและแร่หายากที่พบในประเทศไทย ได้แก่ แร่ดีบุก วุลแฟรไมต์ ซีไลต์ รูไทล์ อิลเมไนต์ สฟีน เซอร์คอน โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ไมโครไลต์ สตรูเวอร์ไลต์ อิลเมโนรูไทล์ อิตโทรแทนทาไลต์ เฟอร์กูโซไนต์ ฟอร์มาไนต์ โพลีเครส ยูกซีไนต์ ไพออไรต์ ซามาร์สไกต์ โมนาไซต์ ซีโนไทม์ แอลลาไนต์ เซอร์คอน แมกนีไทต์ คอรันดัม และเพชร ฯลฯ สำหรับสูตรเคมีและสมบัติต่าง ๆ ของแร่ดังกล่าวข้างต้นดูได้จากตารางที่ 1และ 2

แร่หนักต่าง ๆ เมื่อพิจารณาตามส่วนประกอบของธาตุสำคัญของแร่หนักแล้ว อาจจำแนกได้หลายกลุ่ม สำหรับในเอกสารฉบับนี้จะขอกล่าวเพียง 4 กลุ่ม ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ ดังนี้

1) กลุ่มแร่ไทเทเนียม (Ti) ได้แก่ แร่รูไทล์ อะนาเทส อิลเมไนต์ ลูโคซีน และสฟีน
2) กลุ่มแร่ไนโอเบียม-แทนทาลัม (Nb-Ta) ได้แก่ แร่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ไพโรคลอร์-ไมโครไลต์ อิลเมโนรูไทล์-สตรูเวอร์ไลต์ ยูกซีไนต์-โพลีเครส
3) กลุ่มแร่หายาก (REM) ได้แก่ โมนาไซต์ ซีโนไทม์ ซามาร์สไกต์
4) กลุ่มแร่เซอร์คอน ได้แก่ แร่เซอร์คอน

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

การกำเนิด

แร่หนักและแร่หายากที่พบแล้วในโลกมีมากกว่า 200 ชนิด ทั้งแบบปฐมภูมิ (primary deposits) และแบบทุติยภูมิ (secondary deposits) รายละเอียดตารางที่ 3 แหล่งแร่ที่มีค่าทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่จะเป็นแบบทุติยภูมิโดยเฉพาะแหล่งแร่ชายหาด (beach deposit) ส่วนแหล่งแร่แบบปฐมภูมิที่คุ้มต่อการลงทุนเปิดทำเหมืองมีเพียงไม่กี่แห่งในโลก

แบบปฐมภูมิ

แร่หนักส่วนใหญ่จะเกิดเป็นแร่รอง (accessory mineral) ในหินอัคนีชนิดต่าง ๆ และหินแปร ดังนี้

กลุ่มแร่ไทเทเนียม

แร่ไทเทเนียมพบในหินอัคนีเกือบทุกชนิด และหินแปรหลายชนิด รายละเอียดดูได้จาก พีระพงษ์ คีนคง (2543ก) ได้แก่

- ในหินอัคนีชนิดเบสหรือหินอัลตราเมฟิกอาจพบแร่อิลเมไนต์ เกิดสะสมตัวแบบแยกชั้น (magmatic segregation)
- หินอัคนีที่มีแคลเซียมสูง (calc alkalic intrusive) เช่น หินอะนอร์โทไซต์ คาร์บอเนไทต์ มักพบแร่อิลเมไนต์ ไททาโนแมกนีไทต์ สฟีน รูไทล์ อะนาเทส และ บรุคไกต์
- หินอัคนีชนิดอื่น มักพบแร่อิลเมไนต์ รูไทล์ และอะนาเทส เกิดเป็นแร่รองอยู่ทั่วไป
- ในหินไนส์ ชีสต์ และหินปูนที่แปรสภาพอาจพบแร่อิลเมไนต์ รูไทล์ และบรุคไกต์

กลุ่มแร่ไนโอเบียม-แทนทาลัม

แร่ในกลุ่มนี้พบเกิดในหินหนืด (magmatic rocks) เพียงบางชนิดเท่านั้น เช่น พบในกลุ่มหินแอลคาไลซับซ้อน (alkalic rock complex) ซึ่งมีหินเนฟิลีนไซอีไนต์ หินคาร์บอเนไทต์ พบในหินแกรนิตบางชนิดที่ถูกเปลี่ยนสภาพให้เกิดแร่แอลไบต์ (albitized granite) และหินเพกมาไทต์ เป็นต้น รายละเอียดดูได้จาก พีระพงษ์ คีนคง, (2543ข)

กลุ่มแร่หายาก

แร่หายากพบเกิดในหินคาร์บอเนไทต์ หินแกรนิต และหินเพกมาไทต์ ส่วนใหญ่จะเป็นแร่ชนิดเดียวกับแร่ไนโอเบียม-แทนทาลัม

กลุ่มแร่เซอร์คอน

แร่เซอร์คอน พบเกิดเป็นแร่รองในหินอัคนีแทบทุกชนิด โดยเฉพาะชนิดกรด (acid rock) และชนิดปานกลาง (intermediate rock) เช่น หินแกรนิต แกรโนไดออไรต์ ไซอีไนต์ พบมากในหินเนฟิลีนไซอีไนต์ นอกจากนี้ยังพบในหินไนส์ ชีตส์ และหินปูนที่แปรสภาพ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แบบทุติยภูมิ

เมื่อหินซึ่งมีแร่หนักและแร่หายากดังกล่าวข้างต้น เกิดการผุพังทำลายลงโดยกรรมวิธีต่าง ๆ จากลมฟ้าอากาศและน้ำฝน แร่หนักและแร่หายากซึ่งส่วนใหญ่เป็นแร่ที่ทนทานต่อการผุกร่อน ก็จะถูกพัดพาไปจากที่เดิมโดยกระแสน้ำหรือพลังงานอย่างอื่นไปสะสมตัวอยู่ ณ ที่แห่งใหม่ จะใกล้หรือไกลจากแหล่งกำเนิดนั้นขึ้นกับความถ่วงจำเพาะ ขนาดของเม็ดแร่ และสภาวะแวดล้อมในแต่ละบริเวณ ระยะแรกจะพบแร่พลัดอยู่ใกล้ต้นกำเนิดเดิมตามไหล่เขาเรียกว่า แหล่งแร่พลัดไหล่เขา (eluvial deposit) หากถูกพัดพาไกลออกไปอีกแล้วสะสมตัวอยู่ตามเชิงเขาที่เป็นส่วนต่อกับที่ราบเรียกว่า แหล่งแร่พลัดเชิงเขา (colluvial deposit) และในที่สุดเมื่อไปสะสมตัวตามแอ่ง ที่ราบ หรือท้องทะเลทำให้เกิดแหล่งแร่แบบที่เรียกว่า แหล่งลานแร่ (placer deposit) แหล่งแบบนี้มักพบชั้นแร่อยู่ใต้ชั้นดินทราย ชั้นที่แร่สะสมตัวอยู่รวมกับพวกกรวดทรายนั้นเรียกว่า ชั้นกะสะ (paydirt)

บางครั้งแร่หนักและแร่หายากที่สะสมตัวอยู่ที่พื้นทะเลอาจถูกกระแสน้ำขึ้นและลง กระแสน้ำเลียบชายฝั่ง พัดพาแร่ต่าง ๆ มาสะสมตัวร่วมกับทรายตามชายตามแนวชายฝั่ง ซึ่งเรียกแหล่งแร่แบบนี้ว่า แหล่งแร่ชายหาด โดยทั่วไปแหล่งแร่แบบนี้จะพบเฉพาะแร่หนักและแร่หายากชนิดเบา (ความถ่วงจำเพาะประมาณ 4-5) และมีขนาดของเม็ดแร่ไม่ใหญ่นัก (ใกล้เคียงกับเม็ดทรายหรือเล็กกว่า) เช่น รูไทล์ อะนาเทส อิลเมไนต์ ลูโคซีน โมนาไซต์ ซีโนไทม์ และเซอร์คอน

บริเวณพบแร่หนักและแร่หายากในประเทศไทย

แร่หนักและแร่หายากที่พบในประเทศไทย (ยกเว้นแร่ที่มีธาตุไนโอเบียม-แทนทาลัมเป็นส่วนประกอบ) ส่วนใหญ่เป็นแบบทุติยภูมิสะสมตัวร่วมกับแร่ดีบุก-ทังสเตนอยู่ทั่วไป ทางซีกด้านตะวันตกติดกับชายแดนประเทศสหภาพพม่าตั้งแต่เหนือจรดใต้ (รูปที่ 1) โดยภาคใต้พบในทุกจังหวัด ภาคกลางมีที่จังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี และเพชรบุรี ภาคเหนือมีตั้งแต่จังหวัดกำแพงเพชร ตาก ลำพูน ลำปาง เชียงราย เชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน ส่วนภาคตะวันออกพบที่จังหวัด ระยอง และจันทบุรี (รายละเอียดดูได้จาก พีระพงษ์ คืนคง 2543ก; ไพรัช ศุทธากรณ์ และคณะ, 2543) นอกจากนี้ยังอาจพบแร่อิลเมไนต์และเซอร์คอนได้ในแหล่งพลอยคอรันดัม เช่นที่จังหวัด แพร่ เพชรบูรณ์ กาญจนบุรี จันทบุรี ตราด ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี

สำหรับแร่ที่มีธาตุไนโอเบียม-แทนทาลัมเป็นส่วนประกอบนั้น พบสะสมตัวร่วมกับแร่ดีบุกที่มีต้นกำเนิดเดิมมาจากหินเพกมาไทต์เท่านั้น ได้แก่ (รายละเอียดดูได้จาก พีระพงษ์ คืนคง 2543ข)

ภาคเหนือ: อำเภออมก๋อย อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ภาคกลาง: บ้านบุ่ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ห้วยพุพญา ห้วยแม่กระบาน ห้วยน้ำขาว ห้วยลำทราย และห้วยค้างคาว ในเขตอำเภอเมืองกาญจนบุรี และอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี

ภาคใต้: พื้นที่แถบชายฝั่งทะเลอันดามันที่อยู่ระหว่างรอยเลื่อนกระบุรี และรอยเลื่อนคลองมะรุย บริเวณอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร และอำเภอเมือง

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

และอำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง อำเภอตะกั่วป่า ท้ายเหมือง กะปง และอำเภอเมือง จังหวัดพังงา อำเภอกระทู้ จังหวัดภูเก็ต รวมถึงบริเวณนอกชายฝั่งทะเลอันดามัน บริเวณอำเภอตะกั่วป่า และท้ายเหมือง จังหวัดพังงา และบริเวณห้วยยอด จังหวัดตรัง

ศักยภาพทางแร่หนักและแร่หายากในประเทศไทย

ดังได้กล่าวมาข้างต้น แหล่งแร่หนักและแร่หายากแบบปฐมภูมินั้นเกิดเป็นเพียงแร่รองในหินต่างๆ จึงมีค่าความสมบูรณ์ต่ำมาก ไม่คุ้มต่อการลงทุนดำเนินการทำเหมืองแร่ สำหรับแหล่งแร่ที่แหล่งแร่ที่ค่อนข้างมีความสมบูรณ์และอาจคุ้มทุนในการทำเหมืองโดยตรงนั้น พบบ้างในลักษณะแหล่งชายหาด ภาคตะวันออกบริเวณจังหวัดระยอง และภาคใต้ฝั่งตะวันออก บริเวณชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และนครศรีธรรมราช

นอกจากนี้ยังพบแร่หนักและแร่หายากสะสมตัวในลานแร่ดีบุกอยู่ในปริมาณสูง โดยเฉพาะบริเวณ อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี อำเภอเมืองกาญจนบุรี อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี พื้นที่แถบชายฝั่งทะเลอันดามันทั้งบนบกและนอกชายฝั่งจังหวัดชุมพร ระนอง พังงา ภูเก็ต และบริเวณอำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง

การใช้ประโยชน์

แร่หนักและแร่หายาก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยธาตุ ๆ ที่คุณสมบัติที่โดดเด่นทางด้านโลหะกรรม ไฟฟ้า เคมี และนิวเคลียร์ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ การใช้ประโยชน์จากแร่หนักพอสรุปได้ดังนี้ (กรมทัพยากรธรณี, 2542)

กลุ่มแร่ไทเทเนียม

แร่รูไทล์ อะนาเทส อิลเมไนต์ และลูโคซีน เป็นสินแร่ที่สำคัญของโลหะและสารประกอบไทเทเนียม โลหะไทเทเนียมมีสีเทาเงิน น้ำหนักเบา ความหนาแน่น 4.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทนทานต่อการกัดกร่อน นำความร้อนและไฟฟ้าต่ำ ผิวขัดขึ้นเงา มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กอ่อน

การใช้ไทเทเนียมนั้นประมาณ 95% ใช้ในรูปสารประกอบไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ส่วนที่เหลืออีก 5% จะถูกนำไปใช้ทางด้านโลหะกรรม

สารประกอบไทเทเนียมไดออกไซด์มีสีขาว ทึบแสงสะท้อนแสงดี และไม่เป็นพิษ นำมาใช้เป็นสารสีในอุตสาหกรรมผลิตสี กระดาษ พลาสติก ยาง และวัสดุต่าง ๆ

ด้วยคุณสมบัติที่เด่นในด้านต้านแรงสูง ทนความร้อนน้ำหนักเบาและต้านการกัดกร่อนที่ดีเยี่ยมของโลหะไทเทเนียม จึงถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอากาศยาน นับตั้งแต่โครงเครื่องบินจนถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทอื่น สำหรับทำภาชนะที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีที่มีความกัดกร่อนสูง (รายละเอียดดูได้จาก พีระพงษ์ คันคง, 2543ก)

ลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

กลุ่มแร่ตระกูลไนโอเบียม-แทนทาลัม

แร่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ไพโรคลอร์-ไมโครไลต์ อิลเมโนรูไทล์-สตรูเวอร์ไลต์ เป็นสินแร่สำคัญของโลหะและสารประกอบไนโอเบียม-แทนทาลัม

ไนโอบียมเป็นโลหะอ่อนและเหนียว สีเทาเงิน วาวโลหะ มองดูคล้ายเหล็กกล้า ถ้าขัดผิวแล้วจะคล้ายกับแพลทินัม ความแข็งและความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับทองแดง คุณสมบัติพิเศษของโลหะชนิดนี้คือ มีจุดหลอมตัวสูง (2,487 องศาเซลเซียส) ทนต่อการกรัดกร่อนของสารละลายและกรดต่างๆ ได้ดี แปรรูปได้ง่าย เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี ส่วนใหญ่นำมาใช้ในรูปของเฟร์โรไนโอเบียม ในการผลิตเหล็กกล้าชนิดต่างๆ สำหรับผลิตชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ของเครื่องบินไอพ่น ทำผนังกั้นภายในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู นอกจากนี้ยังใช้โลหะไนโอเบียมในกิจการด้านอวกาศ อิเล็กทรอนิกส์ พลังงาน และยานยนต์

แทนทาลัมเป็นโลหะสีเทาเงิน มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี และไฟฟ้าที่เด่นเฉพาะ คือ เป็นโลหะที่แข็งแต่เหนียว ทนต่อการกัดกร่อนของกรดเกือบทุกชนิด ทนความร้อนได้ดีเยี่ยม หลอมตัวที่อุณหภูมิ 2,996 องศาเซลเซียส นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี แปรรูปและเชื่อมได้ง่าย แทนทาลัมส่วนใหญ่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้า เช่น ทำตัวเก็บประจุไฟฟ้า (capacitor) ทำเครื่องกลับไฟฟ้าสลับ (retifiers) ทำชิ้นส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดจิ๋วสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ (รายละเอียดดูได้จาก พีระพงษ์ คืนคง, 2543ข)

กลุ่มแร่หายาก

โมนาไซต์เป็นแร่สำคัญที่ให้ทอเรียมออกไซด์ รวมถึงธาตุหายากชนิดเบา ได้แก่ ซีเรียม และแลนทานัม ส่วนแร่ซีโนไทม์ มี อิทเทรียม ซึ่งเป็นธาตุหายากชนิดหนักเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

ทอเรียม เป็นธาตุกัมมันตรังสี คือ 232Th โลหะทอเรียมและทอเรียมออกไซด์มีจุดหลอมตัวที่สูงมาก จึงนำมาใช้ทำวัสดุที่ทนความร้อนสูง เช่น ไส้หลอดไฟฟ้า ไส้หลอดตะเกียงเจ้าพายุ ทำขั้วถ่านกำเนิดแสงจากการนำประจุไฟฟ้ามาชนกัน (arc light)

ธาตุหายาก ส่วนใหญ่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เป็นตัวเร่งปฏิกริยาการแตกตัวของปิโตรเลียมเหลว นอกจากนี้ยังใช้ทำสารประกอบสำหรับขัดแก้ว และสารเติมแต่งในอุตสาหกรรมแก้ว ทำแม่เหล็กถาวร อุปกรณ์กีฬา ทำสารเร่งปฏิกิริยาการเรืองแสงของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หลอดภาพโทรทัศน์ หลอดไฟฟ้าและรังสีเอกซ์ ทำสารกึ่งตัวนำ

กลุ่มแร่เซอร์คอน

แร่เซอร์คอนที่มีคุณสมบัติโปร่งใสใช้เป็นรัตนชาติ เรียกว่า เพทาย โดยปกติแล้วจะมีสีน้ำตาล และส้มแดง ซึ่งเรียกว่า ไฮยาซินท์ (hyacinth) หรือจาซินท์ (jacinth) สำหรับเพทายหงจะมีสีฟ้า ส่วนเซอร์คอนที่มีคุณสมบัติไม่เข้าข่ายรัตนชาตินั้น สามารถนำมาใช้ทางด้านอุตสาหกรรมได้หลายชนิด

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

โลหะเซอร์โคเนียม มีสีขาว อ่อน เหนียว ความหนาแน่น 6.505 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จุดหลอมตัวและจุดเดือด 1,852 และ 3,700 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การใช้เซอร์โคเนียมในทางอุตสาหกรรมนั้น ประมาณ 95% ใช้ในรูปของแร่เซอร์คอนโดยตรง และสารประกอบเซอร์โคเนียม ได้แก่ แร่เซอร์คอนใช้ในการทำวัสดุทนไฟ เซรามิก ฉาบผิวหน้าแบบหล่อ และฉนวนกันความร้อน สารประกอบเซอร์โคเนียมใช้ในเคมีภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น ยาสีฟัน น้ำยาขัดเลนส์ สีกันสนิม หมึกชนิดถาวร สารย้อมและฟอกหนัง ส่วนโลหะเซอร์โคเนียมนั้น ใช้ในรูปของโลหะผสมทำชิ้นส่วนต่างๆ ในเครื่องกำเนิดปฏิกรณ์ปรมาณู อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน อุปกรณ์ทำให้กรดเข้มข้น และแม่เหล็กเหนี่ยวนำพิเศษ

สรุป

แร่หนักและแร่หายากที่พบในประเทศไทย ได้แก่ รูไทล์ อิลเมไนต์ สฟีน เซอร์คอน โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ไมโครไลต์ อิลเมโนรูไทล์-สตรูเวอร์ไลต์ อิตโทรแทนทาไลต์ เฟอร์กูโซไนต์ ฟอร์มาไนต์ โพลีเครส ยูกซีไนต์ ไพออไรต์ ซามาร์สไกต์ โมนาไซต์ ซีโนไทม์ แอลลาไนต์ และเซอร์คอน ฯลฯ พบเกิดเป็นแร่รองในหินอัคนีเกือบทุกชนิด และหินแปรจำพวกไนส์ และชีตส์ แต่ยังไม่ปรากฏแหล่งแร่แบบปฐมภูมิที่มีค่าทางเศรษฐกิจเลยเนื่องจากมีค่าความสมบูรณ์ต่ำมาก

แหล่งแร่ทีค่อนข้างมีความสมบูรณ์นั้นพบบ้างในลักษณะแหล่งแร่ชายหาด และในลานแร่ดีบุก แต่ก็ยังไม่คุ้มทุนต่อการทำเหมืองแร่หนักและแร่หายากโดยตรง เนื่องจากปัญหาเรื่องราคา และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

แร่หนักและแร่หายากที่เคยผลิตได้ในประเทศไทยในอดีต เกือบทั้งหมดเป็นแร่พลอยได้จากการทำเหมืองแร่ดีบุกจากแหล่งลานแร่ ถึงแม้ว่าจะเคยมีการทำเหมืองแร่เซอร์คอน อิลเมไนต์ และลูโคซีน โดยตรงจากแหล่งชายหาดบริเวณ จังหวัดระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพรมาแล้วก็ตาม แต่ก็เป็นช่วงเวลาสั้น เนื่องจากมีปริมาณทรัพยากรแร่จำกัด

หากราคาแร่ดีบุกอยู่ในเกณฑ์คุ้มทุนและมีการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ที่ดี แร่หนักและแร่หายากอาจช่วยเสริมกิจการเหมืองแร่ดีบุกของประเทศไทยให้พลิกฟื้นมาอีกครั้งก็เป็นได้

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี, 2542, ทรัพยากรแร่ของไทย, บทที่ 12, *ใน* ธรณีวิทยาประเทศไทย เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม, หน้า 389-444.

พีระพงษ์ คีนตง, 2543ก, ไทเทเนียม: วารสารเศรษฐธรณีวิทยา กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม, ปีที่2, ฉบับที่ 7, ประจำเดือนกรกฎาคม 2543, 8 หน้า.

_____2543ข, แร่ตระกูลโคลัมบียม-แทนทาลัมในประเทศไทย, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, รายงานความก้าวหน้า ฉบับที่ 9/2543, 60 หน้า

ไพรัช ศุทธากรณ์, พีระพงษ์ คีนดง, พัชระจริยาวัฒน์, ยอดยิ่ง มาน้อย, อดุลย์ วรรณพีระ และภูรีวัฒน์ เจนรุ่งโรจน์, 2543, แหล่งดีบุกในประเทศไทย: แผนที่และข้อมูลแหล่งแร่ของไทย ชุดแร่โลหะของประเทศไทย ฉบับที่ 3, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม, เอกสารเผยแพร่เศรษฐธรณีวิทยา ฉบับที่ กศ 1/2543, 16 หน้า.

Reedman, J.H.., 1979, techniques in mineral exploration: Noranda Exploration Company LTD, Winning, Canada, applied science plublishers LTD, London, 553p.

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11161

การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่

โดย

นายวินัติ พุฒิเหียง

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่

บทนำ

การสำรวจแร่ (Mineral Exploration) ในภาษาพื้นๆ โดยทั่วไปหมายถึงการหาแร่ แต่ในทางธรณีวิทยาแล้ว คำนี้มีความหมายลึกซึ้งยิ่งกว่านั้น ซึ่งหมายถึง การหาหลักฐานต่างๆ เพื่อที่จะบ่งชี้ถึงบริเวณที่เป็นแหล่งแร่ (Ore Deposit or Mineral Deposit) โดยอาศัยวิธีการทางธรณีวิทยา ธรณีเคมี และธรณีฟิสิกส์ เป็นหลักสำคัญในการสำรวจหาข้อมูล หลักฐานต่างๆที่ได้ จะถูกนำไปสร้างรูปแบบจำลองของแหล่งแร่ (Conceptual Model) ที่จะได้รับการพิสูจน์และตรวจสอบต่อไป แต่ถ้าหากหลักฐานอ่อน รูปแบบจำลองแหล่งแร่ก็อ่อนตามลงไปด้วย หรือมีช่องโหว่ที่จะทำให้ถูกโจมตีได้ง่าย ดังนั้น การหาข้อมูลหลักฐานจึงมีความสำคัญมากในการสำรวจแร่

การสำรวจแร่ที่จะกล่าวถึง ณ ที่นี้ จะเน้นเฉพาะการสำรวจทางธรณีวิทยาเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ความรู้พื้นฐานทางธรณีวิทยาที่จะต้องมีในการสำรวจแร่ ส่วนเทคนิคหรือวิธีการในการสำรวจทางธรณีวิทยาจะไม่กล่าวถึง ขอให้ไปศึกษาเอาจากข้อกำหนดในสัญญาจ้างเหมาโครงการเร่งรัดการสำรวจศักยภาพแหล่งแร่ ซึ่งเขียนไว้อย่างเพียงพอแล้ว

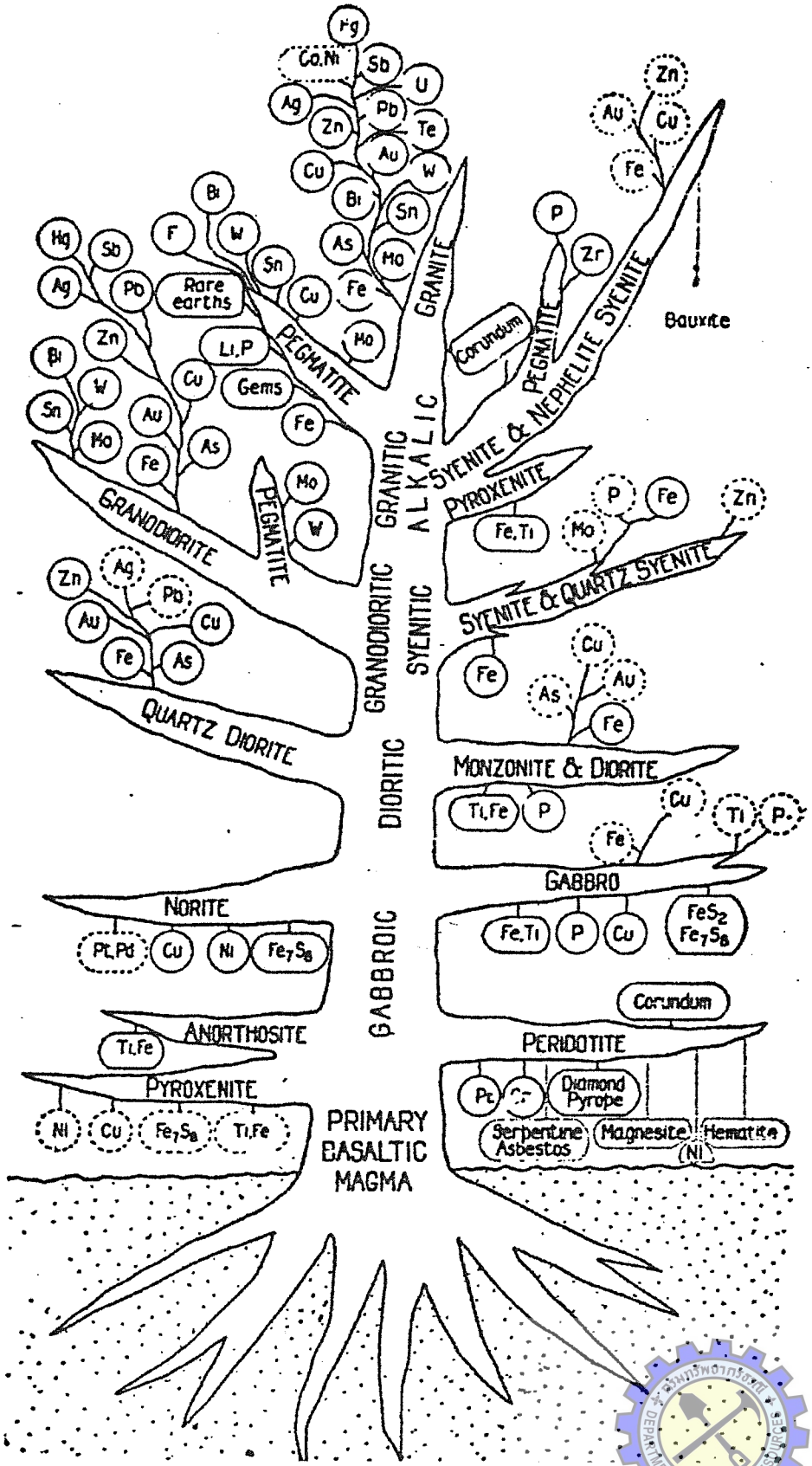
องค์ความรู้พื้นฐานทางธรณีวิทยา

ความรู้พื้นฐานทางธรณีวิทยาที่จะต้องมีในการสำรวจแร่ ได้แก่ หิน แร่ ความสัมพันธ์ระหว่างหินกับแร่ (Relation of Rocks and Ore Deposits) โครงสร้างที่สัมพันธ์กับการเกิดแหล่งแร่ (Structural Related Ore Deposits) สมัชชาแร่ (Ore Assemblage) สภาพแวดล้อมการเกิดแหล่งแร่ในระดับลึกใต้ผิวดิน (Ore Deposits in Subsurface Environments) สภาพแวดล้อมการเกิดแหล่งแร่ในระดับผิวดิน (Ore Deposits in Surface Environments) การเปลี่ยนสภาพ (Alterations) ลักษณะเนื้อของสินแร่ (Ore Texture)การจำแนกแหล่งแร่ (Classification of Ore Deposits)เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะกล่าวพอสังเขปให้เข้าใจเป็นเบื้องต้นโดยแสดงรูปภาพประกอบเท่านั้น ส่วนรายละเอียดขอให้ไปศึกษาเพิ่มเติมในตำราที่อ้างอิงไว้ท้ายบทความ

1. ความสัมพันธ์กับหินและแหล่งแร่

แหล่งแร่มีความสัมพันธ์กับการกำเนิดขึ้นมาของหินอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหินอัคนี ดังแสดงเป็นแผนผังต้นไม้รูปที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่า ณ สถานะต่างๆ ของช่วงเวลาที่แร่ตกผลึกเป็นหิน การรวมกลุ่มกันของโลหะก็จะแปรผันตามกันไป เช่น ณ จุดที่เกิดหิน dunite peridotite gabbro (Early Stage) จะเป็นช่วงที่มีกลุ่มโลหะ Cr Ni Cu Pt ตกผลึกแร่ เป็นต้น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



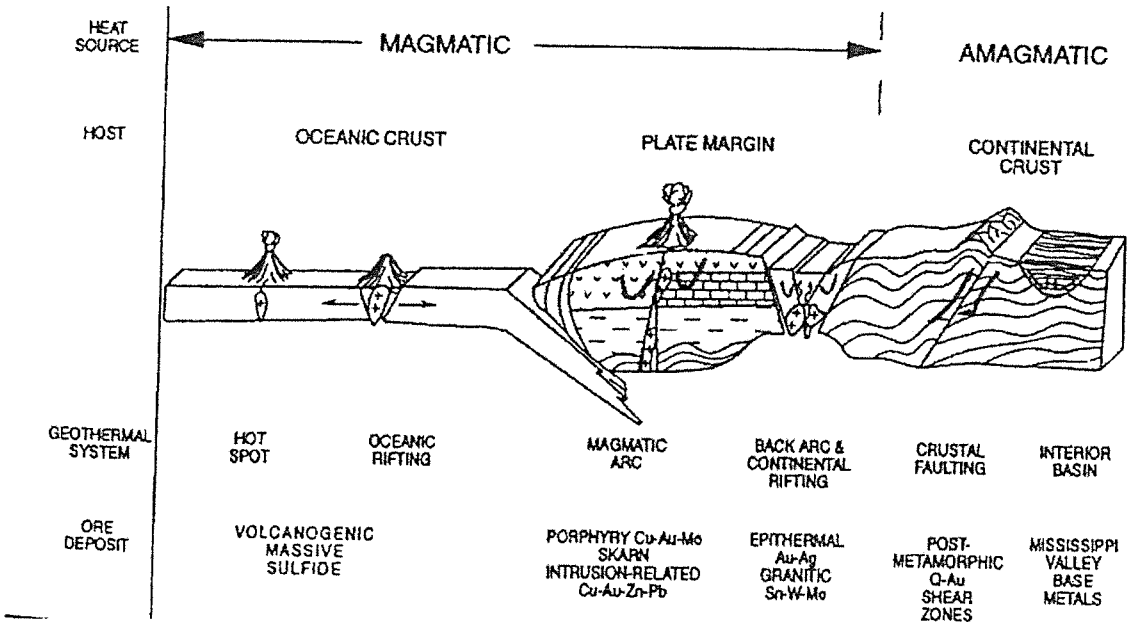
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างหินอัคนีกับแหล่งแร่ (จาก A.M. Bateman, 1942)

เอกสารฉบับนี้เป็นสิทธิของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

2. โครงสร้างที่สัมพันธ์กับการเกิดแหล่งแร่

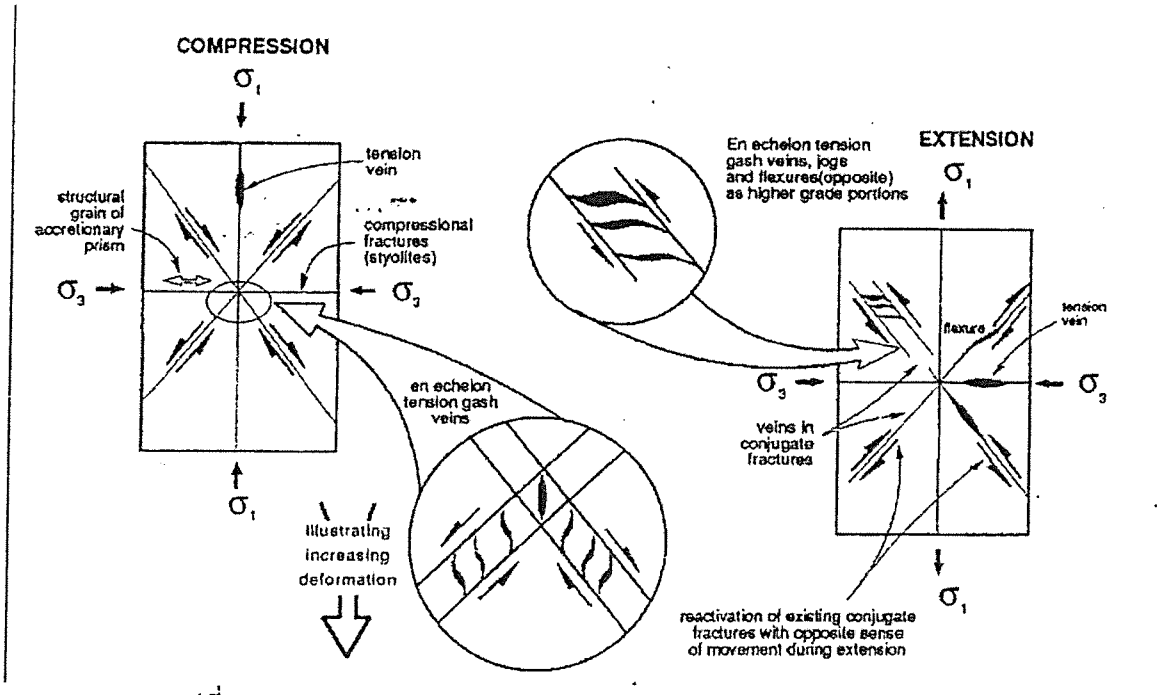
ปัจจุบันทฤษฎี plate tectonic อธิบายได้เป็นอย่างดีเกี่ยวกับการเกิดแหล่งแรร่ในบริเวณต่าง ๆ ของผืนทวีปกับ geothermal systems และ hydrothermal ore deposits ยกตัวอย่างเช่น แหล่งแร่แบบ volcanogenic massive sulfide จะเกิดในหินที่เป็น oceanin crust และสัมพันธ์กับ geothermal systems แบบ hot spot และ oceanic rifting แหล่งแร่ epithermal Au-Ag จะเกิดบริเวณ plate margin ในส่วนที่เป็น back arc และ continental rifting เป็นต้น

นอกจากนี้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อผิวโลกอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของ plate ต่าง ๆ ยังทำให้เราแปลความหมายได้ว่าบริเวณไหนมีโครงสร้างเหมาะสมสำหรับการสะสมตัวของแหล่งแร่ ดังแสดงในรูปที่ 3-6

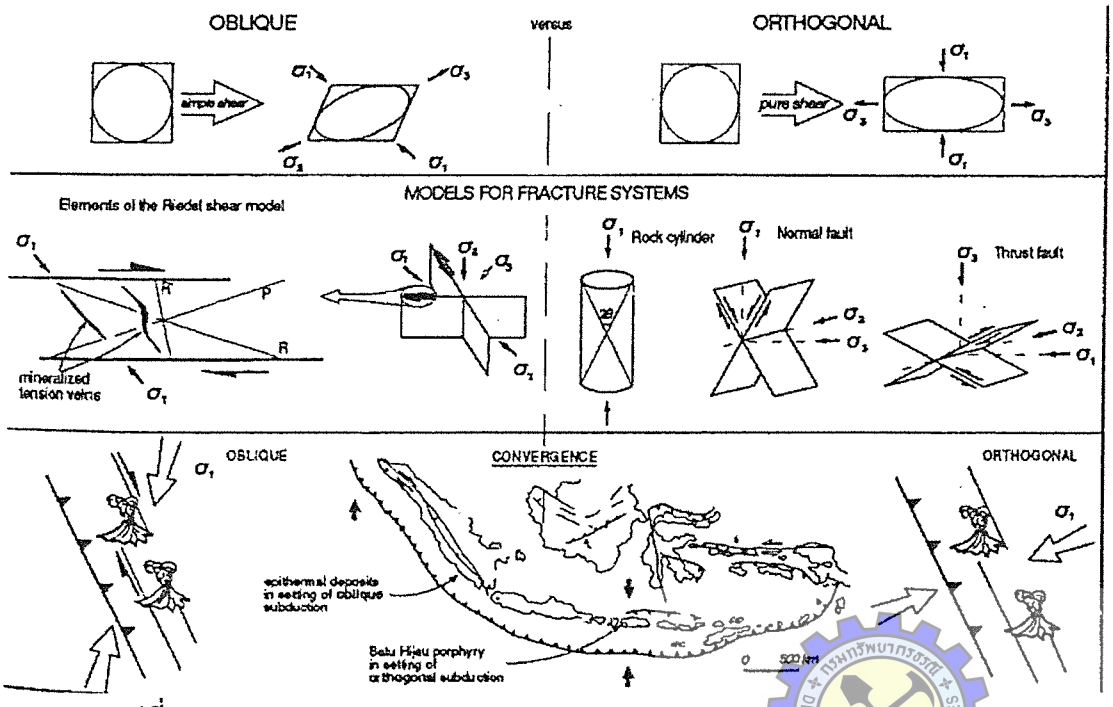


รูปที่ 2 Active Geothermal system and hydrothermal ore deposits (จาก G.I. Corbett และ T.M. Leach, 1998)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

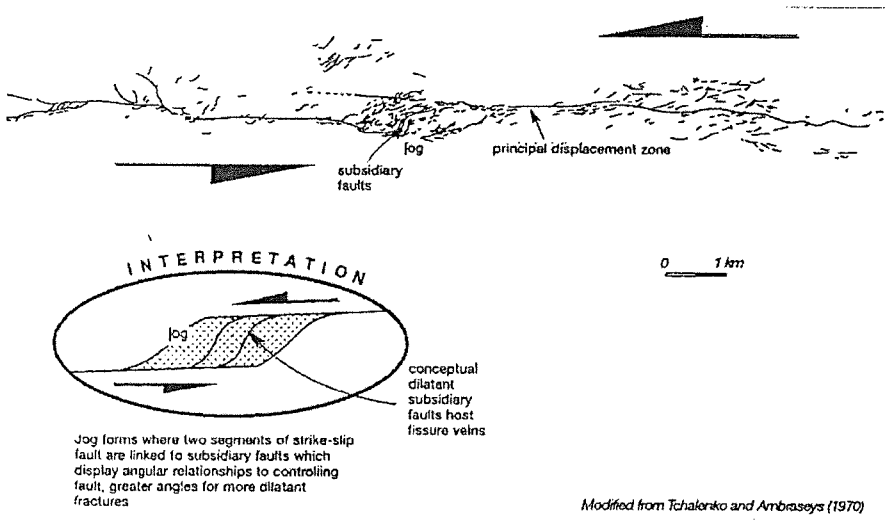


รูปที่ 3 Convergence and fracture systems as obligue vs. orthogonal (จาก G.J. Corbett และ T.M. Leach, 1998)

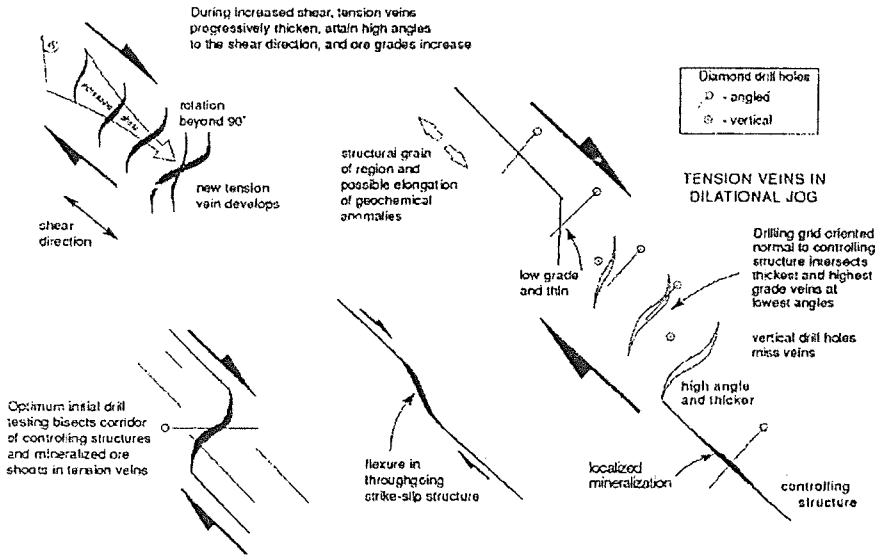


รูปที่ 4 Dilational fractures in settings of orthogonal convergence (จาก G.J. Corbett และ T.M. Leach, 1998)

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 5 Fractures associated with an eaarthquake at Dasht-e Bayaz, Iran-August 31, 1968 (จาก G.J. Corbett และ T.M. Leach, 1998)

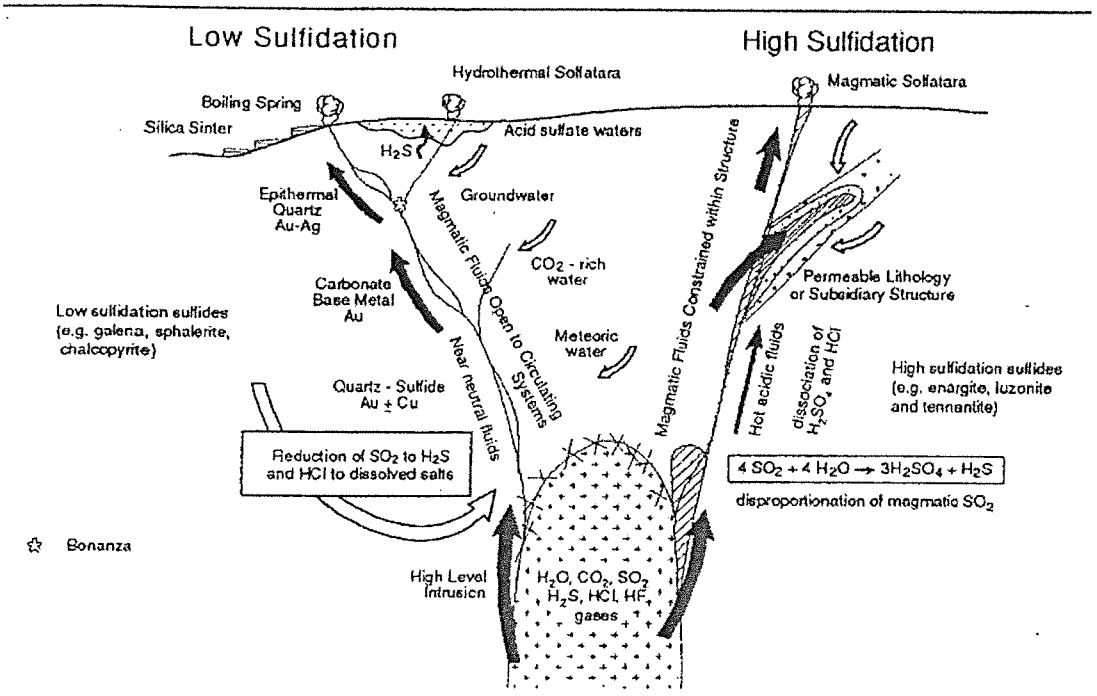


รูปที่ 6 Drill testing tension vein mineralization (จาก G.J. Corbett และ T.M. Leach, 1998)

3. *น้ำแร่ (Ore-bearing fluids) และการเคลื่อนที่ของน้ำแร่*

น้ำที่มีส่วนสำคัญในการเกิดแหล่งแร่ ได้แก่ magmatic fluids, hydrothermal fluids และ meteoric water ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำแร่ การเคลื่อนที่ของน้ำแร่ แสดงในรูปที่ 7

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 7 Derivation of high and low sulfidation fluids (จาก G.J. Corbett และ T.M. Leach, 1998)

4. *สมัชชาแร่ (Ore Assemblage)*

การรวมกลุ่มกันของสินแร่และกากแร่ มีความสัมพันธ์กับการเกิดแหล่งแร่ในสภาวะแวดล้อมที่ต่าง ๆ กัน ดังนั้นการรู้จักกลุ่มแร่ที่เกิดอยู่ด้วยกันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสำรวจแร่ได้เช่นเดียวกับวิธีการทางธรณีเคมี คือ หาธาตุหลัก และธาตุบ่งชี้ ตัวอย่างของสมัชชาแร่แสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งแสดงเฉพาะสินแร่ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี

5. *การเปลี่ยนสภาพ (alteration)*

ใน hydrothermal system การเปลี่ยนสภาพของแร่และหินจะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากอิทธิพลของ temperature, fluid chemistry, concentration, host rock composition, kinetics of reaction, duration of activity และ permeability รูปที่ 8 แสดงอิทธิพลของ temperature และ pH ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นแร่กลุ่มต่าง ๆ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าอยู่ส่วนไหนของระบบ เช่น ถ้าเราพบกลุ่มแร่ quartz sericite และ carbonate ก็จัดอยู่ในกลุ่ม Illite Group และเป็น Mesothermal

อย่างไรก็ตามการจัดกลุ่มแร่ที่เกิดจากการเปลี่ยนสภาพตามรูปที่ 8 นี้ ยังสามารถเรียกชื่อตามที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายได้อีก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ตารางที่ 1 Economic Mineral Associations in the Subsurface Environment (คัดลอกบางส่วนจาก W.C. Peter, 1978)

Commodity Ore minerals	Associations	Ore assemblages	Matrix assemblages
Copper chalcopyrite (cp) $CuFeS_2$-35% Cu bornite (bn) Cu_5FeS_4-69% Cu enargite (en) Cu_3AsS_4-49% Cu chalcocite (cc) Cu_2S-80%Cu tetrahedrite (tt) tennantite (tn) $Cu_3(Sb,As)S_3$ 30-50% Cu covellite (cv) CuS-66% Cu native copper (Cu) Cu-100% Cu)	Porphyry copper	py, ***cp***, ***bn***, mo, (sl, gn, en)	qtz, ser, (k-spar, cal, sid, mag, fl, bar, anh, tm, and skarn assemblage)
	Vein and Replacement	py, ***cp***, ***cc***, ***bn***, ***en***, ***cv***, (***tt***, ***tn***, mb, sl, gn)	qtz, (bar, fl, cal, anh, rc, sid)
	Stratiform-Sedimentary Association	***cc***, ***bn***, ***cp***, (***Cu***, gn, sl, py)	qtz, chl, ser (bar)
	Stratabound Massive Sulfides	py, ***cp***, sl, gn, (***tt***, ***bn***)	qtz, carb, gyps, anh, (bar)
Lead-Zinc galena (gn) PbS-86% Pb sphalerite (sl) ZnS-60-67% Zn	Stratabound Massive Sulfides	py, ***sl***, gn, cp, (po, mag)	qtz, (cal, dol, ser)
	Pyrometasomatic	***sl***, ***gn***, (cp, mag, hm, py, po)	gr, pyx, cal, dol, qtz
	Vein and Replacement	***gn***, ***sl***, tt, py, cp, (po, asp, mag)	qtz, sid, bar, cal, dol, jasp, (rc, ank)
	Stratiform-Metamorphic	py, ***sl***, ***gn***, (cp, po, mag)	dol, cal, bar, fl, (mica,chl)
	Stratabound-Limestone	py, ***gn***, ***sl***, (me, cp)	dol, cal, (fl, bar, qtz, jasp)

Advance argillic alteration ประกอบด้วยกลุ่มแร่ที่เกิดขึ้น ณ pH ต่ำ (<4) ซึ่งได้แก่กลุ่มแร่ silica และ alunite และยังรวมไปถึงกลุ่มแร่ kaolin ที่เกิด ณ อุณหภูมิสูงด้วย

Argillic alteration ประกอบด้วยกลุ่มแร่ที่เกิดขึ้น ณ pH ต่ำปานกลาง (4-6) และอุณหภูมิต่ำ (<200°-250°C) ซึ่งก็คือกลุ่มแร่ kaolin และ illite

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11162

การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่

โดย

นายฟูยศ โชติคณาทิศ

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่

การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ในพื้นที่แหล่งแร่

การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ ได้มีการปฏิบัติหรือทำมาเป็นเวลานานแล้ว นับวันจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นตามลำดับ เนื่องจากแต่ละหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนของแต่ละประเทศ ต่างก็ต้องการที่จะทราบปริมาณสำรองและทรัพยากรสำรองของแร่ในเชิงคุณภาพ เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนทางด้านทรัพยากรแร่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การที่จะทราบปริมาณทรัพยากรแร่ หรือปริมาณแร่สำรองที่แท้จริงได้ ก็ต่อเมื่อได้มีการเปิดการทำเหมืองเสร็จสิ้นเรียบร้อยไปแล้ว ดังนั้น ปริมาณแร่สำรองที่กล่าวกันโดยทั่วไป เป็นเพียงตัวเลขที่ได้จากการคาดคะเน จากผลสำรวจหรือตามข้อมูลที่มีอยู่เท่านั้น ตัวเลขที่ปรากฏจะถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณและความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาประเมินด้วย เทคนิควิธีการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ จึงได้รับการพัฒนาและพยายามปรับปรุงให้สามารถตอบสนองความต้องการเพื่อที่จะได้ข้อมูลดังกล่าวอย่างถูกต้องแม่นยำอยู่ตลอดเวลา รายละเอียดบางส่วนเกี่ยวกับเทคนิคการประเมินอาจติดตามอ่านได้จากเอกสารของ David (1977) สุรพล อารีย์กุล (2524) และ IAEA (1985)

การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ เป็นการคำนวณหาปริมาณของแร่ชนิดต่าง ๆ โดยใช้หลักการทางเรขาคณิตซึ่งก็คือ การหาพื้นที่ของแหล่งแร่ที่มีรูปร่างแบบต่าง ๆ เช่น พื้นที่รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หลายเหลี่ยม และวงกลม แล้วนำมาคำนวณหาปริมาตร(คูณกับความหนาหรือความลึกของสายแร่) และปริมาณทรัพยากรแร่ โดยคำนวณรวมกับค่าความถ่วงจำเพาะของหิน และค่าความสมบูรณ์ของสินแร่หรือเกรดแร่ การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยและสภาพแวดล้อมทางด้านธรณีวิทยาต่างๆ หลายประการ ได้แก่ลักษณะการกำเนิดของแหล่งแร่ในแต่ละบริเวณ เช่น ลักษณะแบบสายแร่ หรือชั้นกะสะตามร่องน้ำ รวมทั้งวิธีการสำรวจ เช่น การเจาะสำรวจ ขุดร่องสำรวจ หลุมสำรวจ และการเก็บตัวอย่างเป็นระบบกริดหรือสุ่มสำรวจ วิธีการประเมินดังกล่าวมีหลายแบบดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งพอจะกล่าวแยกได้ดังนี้

วิธีคำนวณแบบพื้นที่คงที่

การคำนวณแบบพื้นที่คงที่ (uniform area) เป็นวิธีการประเมินที่ใช้พื้นที่รอบหลุมเจาะสำรวจ (area of influence) ที่มีขนาดเท่ากันตลอดพื้นที่แหล่งแร่ อาจจะเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านเท่าหรือพื้นที่วงกลม แต่ขนาดของพื้นที่จะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่าง ตลอดจนความต่อเนื่องของแหล่งแร่ในกรณีที่มีความลึกเข้ามาเกี่ยวข้อง หลุมหนึ่งจะแทนปริมาตรดินและหินจำนวนหนึ่ง (volume of influence) วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กับการประเมินแหล่งแร่ที่มีการเจาะสำรวจระบบกริดหรือเป็นตาราง โดยมีระยะห่างระหว่างหลุมเจาะเท่ากัน ปริมาณทรัพยากรแร่ที่คำนวณได้จะเป็นทรัพยากรประเภทบ่งชี้ (indicated resources*) ส่วนทรัพยากรแร่ที่ได้จากการคำนวณนอกพื้นที่แต่อยู่ในพื้นที่แหล่งแร่จะเป็นทรัพยากรประเภทคาดคะเน (inferred resources**) วิธีนี้นับว่าเป็นการประเมินที่ค่อนข้างง่ายและรวดเร็ว

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำสำเนาหรือดัดแปลงและเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

* ทรัพยากรประเภทบ่งชี้ (indicated resources) หมายถึง ทรัพยากรแร่ที่ได้มีการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณจากผลวิเคราะห์ของตัวอย่างที่เก็บในหลุมเจาะสำรวจที่อยู่ในรัศมี หรือระยะห่างจากหลุมเจาะพอสมควร (IAEA, 1985; Hansen, 1991; UN, 1999)

** ทรัพยากรประเภทคาดคะเน (inferred resources)หมายถึง ทรัพยากรแร่ที่ได้จากการประมาณการเพิ่มเติมที่ไม่อยู่ในรัศมีหรือระยะห่างจากหลุมเจาะที่ได้กล่าวถึงมาแล้ว ในเรื่องทรัพยากรประเภทบ่งชี้ (IAEA, 1985; Hansen, 1991; UN, 1999)

ตัวอย่างการคำนวณดูรูปที่ 2 และตารางที่ 1 ในการคำนวณปริมาณจะใช้เส้นรอบวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่หลุมเจาะสำรวจแต่ละหลุม พื้นที่ของวงกลมหรือพื้นที่ที่จะใช้ในการคำนวณ ขึ้นอยู่กับรัศมีของวงกลมที่ผู้ประเมินกำหนด ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดแร่ ขนาดและลักษณะทางธรณีวิทยาแหล่งแร่ด้วย (เช่น ความต่อเนื่องของชั้นที่มีแร่หรือสายแร่) และระยะห่างระหว่างหลุมเจาะอีกด้วย ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีตัวเลขที่กำหนดแน่นอน (David, 1977; สุรพล อารีย์กุล, 2524; นาวี พิชยกุล, 2531) ผู้ประเมินอาจจำเป็นต้องพิจารณาและค้นคว้าเปรียบเทียบจากรายงานต่าง ๆ ประกอบเพิ่มเติม

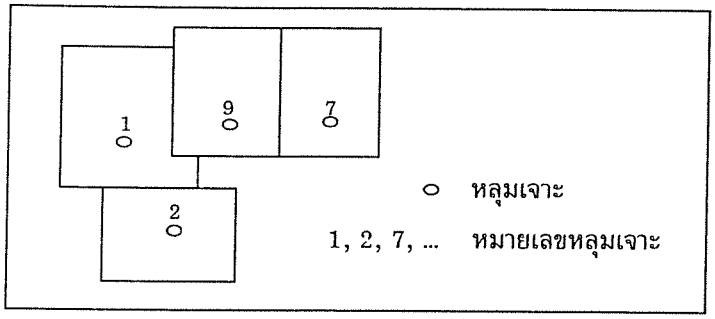
ตารางที่ 1 วิธีการคำนวณทรัพยากรแร่แบบพื้นที่คงที่

หมายเลขหลุมเจาะ	ความหนา T (เมตร)	เกรดแร่ G (%)	ผลคูณ GT	พื้นที่ (ตร.ม.)	ถ.พ. หิน	สินแร่ (ตัน)	แร่ (ตัน)
4	3.50	0.127	0.445	707	2.5	6186	7.86
7	4.40	0.087	0.383	707	2.5	7777	6.77
9	3.20	0.066	0.211	707	2.5	5656	3.73
10	5.20	0.099	0.515	707	2.5	9191	9.10
12	6.70	0.168	1.126	707	2.5	11842	19.89
ทรัพยากรบ่งชี้	23.00		2.680	3,535		40,652	47.35
		ค่าเฉลี่ยความหนา		T = 23.00/5 = 4.60 เมตร			
		ค่าเฉลี่ยเกรดแร่		G = 2.680/23.00 = 0.116%			
ทรัพยากรคาดคะเน	4.60	0.116		1,965		22,598	26.21
ทรัพยากรแร่						63,250	73.56

วิธีคำนวณแบบพื้นที่แปรผัน

การคำนวณแบบพื้นที่แปรผัน (variable area) เป็นวิธีการประเมินแหล่งแร่ที่ใช้พื้นที่ไม่เท่ากันแทนพื้นที่รอบหลุมเจาะสำรวจ อาจจะเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าติดต่อกันตลอดพื้นที่แหล่งแร่ หรือเป็นพื้นที่วงรีรอบหลุมเจาะที่มีแร่ คลุมพื้นที่ที่เหมาะสม การประเมินทรัพยากรแร่แบบนี้ เป็นวิธีที่ใช้กับการประเมินแหล่งแร่ที่มีการเจาะสำรวจแบบสุ่มสำรวจ ระยะห่างระหว่างหลุมเจาะไม่เท่ากัน จึงมักจะประยุกต์ใช้กับแหล่งแร่ที่เกิดแบบสะสมตัวในร่องน้ำ และสายแร่เป็นต้น ลักษณะรูปแบบของพื้นที่แปรผันดังกล่าวนี้ ดูรูปที่ 3 จากพื้นที่ที่คำนวณได้นำมาคำนวณรวมกับความลึกหรือความหนา ค่าความถ่วงจำเพาะของหิน และเกรดของแหล่งแร่หรือสายแร่ จะได้ปริมาณของสินแร่ในแหล่งนั้นตามตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 2

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



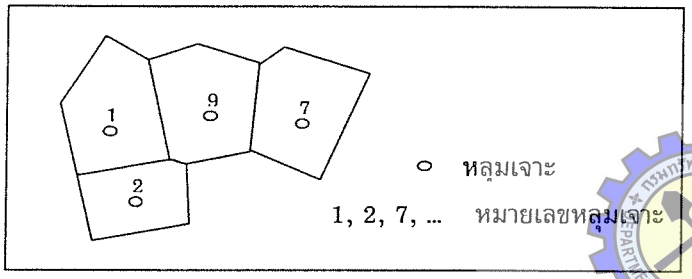
รูปที่ 3 การคำนวณแบบพื้นที่แปรผัน (คัดลอกและแก้ไขเพิ่มเติมจาก IAEA, 1985)

ตารางที่ 2 วิธีการคำนวณทรัพยากรแร่แบบพื้นที่แปรผัน

หมายเลขหลุมเจาะ	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความหนาT (เมตร)	เกรดแร่G (%)	ถ.พ.หิน	สินแร่ (ตัน)	แร่ (ตัน)
1	1,410	2.30	0.072	2.5	8,107	5.84
2	860	1.80	0.094	2.5	3,870	3.64
7	950	4.40	0.087	2.5	10,450	9.09
9	1,102	3.20	0.066	2.5	8,816	5.82
รวม			**0.078**		**31,243**	**24.39**

วิธีคำนวณแบบพื้นที่หลายเหลี่ยม

การคำนวณแบบพื้นที่หลายเหลี่ยม (polygonal method) เป็นวิธีการประเมินที่ใช้พื้นที่ไม่เท่ากันแทนพื้นที่รอบหลุมเจาะสำรวจ ขอบเขตของพื้นที่รอบหลุมเจาะได้จากการแบ่งเส้นตรงระยะกึ่งกลางระหว่างหลุม โดยการลากเส้นตรงตั้งฉากกับเส้นที่ลากระหว่างหลุมเจาะหรือเกิดจากการลากเส้นตรงจุดกึ่งกลางระหว่างหลุมเจาะไปยังหลุมเจาะที่อยู่ตรงกันข้ามทำให้เกิดรูปหลายเหลี่ยมรอบหลุมเจาะ (รูปที่ 1) การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ด้วยวิธีนี้ อาจจะได้ปริมาณทรัพยากรแร่มากหรือน้อยเกินความเป็นจริง หากพื้นที่หลายเหลี่ยมมีขนาดใหญ่มากหรือเป็นรูปยาวรีในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง จากนั้นนำพื้นที่ที่คำนวณได้ไปคำนวณหาปริมาณทรัพยากรแร่ต่อไปเช่นเดียวกับวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น ดูรูปที่ 4 และตารางที่ 3



รูปที่ 4 การคำนวณแบบพื้นที่หลายเหลี่ยม (คัดลอกและแก้ไขเพิ่มเติมจาก IAEA, 1985)

กรมทรัพยากรธรณี DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ตารางที่ 3 วิธีคำนวณทรัพยากรแร่แบบพื้นที่หลายเหลี่ยม

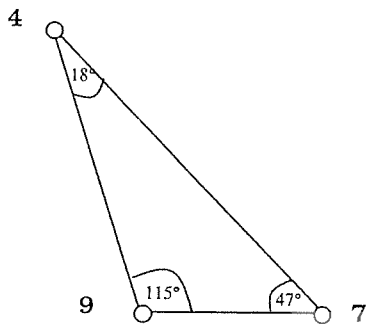
หมายเลขหลุมเจาะ	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความหนา T(เมตร)	เกรดแร่G (%)	ถ.พ.หิน	สินแร่ (ตัน)	แร่ (ตัน)
1	1200	2.30	0.072	2.5	6,900	4.97
2	930	1.80	0.094	2.5	4,185	3.93
7	1030	4.40	0.087	2.5	11,330	9.86
9	1230	3.20	0.066	2.5	9,840	6.49
รวม			0.078		32,255	25.25

วิธีคำนวณแบบพื้นที่สามเหลี่ยม

การคำนวณแบบพื้นที่สามเหลี่ยม (triangular method) เป็นวิธีการประเมินที่ใช้พื้นที่จากรูปสามเหลี่ยมที่เกิดจากการลากเส้นระหว่างหลุมเจาะ ดังนั้น พื้นที่สามเหลี่ยมจึงแทนพื้นที่ที่มีเกรดแร่และความหนาของชั้นแร่ของหลุมเจาะทั้ง 3 หลุม ไม่ใช่หลุมใดหลุมหนึ่ง หากพื้นที่สามเหลี่ยมเกิดจากรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ปริมาณทรัพยากรแร่จะได้จากการเฉลี่ย เกรดแร่และความหนาของชั้นแร่เท่ากัน แต่ในกรณีพื้นที่แหล่งแร่เป็นรูปสามเหลี่ยมเกิดจากรูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่าจะต้องทำการปรับแก้ให้เกรดแร่และความหนาของชั้นแร่เป็นสัดส่วนกับขนาดของมุมรูปสามเหลี่ยม โดยกำหนดให้ค่าที่ใช้ปรับแก้

$$\text{ค่าที่ใช้ปรับแก้ (correction factor)} = \frac{\text{มุมของสามเหลี่ยม}}{60}$$

สำหรับตัวอย่างวิธีการคำนวณปริมาณทรัพยากรแร่ดูรูปที่ 5 และตารางที่ 4



รูปที่ 5 การคำนวณแบบพื้นที่สามเหลี่ยม (คัดลอกและแก้ไขเพิ่มเติมจาก IAEA, 1985)

กรมทรัพยากรธรณี DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES
เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ตารางที่ 4 วิธีคำนวณทรัพยากรแร่แบบพื้นที่สามเหลี่ยม

รูปสามเหลี่ยม	พื้นที่ (ตร.ม.)	หมายเลขหลุม	ความหนา T (เมตร)	เกรดแร่ G (%)	ผลคูณ GT	สินแร่ (ตัน)	แร่ (ตัน)	ค่าปรับแก้	ความหนา Tc (เมตร)	
4-7-9	650	4	3.50	0.127	0.445			18/60	1.10	0.140
		7	4.40	0.087	0.383			47/60	3.50	0.304
		9	3.20	0.066	0.211			115/60	6.10	0.403
			11.10		1.039				10.70	0.847
ค่าเฉลี่ยความหนา		T = 11.10/3 = 3.70 ม.				ค่าเฉลี่ยความหนา Tc = 10.70/3 = 3.60 ม.				
ค่าเฉลี่ยเกรดแร่		G = 1.039/11.10 = 0.094%				ค่าเฉลี่ยเกรดแร่		G = 0.847/10.70 = 0.079%		
650		3.70	0.094			6013	5.65		3.60	

ปริมาณสินแร่หลังจากปรับแก้แล้ว = พื้นที่ x ความหนา x ถ.พ.หิน

= 650x3.60x2.5 = 5,850 ตัน

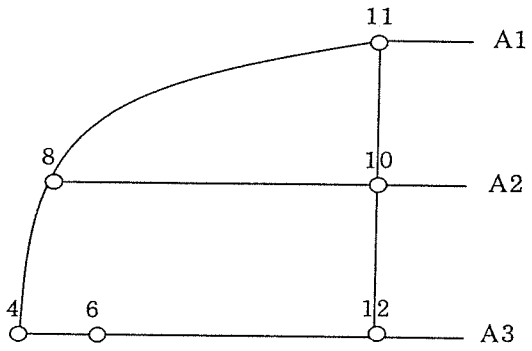
ปริมาณแร่ " = 5,850x0.079 = 4.62 ตัน

วิธีคำนวณแบบพื้นที่หน้าตัด

การคำนวณแบบพื้นที่หน้าตัด (cross-section method) เป็นวิธีการคำนวณหาปริมาณของสินแร่จากการหาพื้นที่หน้าตัด แล้วนำมาประเมินหาปริมาณทรัพยากรแร่ ซึ่งประยุกต์ใช้กับแหล่งแร่ที่มีรูปร่างยาวรี หรือมีรูปร่างไม่แน่นอน เช่น สายแร่ แร่ที่สะสมในชั้นกะสะ เป็นต้น ซึ่งมักจะมีการเจาะสำรวจตัดขวางสายแร่ โดยมีระยะระหว่างหลุมเจาะ ค่อนข้างชิดกันแต่ระยะระหว่างแถวของหลุมเจาะห่างกัน

การคำนวณหาปริมาตรของสินแร่ อาจจะได้จากพื้นที่หน้าตัดเล็กๆ หลายพื้นที่ โดยคิดรวมพื้นที่หน้าตัดเล็กๆ กับระยะระหว่างพื้นที่หน้าตัดดังกล่าว เมื่อคิดคำนวณกับค่าความถ่วงจำเพาะของหินและเกรดแร่ จะได้ปริมาณทรัพยากรแร่ สำหรับตัวอย่างวิธีคำนวณปริมาณทรัพยากรแร่ ดูรูปที่ 6 และตารางที่ 5

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 6 การคำนวณแบบพื้นที่หน้าตัด (คัดลอกและแก้ไขเพิ่มเติมจาก IAEA, 1985)

ตารางที่ 5 วิธีคำนวณทรัพยากรแร่แบบพื้นที่หน้าตัด

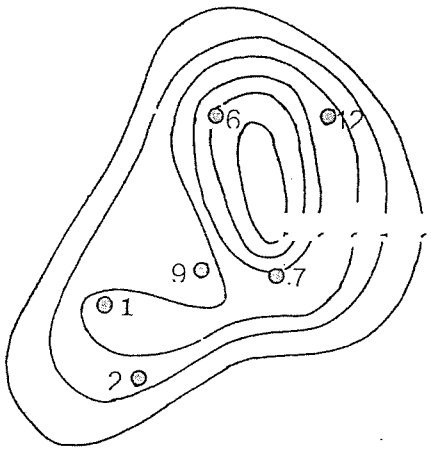
หน้าตัด	พื้นที่หน้าตัดA (ตร.ม.)	หมายเลขหลุมเจาะ	เกรดแร่ G (%)	ระยะทางD (เมตร)	พื้นที่เฉลี่ยA (ตร.ม.)	ผลคูณ GA	ถ.พ. หิน	สินแร่ (ตัน)	แร่ (ตัน)
A1	0	11	-		0				
A2	156	10	0.099			15.444			
A 1 - A2	156		0.099	26	78	15.444	2.5	5,070	5.02
A3	105	4	0.127			13.335			
	104	6	0.186			19.344			
	221	12	0.168			37.128			
	76	12	0.064			4.864			
A3	506					74.671			
ค่าเฉลี่ยเกรดแร่ G =74.671/506=0.148%									
A2	156								
A 2 - A3	662		0.136	26	331	90.115	2.5	21,515	29.26
รวม			0.129					26,585	34.28

วิธีคำนวณแบบพื้นที่เส้นชั้น

การคำนวณแบบพื้นที่เส้นชั้น (isopach method) เป็นวิธีการประเมินที่ได้จากพื้นที่เส้นชั้นความสูง/ความหนาของชั้นแร่ ที่ครอบคลุมพื้นที่หลุมเจาะ พื้นที่เส้นชั้นในแนวระนาบ แต่ละพื้นที่จะห่างกันด้วยระยะความสูงหรือความหนาเท่า ๆ กัน ปริมาตรของสินแร่ จะได้จากการคิดพื้นที่เฉลี่ยระหว่างเส้นชั้นทั้งสอง เมื่อนำปริมาตรของสินแร่มาคำนวณกับค่าความถ่วงจำเพาะของหินและค่าความ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

สมบูรณ์หรือเกรดแร่แล้ว จะได้ปริมาณทรัพยากรแร่ วิธีการประเมินแบบนี้ มักจะประยุกต์ใช้กับการประเมินปริมาณทรัพยากรธรณี ประเภทหินอุตสาหกรรม ที่มีปริมาตรและมวลสารเป็นปริมาณมาก การคำนวณพื้นที่เส้นชั้นความสูง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาจจะใช้วิธีการคำนวณพื้นที่หน้าตัดร่วมด้วย รายละเอียดเพิ่มเติมอาจจะดูได้จากคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Surfer ของ Keckler (1995) สำหรับตัวอย่างวิธีคำนวณปริมาณทรัพยากรแร่ ดูรูปที่ 7 และตารางที่ 6



หลุมเจาะ
1, 2, 6, ... หมายเลขหลุมเจาะ
0, 1, 2, ... หมายเลขเส้นชั้น

รูปที่ 7 การคำนวณพื้นที่เส้นชั้น (คัดลอกและแก้ไขเพิ่มเติมจาก IAEA, 1985)

ตารางที่ 6 วิธีคำนวณทรัพยากรแร่แบบเส้นชั้น

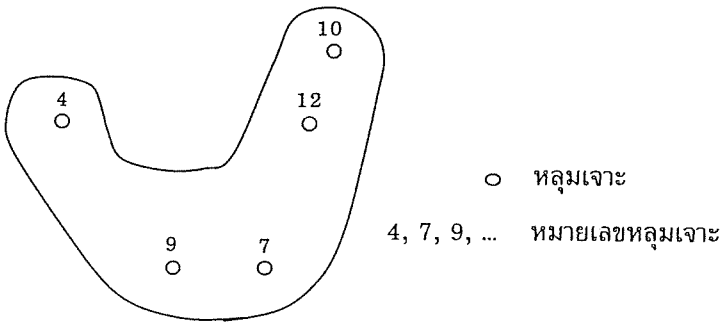
เส้นชั้น (เมตร)	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความหนา (เมตร)	ปริมาตร (ลบ.ม.)	ถ.พ.หิน	สินแร่ (ตัน)	เกรดเฉลี่ย G%	แร่ (ตัน)
1.8	5,520	1.8	9,936	2.5	24,840		
2.0	4,700	0.2	940	2.5	2,350		
3.0	2,290	1.0	2,290	2.5	5,725		
4.0	1,430	1.0	1,430	2.5	3,575		
5.0	430	1.0	430	2.5	1,075		
>5.0	200	1.0	200	2.5	500		
รวม					38,065	0.113	40.10

วิธีคำนวณแบบพื้นที่วงรอบ

การคำนวณแบบพื้นที่วงรอบ (general outline method) เป็นวิธีการประเมินที่ได้จากพื้นที่วงรอบแหล่งแร่อย่างกว้างๆ ซึ่งครอบคลุมหลุมเจาะที่มีแร่ทั้งหมด ปริมาตรของสินแร่จะได้จากพื้นที่วงรอบ กับความหนาเฉลี่ยของหลุมเจาะทั้งหมด เมื่อคำนวณกับค่าความสมบูรณ์ หรือเกรดแร่เฉลี่ย

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ของหลุมเจาะทั้งหมด จะได้ปริมาณทรัพยากรแร่ วิธีการประเมินแบบนี้มักจะประยุกต์ใช้กับแหล่งแร่ที่มีการสำรวจค่อนข้างสม่ำเสมอ หลุมเจาะมีระยะห่างไม่แตกต่างกันมากนัก หากเกรดแร่มีค่าสูงต่ำแตกต่างกันมาก ควรจะแยกพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยเสียก่อน เพื่อให้การประเมินใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น วิธีนี้นับเป็นวิธีการประเมินที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และทำได้รวดเร็ว สำหรับตัวอย่างวิธีคำนวณปริมาณทรัพยากรแร่ ดูรูปที่ 8 และตารางที่ 7



รูปที่ 8 การคำนวณแบบพื้นที่วงรอบ (คัดลอกและแก้ไขเพิ่มเติมจาก IAEA, 1985)

ตารางที่ 7 วิธีคำนวณทรัพยากรแร่แบบพื้นที่วงรอบ

พื้นที่ (ตร.ม.)	ความหนาเฉลี่ย (เมตร)	เกรดเฉลี่ย (%)	สินแร่ (ตัน)	แร่ (ตัน)
5,500	4.60	0.116	63,250	73.37

วิธีคำนวณแบบระยะทางผกผัน

การคำนวณแบบระยะทางผกผัน (inverse distance method) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญกับระยะทางที่สายแร่แผ่ขยายออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีแร่หรือแหล่งแร่มีค่าความสมบูรณ์ของแร่นั้นเปลี่ยนแปลงได้มาก เมื่อระยะทางเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย การประมาณการเกรดแร่หรือความหนาของชั้นแร่ ในพื้นที่รูปทรงเรขาคณิตรอบหลุมเจาะ หรือบริเวณใด ๆ ในแหล่งแร่ ได้จากการเฉลี่ยจากหลุมเจาะข้างเคียงกับระยะทางผกผันเป็นกำลังหนึ่ง สอง และสามตามลำดับ ค่าประมาณการของเกรดแร่หรือความหนาของชั้นแร่จะใกล้เคียงความจริงมากขึ้นเมื่อเลขกำลังสูงขึ้น (IAEA, 1985) วิธีการประมาณการดังแสดงไว้ดังสมการ

$$G = \frac{G_1/d_1^{\,x} + G_2/d_2^{\,x} + \ldots\ldots G_n/d_n^{\,x}}{1/d_1^{\,x} + 1/d_2^{\,x} + \ldots\ldots 1/d_n^{\,x}}$$

เมื่อ G คือเกรดแร่ของพื้นที่เล็ก ๆ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

G_n คือเกรดแร่หลุมเจาะที่ n

d_n คือระยะทางจากหลุมเจาะที่ n

x คือกำลังหนึ่ง สอง หรือสาม

ตัวอย่างเกรดแร่เมื่อคำนวณจากระยะทางผกผันกำลังหนึ่ง สอง และสาม

$$X=1 \quad G = \frac{0.35/27 + 0.09/44 + 0.18/56}{1/27 + 1/44 + 1/56} = 0.23\%$$

$$G_{X=2} = \frac{0.35/27^2 + 0.09/44^2 + 0.18/56^2}{1/27^2 + 1/44^2 + 1/56^2} = 0.26\%$$

$$G_{X=3} = \frac{0.35/27^3 + 0.09/44^3 + 0.18/56^3}{1/27^3 + 1/44^3 + 1/56^3} = 0.29\%$$

IAEA (1985) ได้สรุปผลจากการเปรียบเทียบ การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่จากแหล่งแร่บริเวณเดียวกัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ ปรากฏว่า เกรดแร่เฉลี่ยของแหล่งแร่ที่ได้จากการคำนวณจะมีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่ปริมาณสินแร่ หรือปริมาณทรัพยากรแร่ จะแตกต่างกัน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ปริมาณทรัพยากรแร่ที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีการคำนวณแบบพื้นที่คงที่ พื้นที่แปรผัน พื้นที่หลายเหลี่ยมและพื้นที่วงกลม จะแตกต่างกันเล็กน้อย และใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ ปริมาณทรัพยากรแร่ที่ได้จากการประเมินด้วยวิธีการคำนวณแบบพื้นที่เส้นชั้น จะมากกว่าค่าเฉลี่ยร้อยละ 25 ปริมาณทรัพยากรแร่ที่ได้จากการประเมินด้วย วิธีการคำนวณแบบพื้นที่สามเหลี่ยม จะน้อยกว่าค่าเฉลี่ยร้อยละ 50 วิธีการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ โดยวิธีการคำนวณพื้นที่สามเหลี่ยม ดังกล่าวจึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ ส่วนการประเมินทรัพยากรแร่ด้วย วิธีการคำนวณแบบพื้นที่หน้าตัด จะมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเล็กน้อย แต่ก็มักจะใช้กันแพร่หลายสำหรับแหล่งแร่ที่เกิดเป็นสายแร่

สำหรับการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ด้วยวิธีคำนวณแบบระยะทางผกผัน จะเป็นวิธีการยุ่งยากกว่าวิธีการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว แต่ก็เป็นวิธีการที่จะทำให้ปริมาณทรัพยากรแร่ที่คำนวณได้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น เนื่องจากได้นำเกรดแร่และความหนาของชั้นแร่ในพื้นที่ข้างเคียงมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณทรัพยากรแร่ด้วย

ท้ายสุดในการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ ในแต่ละพื้นที่ผู้ประเมินต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกวิธีการคำนวณให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยพิจารณาจากลักษณะการกำเนิดของแหล่งแร่ (เช่น เป็นสายแร่ ลานแร่) และวิธีการเจาะสำรวจ (โดยวิธีเจาะสำรวจเป็นระบบกริด หรือเจาะสำรวจแบบสุ่มสำรวจ ที่ระยะความถี่ที่แตกต่างกัน) สำหรับการคำนวณปริมาณทรัพยากรธรณี เช่น หินคาร์บอเนต หินอ่อนและหินแกรนิต ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ติดต่อกันเป็นบริเวณกว้าง ผู้ทำการประเมินอาจจะประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ surfer ทำการคำนวณ โดยกำหนดให้มีปริมาณ

ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

หินคาร์บอเนตเพียงร้อยละ 60 ของปริมาณที่คำนวณได้ทั้งหมด และให้มีปริมาณหินอ่อนร้อยละ 20 ของปริมาณหินคาร์บอเนต สำหรับการคำนวณปริมาณหินแกรนิต จะทำการคำนวณโดยวิธีเดียวกันกับหินคาร์บอเนต โดยกำหนดให้มีปริมาณหินแกรนิตเพียงร้อยละ 60 ของปริมาณที่คำนวณได้ ในบางบริเวณ เช่น พื้นที่ที่มีการสำรวจรายละเอียด อาจจะกำหนดให้มีปริมาณหินแกรนิตมากกว่าหรือน้อยกว่าร้อยละ 60 ของปริมาณที่คำนวณได้ทั้งหมด แต่การคำนวณปริมาณหินแกรนิตเพื่อเป็นหินประดับจะคิดจากหินก้อนเพียงร้อยละ 30 เท่านั้น เพื่อให้การคำนวณปริมาณทรัพยากรแร่ ทำได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

11163

แร่รัตนชาติในเมืองไทย

โดย

นายรัก หรรษาเวก

การฝึกอบรม " เทคนิคการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ "
วันที่ 16 - 22 กรกฎาคม 2545
กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แร่รัตนชาติในเมืองไทย

สภาพความเป็นจริง

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีชื่อเสียงในเรื่องของแร่รัตนชาติ* โดยเฉพาะทับทิมและไพลิน (แซปไฟร์สีน้ำเงิน) จัดเป็นแร่รัตนชาติที่สำคัญ และเป็นรายได้หลักของประเทศ อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับจัดเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งใน 13 สาขาที่ได้รับการส่งเสริมให้ปรับโครงสร้างอุตสาหกรรม และยังเป็นสินค้าหนึ่งที่อยู่ในโครงการนำร่องผู้ผลักดันสินค้า (Product champion) จึงนับเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศมากอย่างหนึ่ง แม้ว่าจะเกิดภาวะเศรษฐกิจโลกชะลอตัวแต่สถิติการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับ โดยผ่านกรมศุลกากรเป็นที่น่าสังเกตได้ว่าในรอบ 5 ปีที่ผ่านมานี้ แนวโน้มมูลค่ารวมการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศได้เพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2544 ที่ผ่านมานี้มีมูลค่าการส่งออกรวม 75,118.6 ล้านบาท จึงพอจะกล่าวได้ว่า อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทยยังเป็นอุตสาหกรรมที่มีโอกาสทางการตลาดสูงและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมูลค่าการส่งออกได้อีกมากในอนาคต

ทับทิมและแซปไฟร์จัดเป็นแร่ประเภทเดียวกัน คือ "แร่คอรันดัม" มีส่วนประกอบทางเคมีเป็นอะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ความแข็งรองจากเพชร มีได้หลากสีขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของธาตุมลทิน ทับทิมและแซปไฟร์เกิดในหินต่าง ๆ ได้หลายชนิด แต่สำหรับประเทศไทย ลาว กัมพูชา เวียดนามตอนใต้ ออสเตรเลีย ไนจีเรีย รวันดา มาดากัสการ์ตอนเหนือและตอนกลาง มีแหล่งกำเนิดมาจากหินภูเขาไฟชนิดแอลคาไลบะซอลต์ (alkali basalt) โดยแหล่งพลอยทับทิมและ/หรือแซปไฟร์ส่วนใหญ่เป็นแหล่งแร่ทุติยภูมิที่เกิดจากการผุพังทำลายของหินภูเขาไฟดังกล่าว ซึ่งสามารถจำแนกแหล่งสะสมตัวของพลอยตามลักษณะธรณีสัณฐานได้ 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. แบบสะสมตัวอยู่กับที่หรืออยู่ใกล้กับแหล่งหินกำเนิด (Residual and Eluvial deposits) มักพบพลอยในดินที่ผุพังอยู่กับที่ในดินบะซอลต์ หรืออาจถูกเคลื่อนย้ายไปจากเดิมเป็นระยะใกล้ ๆ โดยมิได้เกิดจากการกระทำของทางน้ำ พลอยที่พบมักมีขนาดใหญ่ตามธรรมชาติแหล่งกำเนิด

2. แบบสะสมตัวในบริเวณเศษหินเชิงเขา (Colluvial deposit) พบพลอยสะสมตัวร่วมกับเศษหินตามไหล่เขาและเชิงเขา ซึ่งเป็นการแตกสลายตัวของหินบะซอลต์ โดยเริ่มผุพังจากที่สูงร่วงลงมาสู่ที่ต่ำเพราะแรงดึงดูดของโลก

แร่รัตนชาติ* หมายถึง แร่ที่มีสมบัติเป็นรัตนชาติ คำว่า "รัตนชาติ" หรือ "อัญมณี" หมายถึง วัตถุธรรมชาติ (อาจเป็นได้ทั้งแร่ หิน หรืออินทรียสาร) ที่มีคุณค่าซึ่งนำมาตกแต่งเจียระไนใช้เป็นเครื่องประดับ มีสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ คือ ความสวยงาม (Beauty) ความทนทาน (Durability) และความหายาก (Rarity) คำว่า รัตนชาติและอัญมณีนี้ พอจะเทียบเคียงได้กับคำภาษาอังกฤษว่า gemstone และ gem ตามลำดับ ได้มีผู้พยายามให้รายละเอียดปลีกย่อยถึงความแตกต่างของคำทั้งสอง โดยนอกจากจะใช้สื่อความหมายของวัตถุธรรมชาติที่มีคุณค่าแล้ว คำว่า gem จะเน้นหนักถึงวัตถุที่มี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

คุณค่านั้นได้ผ่านการตกแต่งหรือเจียระไนให้สวยงามเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ส่วนวัตถุธรรมชาติที่มีคุณค่าแต่ยังมิได้ตกแต่งเจียระไน โดยถือว่ายังเป็นวัตถุดิบอยู่ จะเรียกว่า gemstone

3. แบบลานแร่ (Placer deposit) เป็นการสะสมตัวของพลอยที่ถูกพัดพามากับตะกอนทางน้ำ เช่น กรวด ทราย และดิน ไปสะสมตัวบริเวณที่ราบตะกอนน้ำพา (Alluvial plain) และลานตะพักลำน้ำ (River terrace) ด้วยเหตุที่พลอยคอรันดัมมีความแข็งสูง จึงมีความทนทานต่อสภาพการสึกกร่อนและการทำลายทั้งทางกายภาพและทางเคมี ทำให้สามารถคงทนอยู่ได้และสะสมตัวร่วมกับตะกอนกรวดในชั้นกะสะ (ชั้นมีพลอย) พลอยที่ได้จากแหล่งสะสมตัวแบบลานแร่ ส่วนใหญ่จะมีขนาดของพลอยใหญ่ เมื่อสะสมตัวอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเดิม ขนาดของพลอยเล็กลงเมื่อสะสมตัวอยู่ห่างไกลจากแหล่งหินกำเนิด แต่ข้อดีคือจะได้พลอยที่มีเนื้อดีมากขึ้น

แหล่งพลอยคอรันดัมของไทยมีหลายบริเวณด้วยกัน ทั้งภาคเหนือที่อำเภอเด่นชัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ภาคตะวันตกที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่อำเภอขุนหาญ อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ และอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี และภาคตะวันออกที่อำเภอท่าใหม่ อำเภอเมือง อำเภอขลุง อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี และอำเภอบ่อไร่ อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด (รูปที่ 1)

แหล่งทับทิมที่มีชื่อเสียงของไทยคือ อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด สำหรับแหล่งพลอยแซปไฟร์สีน้ำเงินที่มีคุณภาพและมีขนาดเม็ดโต อีกทั้งเป็นแหล่งที่มีกำลังผลิตสูงสุดในประเทศไทยติดต่อกันจนถึงปัจจุบัน เป็นระยะเวลาถึง 13 ปีมาแล้ว คือที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี จากฝ่ายข้อมูลและสถิติ กองวิชาการและวางแผน กรมทรัพยากรธรณี ผลผลิตพลอยแซปไฟร์กาญจนบุรีเฉลี่ยในรอบ 13 ปี (พ.ศ.2532–2544) คิดเป็นน้ำหนักประมาณ 377,511 กรัมต่อปี ผลผลิตสูงสุดในปี พ.ศ. 2535 คิดเป็นน้ำหนักประมาณ 946,270 กรัม และผลผลิตต่ำสุดในปี พ.ศ.2532 คิดเป็นน้ำหนักประมาณ 116,598 กรัม

แร่รัตนชาติชนิดอื่น ๆ (รูปที่ 2) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการทำเหมืองพลอยทับทิมและ/หรือแซปไฟร์ที่สำคัญได้แก่ นิลตะโก (black spinel) นิลเสี้ยน (black pyroxene) นิลติดเหล็ก (magnetite) เพทาย (zircon) และโกเมน (garnet) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเพชรซึ่งเป็นผลพลอยได้เล็กน้อยจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในเขตจังหวัดภูเก็ตและพังงา พลอยตระกูลควอตซ์ (quartz) เบริล (beryl) แอกทิโนไลต์ (actinolite) พรีห์ไนต์ (prehnite) เทกไทต์หรืออุลกมณี (tektite) และไข่มุกเลี้ยง (cultured pearl)

ประเทศไทยมีระบบอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับรองรับอย่างต่อเนื่องและครบวงจร ตั้งแต่การสำรวจ การทำเหมืองแร่รัตนชาติโดยใช้เทคโนโลยีที่สมบูรณ์แบบ การพัฒนาคุณภาพโดยการเผาที่มีความชำนาญและประสบการณ์ การเจียระไนที่มีฝีมือปราณีต รวมทั้งการทำตัวเรือนเครื่องประดับตามมาตรฐานสากล จึงนับเป็นจุดแข็งของไทย ประกอบกับได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐ ส่งผลให้การส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของไทยขยายตัวไปอย่างรวดเร็วเป็นที่รู้จักแพร่หลายในต่างประเทศ

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ศักยภาพรัตนชาติของไทย

1. เท่าที่ได้ประมวลผลการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่รัตนชาติในประเทศไทย ศักยภาพหลักทางด้านทรัพยากรแร่รัตนชาติยังคงเป็นแหล่งแร่ทับทิมและแซปไฟร์ แต่การจะหาแหล่งที่หลงเหลืออันอุดมสมบูรณ์เช่นเดียวกับที่เคยดำเนินการมาแล้วในอดีต คงเป็นไปได้ยาก ยกเว้นจะได้มีการค้นพบแหล่งพลอยทับทิมและ/หรือแซปไฟร์แหล่งใหม่ ซึ่งยังพอมีโอกาสอยู่บ้าง

แหล่งพลอยทับทิมและ/หรือแซปไฟร์ของไทยเท่าที่สำรวจพบทั้งหมด มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับหินภูเขาไฟชนิดแอลคาไลบะซอลต์ จากหลักฐานการสำรวจศึกษา วิจัย มีหลักฐานที่ทำให้เชื่อได้ว่า ทั้งทับทิมและแซปไฟร์มิได้ตกผลึกมาจากหินหนืดแอลคาไลบะซอลต์ แต่พลอยคอรันดัมดังกล่าว เกิดอยู่ก่อนแล้วโดยกระบวนการทางธรณีวิทยาภายใต้ชั้นโลก และถูกนำขึ้นมาสู่พื้นผิวโลกโดยหินหนืดแอลคาไลบะซอลต์ไม่ต่ำกว่า 2 ยุค (period) ด้วยเหตุที่พบหลักฐานว่ามีการทำเหมืองพลอยคอรันดัมในชั้นกรวดใต้ชั้นหินบะซอลต์ ซึ่งเป็นหินนำพลอยคอรันดัมมาเช่นกัน อาทิ บริเวณบ้านบ่อเวฬุ และบ้านบ่อกลาง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี จากหลักฐานที่ปรากฏทำให้มีความหวังในการพบแหล่งพลอยคอรันดัมแหล่งใหม่ในชั้นกรวดใต้ชั้นหินบะซอลต์ ในบริเวณที่เคยทำเหมืองหมดแล้วแต่หากดานหิน (bed rock) เป็นหินบะซอลต์ อาจมีศักยภาพในการพบแหล่งพลอยคอรันดัมในชั้นกรวดใต้ชั้นหินบะซอลต์ได้ ดังนั้น การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (resistivity method) หรือวิธีส่งสัญญาณเรดาห์ (ground-penetrating radar) เพื่อใช้ในการหาตำแหน่งการวางตัวของชั้นกะสะในระดับตื้นได้

นอกจากนี้ยังอาจใช้วิธีการสำรวจหาตำแหน่งที่เป็นช่องทางขึ้นของหินภูเขาไฟชนิดแอลคาไลบะซอลต์ (volcanic vent) เพราะจะเป็นบริเวณที่มีศักยภาพสูงของแหล่งพลอยคอรันดัม เนื่องจากหินบะซอลต์ดังกล่าวเป็นหินนำพลอย วิธีการสำรวจแบบหนึ่งสำหรับพื้นที่กว้างและการเข้าถึงลำบากประกอบกับจะได้ผลการสำรวจที่รวดเร็ว คือ การบินสำรวจความเข้มสนามแม่เหล็กขั้นรายละเอียด ในพื้นที่ที่มีหินแอลคาไลบะซอลต์และใกล้เคียง โดยวางแนวบินสำรวจห่างกัน 400 เมตร และมีเพดานบินสูง 150 เมตร จากระดับพื้นดิน ตามลักษณะภูมิประเทศ (คำแนะนำจาก Mr. Herb Jacobson)

2. แหล่งแร่รัตนชาติชนิดอื่น ๆ ที่น่าจะมีศักยภาพในการใช้ประโยชน์เพราะมีเป็นจำนวนมาก และเป็นผลพลอยได้จากการทำเหมืองพลอยคอรันดัม โดยเฉพาะในแหล่งพลอยแซปไฟร์กาญจนบุรี คือ นิลตะโก และนิลเสี้ยน เนื่องจากมีสีดำ จึงสามารถนำไปออกแบบเป็นเครื่องประดับประเภท Black & White ซึ่งเคยได้รับความนิยมมาแล้ว หากมีวิธีการออกแบบการเจียระไนให้เข้าสมัยนิยมน่าจะได้รับความสนใจ นอกจากนี้ยังสามารถประกอบเข้าตัวเรือนเงินซึ่งมีราคาถูก สามารถใช้ในพิธีงานศพได้อีกด้วย

รัตนชาติสีดำในประเทศไทยที่มีเป็นจำนวนมาก และมีรูปร่างแปลก ๆ นั่นคือ เทกไทต์หรืออุลกมณี พบได้มากบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย น่าจะมีผู้นำมาออกแบบใช้เป็นเครื่องประดับหรือทำเป็นของที่ระลึก เพราะเป็นวัตถุธรรมชาติที่หาได้ค่อนข้างยาก พบได้เพียง 4 บริเวณ ในโลก

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

แหล่งพลอยตระกูลควอตซ์ชนิดคาลซิโดนี และอะเกตของไทย พบได้มากมายที่อำเภอชัยบาดาล และอำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี มีการเกิดสัมพันธ์กับแหล่งหินภูเขาไฟชนิดไรโอไลต์ แม้จะพบชนิดที่มีสีสันสวยงามไม่แพ้แหล่งต่างประเทศ เช่น ฟ้า ส้ม แดง เหลือง แต่ส่วนใหญ่จะมีลักษณะสีขาว หากได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการย้อมสีให้เกิดสีสวยงาม สามารถนำมาใช้ทำเป็นเครื่องประดับราคาถูกหรือทำเป็นของที่ระลึก ซึ่งเป็นที่นิยมในตลาดต่างประเทศ จะทำให้เกิดรายได้แก่ท้องถิ่นได้อีกทางหนึ่ง

3. ประเทศไทยมีบริเวณที่ติดต่อทะเลมากมาย มีประวัติการพบหอยมุกที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติในเขตน่านน้ำไทย น่าจะได้มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำการสำรวจ ศึกษาวิจัยถึงถิ่นอาศัยของหอยมุกตามธรรมชาติ และหาทำเลที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยมุกชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หอยมุกจาน ซึ่งเป็นพันธุ์ที่สามารถผลิตไข่มุกขนาดใหญ่เรียกกันในนามของไข่มุกทะเลใต้ (South Sea Pearl) จัดเป็นไข่มุกที่มีราคาแพงเป็นที่ต้องการของตลาดการค้าอัญมณีและเครื่องประดับ

หอยน้ำจืดที่มีการค้นพบในลำน้ำของไทย เช่น ลำน้ำชี ลำน้ำมูล รวมทั้งแม่น้ำแควใหญ่ แควน้อย มีหอยน้ำจืดหลายชนิดที่มีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้เลี้ยงไข่มุกน้ำจืดได้ น่าที่จะส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยความเป็นไปได้ในการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดในประเทศไทย เพราะอาจเป็นแนวทางเลือกศักยภาพทางเศรษฐกิจสำหรับคนไทยในท้องถิ่น

การทำฟาร์มเลี้ยงไข่มุก นับเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรให้สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้อย่างไม่มีวันหมด (Renewable resource) การจะพัฒนาอุตสาหกรรมการเลี้ยงไข่มุกในประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าอย่างยั่งยืน จำเป็นจะต้องมีการศึกษาวิจัย และพัฒนา การผสมเทียมเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพื่อขยายพันธุ์หอยมุกให้มีความเพียงพอต่อการเลี้ยงไข่มุกอย่างต่อเนื่อง เพราะด้วยวิธีการดังกล่าวนอกจากจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนหอยมุกได้แล้ว ยังเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกพันธุ์หอยมุกที่ดีซึ่งจะให้ผลิตผลไข่มุกที่มีคุณภาพต่อไป

สภาพปัญหา

ปัญหาสำคัญของอุตสากรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทยในปัจจุบันคือ ปัญหาเรื่องวัตถุดิบอัญมณี ด้วยเหตุที่ปริมาณการผลิตทับทิมและแซปไฟร์ภายในประเทศ มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดโลก จึงจำเป็นต้องนำเข้าวัตถุดิบส่วนใหญ่จากต่างประเทศ และมีแนวโน้มการนำเข้าสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยนอกเหนือจากการนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้านเช่น พม่า กัมพูชา เวียดนาม และลาว แล้ว ปัจจุบัน พลอยดิบจากแหล่งหลายประเทศในทวีปแอฟริกาเช่น มาดากัสการ์ เคนยา แทนซาเนีย และไนจีเรีย มีแนวโน้มของการนำเข้าที่สูงขึ้นเช่นกัน โดยนอกจากจะเป็นการนำเข้าวัตถุดิบพลอยแล้ว ยังมีผู้ประกอบการของไทยจำนวนไม่น้อยที่เข้าไปลงทุนทำเหมืองพลอยในประเทศเหล่านี้ และส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูล ความรู้ และความเข้าใจเรื่องธรณีวิทยาแหล่งแร่ และยังไม่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ รายละเอียดก่อนการทำเหมือง ทำให้การลงทุนมีอัตราการเสี่ยงสูง นอกจากนี้ผู้ประกอบการไทยยังขาดความรู้ความเข้าใจในการทำเหมือง และการแต่งแร่รัตนชาติที่ได้ประสิทธิภาพสูงสุดตามธรรมชาติของแต่ละแหล่งกำเนิด ซึ่งไม่เหมือนกันในแต่ละบริเวณทำให้

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

ขาดทุน เนื่องจากใช้เครื่องมือและเครื่องจักรไม่เหมาะสม รวมทั้งขาดข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับ กฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับในการทำเหมือง และการนำเข้า–ส่งออกอัญมณีของแต่ละประเทศ

ถึงแม้ว่าคนไทยจะมีความชำนาญและมีศิลปะ ความละเอียดอ่อนในการออกแบบผลิตอัญมณีและเครื่องประดับ มีตลาดการค้าที่ให้การยอมรับ แต่ถ้าขาดวัตถุดิบอัญมณีซึ่งเปรียบเสมือนหัวใจแล้ว อุตสาหกรรมการผลิตอัญมณีและเครื่องประดับที่ไทยมีศักยภาพสูงก็ไม่สามารถขับเคลื่อนอย่างสัมฤทธิ์ผลได้

การจะเป็นศูนย์กลางทางการผลิตและการค้าอัญมณีและเครื่องประดับได้นั้น สิ่งสำคัญอย่างยิ่งคือ เรื่องวัตถุดิบอัญมณีจะต้องสามารถควบคุมทั้งปริมาณและคุณภาพที่ต้องการอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง

แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

1. กรมทรัพยากรธรณีในฐานะที่เป็นหน่วยงานราชการทางวิชาการ มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบด้านทรัพยากรธรณี น่าจะเพิ่มบทบาทแผนการดำเนินงานด้านต่างประเทศให้มากขึ้น เนื่องจากศักยภาพทางแร่รัตนชาติของประเทศมีน้อยลงหรือกำลังขาดแคลน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเสาะแสวงหาทรัพยากรแร่จากต่างประเทศ เพื่อรองรับการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมนี้ในอนาคตได้อย่างยั่งยืน สมควรที่จะได้จัดตั้งหน่วยงานประจำที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินแผนงานการสำรวจ ศึกษา วิจัยทรัพยากรแร่จากต่างประเทศโดยตรงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะประเทศที่มีผู้ประกอบการไทยเข้าไปดำเนินการทำเหมือง เพื่อทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลและให้คำปรึกษาภาคเอกชนในการสำรวจ แสวงหา ทรัพยากรแร่และการทำเหมืองแร่ในต่างประเทศ รวมทั้งดำเนินแผนงานโครงการที่กำหนดอย่างชัดเจนในความร่วมมือทางวิชาการด้านธรณีวิทยา และทรัพยากรแร่ กับประเทศที่เป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญของไทย อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ประกอบการไทยที่ไปลงทุนทำเหมืองในต่างประเทศ

2. ให้ทุนนักศึกษาต่างประเทศที่มีแหล่งวัตถุดิบอัญมณีสำคัญมาศึกษา วิจัยในประเทศไทย โดยให้ทำวิทยานิพนธ์ด้านแหล่งแร่รัตนชาติของประเทศนั้น ๆ นับเป็นกลยุทธ์ในการหาข้อมูลธรณีวิทยาแหล่งแร่รัตนชาติต่างประเทศได้ทางหนึ่ง

3. ดำเนินโครงการผลักดันให้ไทยเป็นศูนย์กลางการค้าวัตถุดิบอัญมณี : ให้มีการซื้อขายวัตถุดิบจากทั่วโลกภายในประเทศ จัดการประชุมผู้ค้าวัตถุดิบอัญมณีโลกเพื่อให้เกิดมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลทรัพยากรแร่รัตนชาติ

4. ปรับโครงสร้างทางภาษี และพิธีการทางศุลกากรให้เอื้ออำนวยความสะดวกต่อการนำเข้าวัตถุดิบแร่รัตนชาติจากต่างประเทศ

5. ความร่วมมือของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องในการดำเนินนโยบายที่สอดคล้องเกื้อกูลและประสานประโยชน์ มีความจำเป็นต่อการจัดหาและพัฒนาวัตถุดิบแร่รัตนชาติในต่างประเทศอย่างยั่งยืน เพื่อจรรโลงให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิต และการค้าอัญมณีและเครื่องประดับที่สำคัญของโลกตลอดไป

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

คำขอบคุณ

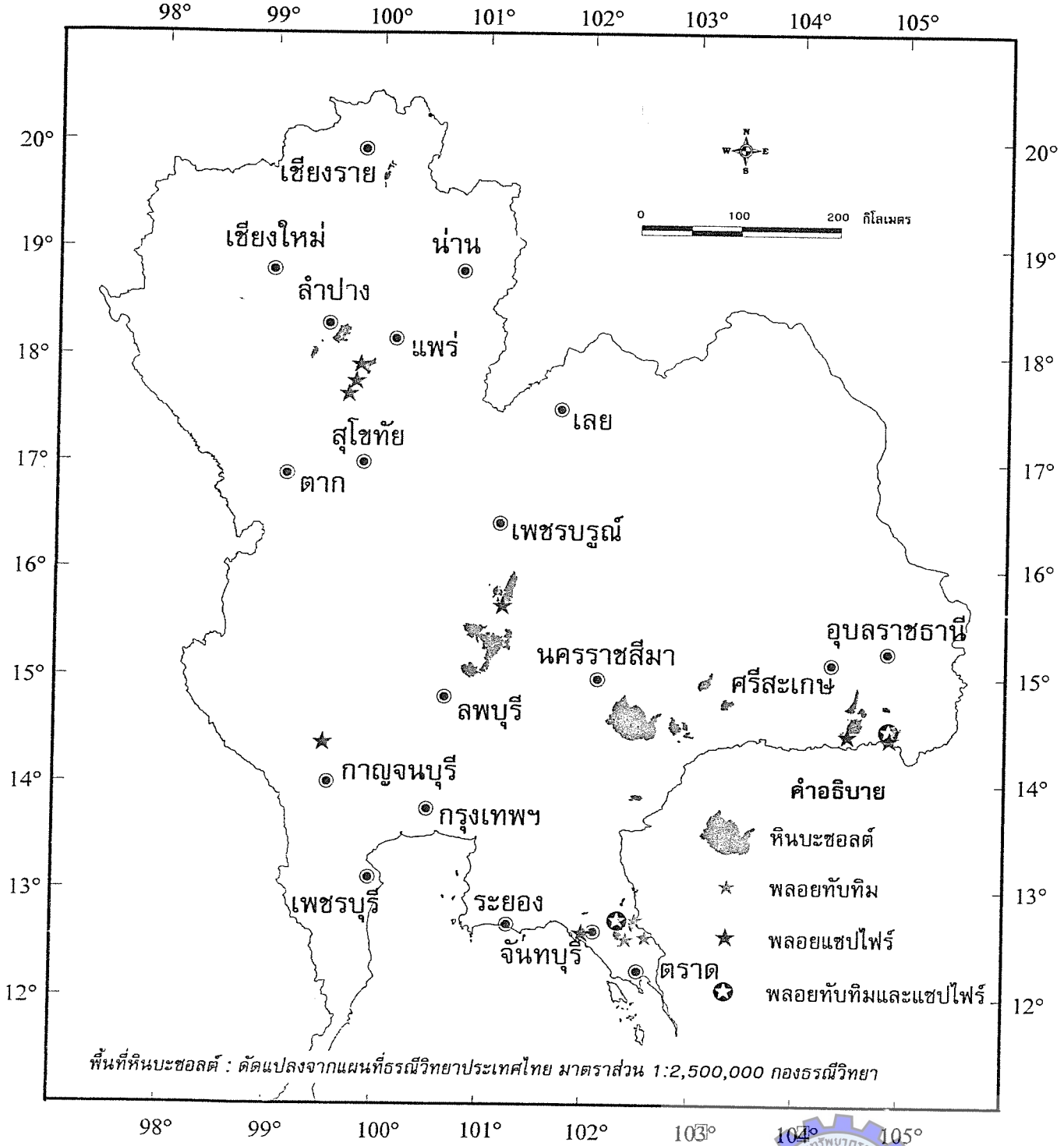
ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คุณนภดล มัณฑะจิตร อธิบดีกรมทรัพยากรธรณี คุณสมศักดิ์ โพธิสัตย์ รองอธิบดีกรมทรัพยากรธรณี และคุณสมัย เจียมจินดารัตน์ ผู้อำนวยการกองเศรษฐธรณีวิทยา ที่ให้การสนับสนุนต่องานการศึกษา สำรวจ วิเคราะห์วิจัยแร่รัตนชาติด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ดร.โพยม อรัณยกานนท์ ราชบัณฑิต อดีตผู้เชี่ยวชาญพิเศษแร่และหิน กรมทรัพยากรธรณี ผู้บุกเบิกงานวิเคราะห์ตรวจสอบ และงานสำรวจ วิจัย ธรณีวิทยาแหล่งแร่รัตนชาติของกรมทรัพยากรธรณี ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำข้อมูลเกี่ยวกับแร่รัตนชาติ เสมอมา ขอขอบพระคุณ คุณธวัช จาปะเกษตร์ อดีตผู้ตรวจราชการกระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้แนะนำ Mr. Herb Jacobson ผู้เชี่ยวชาญ การสำรวจทรัพยากรแร่ ต่อข้อเสนอแนะการหาตำแหน่งที่เป็นช่องทางขึ้นของหินภูเขาไฟชนิดแอลคาไล บะซอลต์ด้วยวิธีการบินสำรวจความเข้มสนามแม่เหล็กขั้นรายละเอียด และคุณปรีชา เล่าชู ได้กรุณาให้ข้อมูลวิธีการสำรวจธรณีฟิสิกส์

นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายแร่รัตนชาติทุกคน ทั้งในอดีตและปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณกฤตยา ปัทมาลัย ที่ได้ช่วยจัดทำแผนที่ประกอบบทความและข้อมูลการสำรวจเพิ่มเติม คุณธวัชชัย เชื้อเหล่าวานิช และคุณปานใจ สารพันโชติวิทยา ที่ได้ให้ข้อมูลบางประการเกี่ยวกับแหล่งแร่ รัตนชาติ คุณดรุณี เจนใจ ได้ช่วยดำเนินการจัดพิมพ์เอกสารต้นฉบับ ผู้เขียนขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

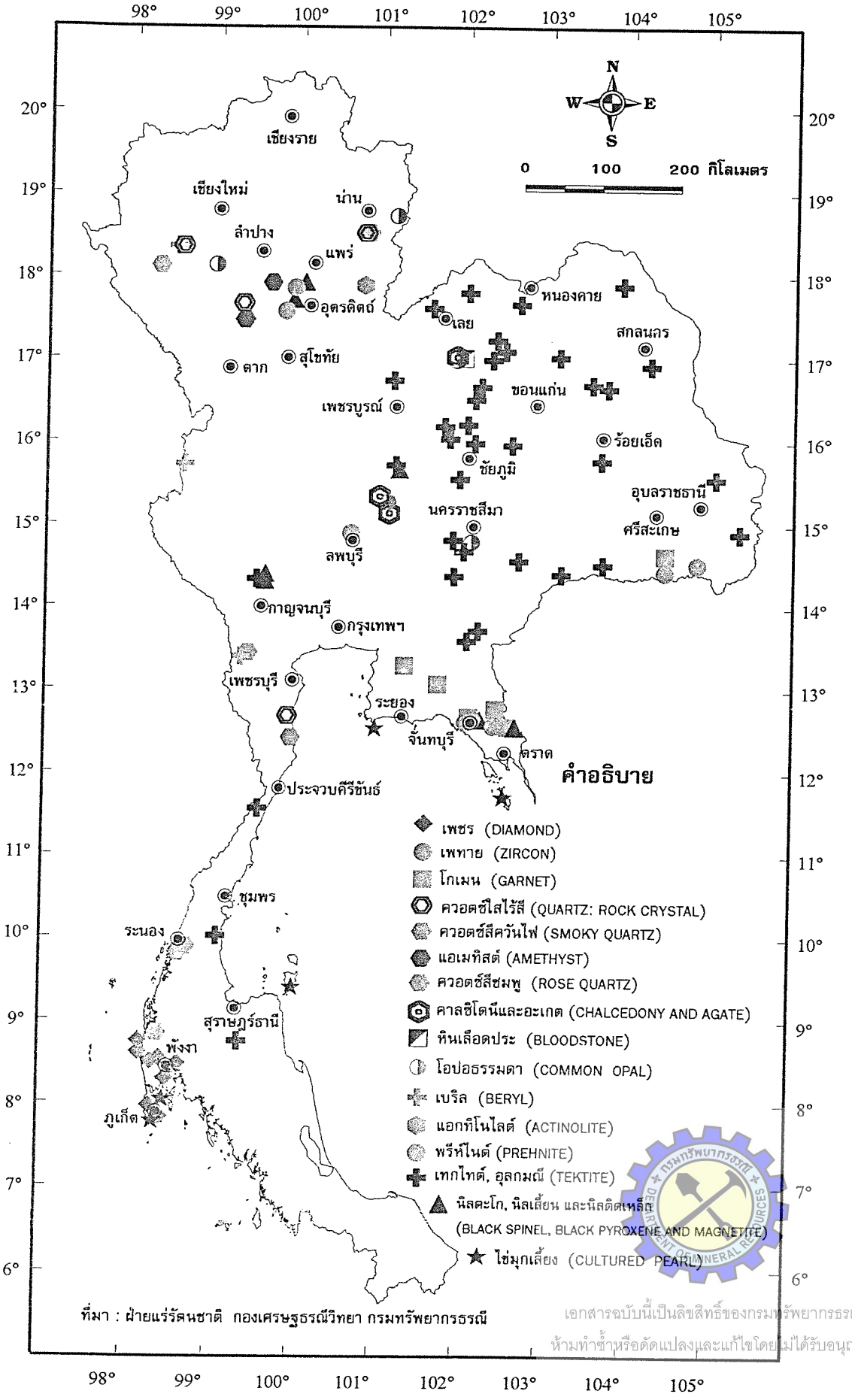
รูปที่ 1 แผนที่แหล่งพลอยทับทิมและแซปไฟร์ในประเทศไทย



ที่มา : ฝ่ายแร่รัตนชาติ กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต

รูปที่ 2 แผนที่ตำแหน่งที่พบรัตนชาตินอกเหนือจากทับทิมและแซปไฟร์ในประเทศไทย



ที่มา : ฝ่ายแร่รัตนชาติ กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมทรัพยากรธรณี
ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงและแก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาต