

“การจำแนกลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอดบริเวณวัดถ้ำสุมะโน
เพื่อใช้สำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ จังหวัดพัตลุง

The Classification of Karstmorphological Features in Num Lod Cave
inside Sumano Cave Monastery for the Purpose of Ecotourism
in Pattalung Province

ผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ประมาณ เทพสงเคราะห์
นายจักรกริต กสิสุวรรณ
นายฉลอง แก้วประเสริฐ

หนังสือนี้เป็นสมบัติของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยทักษิณ
หากถูกขโมยจะผิดใจของ ข.อบขรรคม
ผู้พบเห็น กรุณาพบใจส่งสำนักหอสมุดด้วย อภัยเป็นกุศลด้วย

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยทักษิณ
มิถุนายน 2546

คำรับรองคุณภาพ

ข้าพเจ้า ศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ วิทยารัฐ ได้ประเมินคุณภาพงานวิจัย
เรื่อง การจำแนกลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอดบริเวณ วัดถ้ำสุมะโน
เพื่อใช้สำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ จังหวัดพัทลุง
ของ รองศาสตราจารย์ ประมาณ เทพสงเคราะห์

มีความเห็นว่า ผลงานวิจัยฉบับนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

- ดีมาก
 ดี
 ปานกลาง
 ต่ำ

ซึ่งสมควรเผยแพร่ในแวดวงวิชาการได้

ลงชื่อ  ผู้ประเมิน

(ศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ วิทยารัฐ)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. 2546

คำนำ

การทำแผนที่ภายในถ้ำ เกิดขึ้นจากผู้เขียนได้ศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์ (Karst) ในท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทย รวมทั้งการได้ไปศึกษาลักษณะคาร์สต์ เพื่อการท่องเที่ยวที่ประเทศญี่ปุ่น ภายในถ้ำอะคิโยชิได (Akiyoshidai) ตั้งอยู่ในจังหวัดยามากูชิ ตอนใต้ของเกาะฮอนชู มีลักษณะภายนอกเป็นรูปโค้งเป็นที่ราบสูงแบบโดม (Dome Karst) ประกอบด้วยหินโผล่ หลุมยุบ แอ่งหินปูนที่สวยงาม รวมทั้งภายในถ้ำก็มีลักษณะต่าง ๆ อย่างสวยงาม และมีพิพิธภัณฑ์ เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวมาศึกษา ชมความงาม ประกอบกับได้รับความรู้พื้นฐานภายในถ้ำที่สำคัญ และประเทศเยอรมันนี้ บริเวณที่ราบสูงชวาบิลเซ แอ์ล (Schwabische Alb) และแฟรง คิสเซ แอ์ล (Frankische Alb) เป็นแหล่งหินปูนโดโลไมต์ ที่ใช้พักผ่อนสำหรับนักท่องเที่ยว ศึกษาพืชพรรณตั้งอยู่ ที่เมืองโคนิสไตน์ (Konigstein) และเมืองสไตน์แฮม (Steinheim) เป็นแหล่งท่องเที่ยวภูมิประเทศคาร์สต์ที่เกิดจากวิวัฒนาการของอุกกาบาตพุ่งชนโลกเกิดเป็นแอ่งหินปูน โดยมีแหล่งศึกษาการใช้ประโยชน์จากพื้นที่หินปูนและได้สร้างพิพิธภัณฑ์เพื่อการศึกษา

เมื่อผู้เขียนพร้อมด้วยอาจารย์สันติภาพ กองกาญจนะ และอาจารย์สุนีย์ ลีโพบูลย์ โดยมี ดร.นิลากร กล้านรงค์ ร่วมทีม ได้มีโอกาสไปศึกษาดูงานการทำแผนที่ ที่ศูนย์ GISCA (The National Key Centre for Research and Teaching in Social Application of GIS) ณ มหาวิทยาลัย Adelaide ประเทศออสเตรเลีย ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลทางสังคมทำแผนที่เพื่อการศึกษา วางแผนและพัฒนาในพื้นที่ รวมทั้งการไปฝึกอบรมที่ ITC (International Institute for Geo - Information Science and and Earth Observation) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ด้าน Geo - Informatics and GIS Modelling โดยมีหัวข้อที่น่าสนใจคือ การทำแผนที่เชิงตัวเลข (Digital Cartography) ผู้เขียนจึงมีแนวคิดผสมผสาน โดยนำข้อมูลจากลักษณะภายในถ้ำมาสร้างเป็นแผนที่ด้วยระบบสารสนเทศ เพื่อให้นักท่องเที่ยวได้ศึกษาใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ เป็นข้อมูลให้ความรู้เกี่ยวกับภูมิลักษณะธรรมชาติเกิดเป็นรูปร่างต่าง ๆ ภายในถ้ำ



(รองศาสตราจารย์ ประมาณ เทพสงเคราะห์)

ภาควิชาภูมิศาสตร์

มหาวิทยาลัยทักษิณ

สงขลา

บทคัดย่อ

การจำแนกลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอดบริเวณวัดถ้ำสุมะโน
เพื่อใช้สำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์
จังหวัดพัทลุง

รองศาสตราจารย์ ประมาณ เทพสงเคราะห์
นายจักรกริส กสิสุวรรณ
นายฉลอง แก้วประเสริฐ

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ
มิถุนายน 2546

บทคัดย่อ

เรื่อง: การจำแนกลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน
เพื่อใช้สำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์จังหวัดพัทลุง

การจำแนกลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน เพื่อใช้
สำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ จังหวัดพัทลุง มีวัตถุประสงค์เพื่อทำแผนที่ภายในถ้ำ จำแนก
ลักษณะคาร์สต์ภายในถ้ำ การเลือกตำแหน่งลักษณะคาร์สต์ที่สำคัญ และสร้างสื่อบรรยายข้อมูลทาง
ธรณีสัณฐานคาร์สต์ติดตั้งภายในถ้ำตามลักษณะลักษณะที่เด่น 5 ตำแหน่งสำหรับนักท่องเที่ยวให้ได้
รับความรู้ มีวิธีดำเนินการศึกษา โดยใช้วิธีสำรวจในสนาม วัดระยะด้วยเทปวัดระยะ วัดทิศทางด้วย
เข็มทิศสนาม วัดพิกัดด้วยเครื่องบอกตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) แล้วจึงเก็บข้อมูลลักษณะ
ลักษณะคาร์สต์พร้อมกับถ่ายรูปลักษณะภายในถ้ำ แล้วนำข้อมูลมาจัดทำแผนที่ที่ได้จากภาคสนาม
และป้อนข้อมูลเพื่อสร้างแผนที่ ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ประกอบการแปลผลข้อมูล
พื้นที่หินปูน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม (RS) สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำ แบ่งออกได้ 13 ประเภท จำนวน 151 ลักษณะ ประกอบด้วย
จำนวนร้อยละของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ หินย้อยร้อยละ 33.77 โพรงร้อยละ 21.85
หินไหลร้อยละ 16.56 รูปปั้นร้อยละ 10.6 หินงอกร้อยละ 8.61 โดมร้อยละ 3.31
บ่อน้ำชั้นบันไดร้อยละ 1.99 หินเสาร้อยละ 1.33 หุบเหวร้อยละ 0.66 ช่องยุบตัวร้อยละ
0.66 บ่อน้ำร้อยละ 0.66 น้ำใต้ดินเป็นทางน้ำเส้นทางเดียวและน้ำพุมีกระจายจัดกระจาย
ทั่วไป
2. การทำแผนที่ภายในถ้ำ แบ่งออกได้ 4 เส้นทาง เป็นแนวติดต่อกัน ได้แก่ เส้นทาง
ถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำข้างเขือก และถ้ำพ้อมหาราช โดยมีการกระจายของธรณี
ลักษณะคาร์สต์ภายในถ้ำหนาแน่นตามแนวเส้นทางน้ำใต้ดินของน้ำลอดและ
ถ้ำพระนอน มีความยาว 275.31 เมตร
3. ธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำที่สำคัญ มีจำนวน 25 ลักษณะจากจำนวนทั้งหมด 151
ลักษณะ ที่เหมาะสมต่อการ ให้ความรู้สำหรับนักท่องเที่ยว โดยมีลักษณะหินไหลมากที่สุด
7 ลักษณะ รูปปั้น 4 ลักษณะ หินงอกและโพรงชนิดละ 3 ลักษณะ หินย้อย เสาหิน
และโดมชนิดละ 2 ลักษณะ บ่อน้ำชั้นบันไดและช่องยุบตัวชนิดละ 1 ลักษณะ
4. ธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำที่เด่น มีจำนวน 5 ลักษณะที่ถูกคัดเลือกให้ใช้สื่อ
บรรยายข้อมูลทางธรณีสัณฐานคาร์สต์ สำหรับนักท่องเที่ยวได้แก่ เสาหินย้อย ครอบหิน
ปูนชั้นบันได หินย้อย ครอบหินปูนไหล และแอ่งถ้ำยุบ

Abstract

The Classification of Karstmorphological Features in Num Lod Cave
inside Sumano Cave Monastery for the Purpose of Ecotourism
in Pattalung Province

Associate Professor Praman Tepsongkroh

Mr. Chakkit Kasisuwan

Mr. Chalong Kaewprasert

Department of Geography Faculty of Humanities
and Social Sciences, Thaksin University

June 2003

Abstract

Title: The Classification of Karstmorphological Features in Num Lod Cave inside Sumano Cave Monastery for the Purpose of Ecotourism in Pattalung Province.

The Objectives of the classification of karstmorphological features in Num Lod Cave inside Sumano Cave Monastery for the purpose of ecotourism in Pattalung Province were : to chart the interior of the cave, to classify the karst features inside the cave, to select important karstmorphological positions inside the cave, and to install media for dispensing information to tourists on five prominent positions of the karstmorphological features inside the cave. The field-survey methodology of the study involved the following : collecting distances by distance-measuring tape, measuring directions by field compass, and fixing positions by Global Position System. Data were collected on the karstmorphological features inside the cave, which were accompanied by photographs. A map was made from the fieldwork data and digitized for the purpose by Geographical Information System, with image-processing data interpretation by Remote Sensing. Following are the findings of the study.

1. There were 13 types and 151 features of karstmorphology in Num Lod Cave, with the following percentages of features : stalactite 33.77%, cave 21.85%, travertine flow 16.56%, sculpture 10.6%, stalagmite 8.61%, dome 3.31%, terrace pond 1.99%, column 1.33%, valley in cave 0.66%, sinkhole 0.66%, pond 0.66%, and ground water flow and water spring in cave scattering about.
2. The in-cave map making connected four channels along Num Lod Cave, Pra Non Cave, Chang Poak Cave, and Poa Maharat Cave. The dispersal of karstmorphology was dense along the groundwater pass of Num Lod Cave and Pranon Cave, 275.31 metres in length.
3. There were 25 important karstmorphological features, from a total of 151 features, suitable as points of information for tourists. Of these, 7 were travertine, 4 sculpture, stalagmite and cave 3 each, 2 each for stalactite, column, and dome wall, and 1 each for terrace pond and sinkhole.
4. Five prominent karstmorphological features were selected for description by media for the benefit of tourists : column, terrace limestone vestige, stalactite, travertine flow vestige, and sinkhole.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์	6
2. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
การศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อจำแนกหินปูน	7
ภูมิณีเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์ภาคใต้ของไทย	24
การอนุรักษ์ภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อการท่องเที่ยว	42
3. วิธีดำเนินการวิจัย	67
การกำหนดพื้นที่วิจัย	67
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	67
วิธีการเก็บตัวอย่าง	67
ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	67
เครื่องมือที่ใช้	68
ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล	68
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	70
การจำแนกพื้นที่หินปูน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม	70
การทำแผนที่ภายในถ้ำน้ำลอด	79
การจำแนกชนิดของธรณีสัณฐานคาร์สต์ ภายในถ้ำน้ำลอด	83
การเลือกสัณฐานคาร์สต์ที่สำคัญภายในถ้ำน้ำลอด	89
การเลือกสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอดที่มีลักษณะเด่น	95
การเลือกตำแหน่งที่พร้อมติดตั้งสื่อสำหรับการท่องเที่ยว	98

5. สรุปผล อภิปรายผล ข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะ	106
สรุปผลการศึกษา	106
อภิปรายผล	107
ข้อบกพร่องของการวิจัย	110
ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป	111
บรรณานุกรม	112

สารบัญบัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 การจำแนกชนิดหินปูน	9
ตารางที่ 2 จำแนกชนิดหินปูนตามระดับความสูงและความลาดชัน	11
ตารางที่ 3 จำแนกประเภทการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่หินปูน	14
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภูมิภาคคาร์สต์อะคิโยชิ	55
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภูมิภาคคาร์สต์อะคิโยชิได้รายเดือน	56
ตารางที่ 6 แสดงการเข้าชมพิพิธภัณฑ์ภูมิภาคคาร์สต์อะคิโยชิได้	56
ตารางที่ 7 แสดงชนิดของธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำ	84

สารบัญบัญชีแผนที่

แผนที่	หน้า
แผนที่ 1 แสดงการกระจายหินปูนแคลไซต์	13
แผนที่ 2 แสดงการกระจายหินปูนโดโลไมต์	13
แผนที่ 3 แสดงการใช้ที่ดินบริเวณอำเภอเมืองกระบี่ ปี พ.ศ. 2516	15
แผนที่ 4 แสดงการใช้ที่ดินบริเวณอำเภอเมืองกระบี่ ปี พ.ศ. 2536	15
แผนที่ 5 การกระจายหินปูนโดโลไมต์และหินปูนแคลไซต์	18
แผนที่ 6 แสดงตำแหน่งศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์และธรณีวิทยาภาคสนาม	26
แผนที่ 7 แสดงการกระจายภูมิประเทศคาร์สต์ในประเทศไทย	49
แผนที่ 8 แสดงพื้นที่หินปูนประเทศเยอรมันนี	57
แผนที่ 9 แสดงการกระจายหินปูนในประเทศไทย	71
แผนที่ 10 แสดงที่ตั้งจังหวัดพัทลุง	72
แผนที่ 11 แสดงขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ จังหวัดพัทลุง	73
แผนที่ 12 พื้นที่หินปูนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม จังหวัดพัทลุง	74
แผนที่ 13 แสดงพื้นที่หินปูน จังหวัดพัทลุง	75
แผนที่ 14 พื้นที่หินปูนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม กิ่ง อ.ศรีนครินทร์	76
แผนที่ 15 แสดงลักษณะภูมิประเทศ บริเวณเขาน้ำใต้ป้อ	77
แผนที่ 16 แสดงที่ตั้งบริเวณถ้ำน้ำลอด - พระนอน - ช้างเผือก - พ้อมหาราช	78
แผนที่ 17 แสดงขอบเขตภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน	82
แผนที่ 18 แสดงลักษณะสัณฐานภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน	88
แผนที่ 19 แสดงสัณฐานที่สำคัญภายในถ้ำน้ำลอด	91
แผนที่ 20 แสดงสัณฐานที่เด่นในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน	97
แผนที่ 21 แสดงสัณฐานที่เด่นภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน	100

สารบัญบัญชีภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงภาพถ่ายจากดาวเทียมเปรียบเทียบลักษณะหินปูนโดโลไมต์และหินปูนแคลไซต์	18
ภาพที่ 2 แสดงการพัฒนาภูมิประเทศคาร์สต์	25
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะพื้นที่บนที่ลาดชันที่ขุดศึกษาชั้นดิน	58
ภาพที่ 4 แสดงลักษณะพื้นที่ขุดศึกษาชั้นดิน	59
ภาพที่ 5 แสดงภาพตัดด้านข้างพื้นที่เจาะดินตามระดับลาดชัน	61
ภาพที่ 6 แสดงภูมิประเทศ	63
ภาพที่ 7 แสดงการใช้ที่ดิน	63
ภาพที่ 8 โครงสร้างชุมชนสไตน์เฮม	65
ภาพที่ 9 เสาหินย้อย (Column in Cavern)	101
ภาพที่ 10 ทรายหินปูนไหล (Travertine Flow)	102
ภาพที่ 11 หินย้อย (Stalactite)	103
ภาพที่ 12 ทรายหินปูนชั้นบันได (Travertine Terraces)	104
ภาพที่ 13 แอ่งถ้ำยุบ (Collapse Sink)	105

สารบัญบัญชีรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 1 ลักษณะภูเขาหินปูนจากรูปถ่ายทางอากาศ	17
รูปที่ 2 แสดงภูมิณีเวรณกับภูมิประเทศคาร์สต์ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	43
รูปที่ 3 แสดงพรรณไม้หายากและเฉพาะถิ่นกับสัตว์ป่าสงวนในพื้นที่หินปูน	44
รูปที่ 4 ตำแหน่งศึกษาภูมิประเทศหินปูนภายในถ้ำอะคิโยชิโด	50
รูปที่ 5 แสดงลักษณะการเกิดแอ่งหินปูน ร่องหินปูน และถ้ำ	51
รูปที่ 6 แสดงแอ่งหินปูนบริเวณที่ราบสูงบอะคิโยชิโด	51
รูปที่ 7 สัณฐานคาร์สต์รูปตะพักคราบปูน	52
รูปที่ 8 สัณฐานคาร์สต์ห้องโถงใหญ่ในถ้ำ	52
รูปที่ 9 สัณฐานคาร์สต์รูปหินย้อย	52
รูปที่ 10 สัณฐานคาร์สต์รูปเสา	52
รูปที่ 11 แสดงปากทางเข้าถ้ำ	52
รูปที่ 12 สัณฐานคาร์สต์รูปหินโผล่	53
รูปที่ 13 แสดงแอ่งหินปูน	53
รูปที่ 14 สัณฐานคาร์สต์รูปหลุมยุบ	53
รูปที่ 15 แสดงสัณฐานหินปูน	53
รูปที่ 16 แสดงสัณฐานหินปูน	53
รูปที่ 17 แสดงหินโผล่	53
รูปที่ 18 แสดงแร่แคลไซต์ที่ตั้งชาย	54
รูปที่ 19 ซากบรรพชีวินในหินปูน	54
รูปที่ 20 รูปถ่ายซากบรรพชีวินในหินปูน	54
รูปที่ 21 หินปูนโตนโดไมต์	58
รูปที่ 22 ศึกษาคุณสมบัติชั้นดิน	58
รูปที่ 23 ใบไม้ต้นบลูคเคอร์	64
รูปที่ 24 พืชดอก	64
รูปที่ 25 ใบไม้ต้นสนพืชเซอร์	64
รูปที่ 26 ใบไม้ต้นสน	64
รูปที่ 27 ใบไม้ต้นสนคิฟเฟอร์	64
รูปที่ 28 แอ่งหลุมยุบหินปูน	64

รูปที่ 29	สัณฐานฮีไลต์หินปูน	64
รูปที่ 30	น้ำพุในหินปูน	64
รูปที่ 31	แสดงอุกกาบาตพุ่งชนเมือง Steinheim	65

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาภูมิโนเวศวิทยาด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ เป็นการพัฒนาศาสตร์พยากรณ์มนุษย์ ที่ทำให้ได้รับความรู้ทางด้านวิชาการ ความสุขจากกิจกรรมนันทนาการ รวมทั้งการพัฒนาท้องถิ่น ไม่ว่าจะ เป็นกิจกรรมด้านเศรษฐกิจหรือสังคมในชุมชนให้เกิดประโยชน์

ระบบการท่องเที่ยวประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ พฤติกรรมของนักท่องเที่ยว (Tourist behavior) การเดินทาง (Travel) สถานที่ท่องเที่ยว (Destination) และการจัดการธุรกิจการตลาด (Marketing) โครงสร้างพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว เริ่มต้นจาก ขั้นที่หนึ่ง การคิดวางแผน (ประสบการณ์ แรงจูงใจ งบประมาณ ข่าวสาร) ขั้นที่สอง โอกาสเลือกสถานที่ท่องเที่ยว (ด้านกายภาพ ด้านวัฒนธรรม เทศกาล) ขั้นที่สาม การเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยว (เส้นทางในแผนที่ วิธีการเดินทาง) ขั้นที่สี่ เป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นกับสถานที่ท่องเที่ยว (การซื้อสินค้า กิจกรรม ความสะดวก ความปลอดภัย) ขั้นที่ห้า การเดินทางกลับและระลึกถึง (รูปถ่าย ของที่ระลึก ความทรงจำ ความประทับใจ) ขั้นที่หก ระลึกถึงการกลับมาท่องเที่ยวอีก ความประทับใจของนักท่องเที่ยว มี ส่วนประกอบอยู่ 3 ประการ ดังนี้

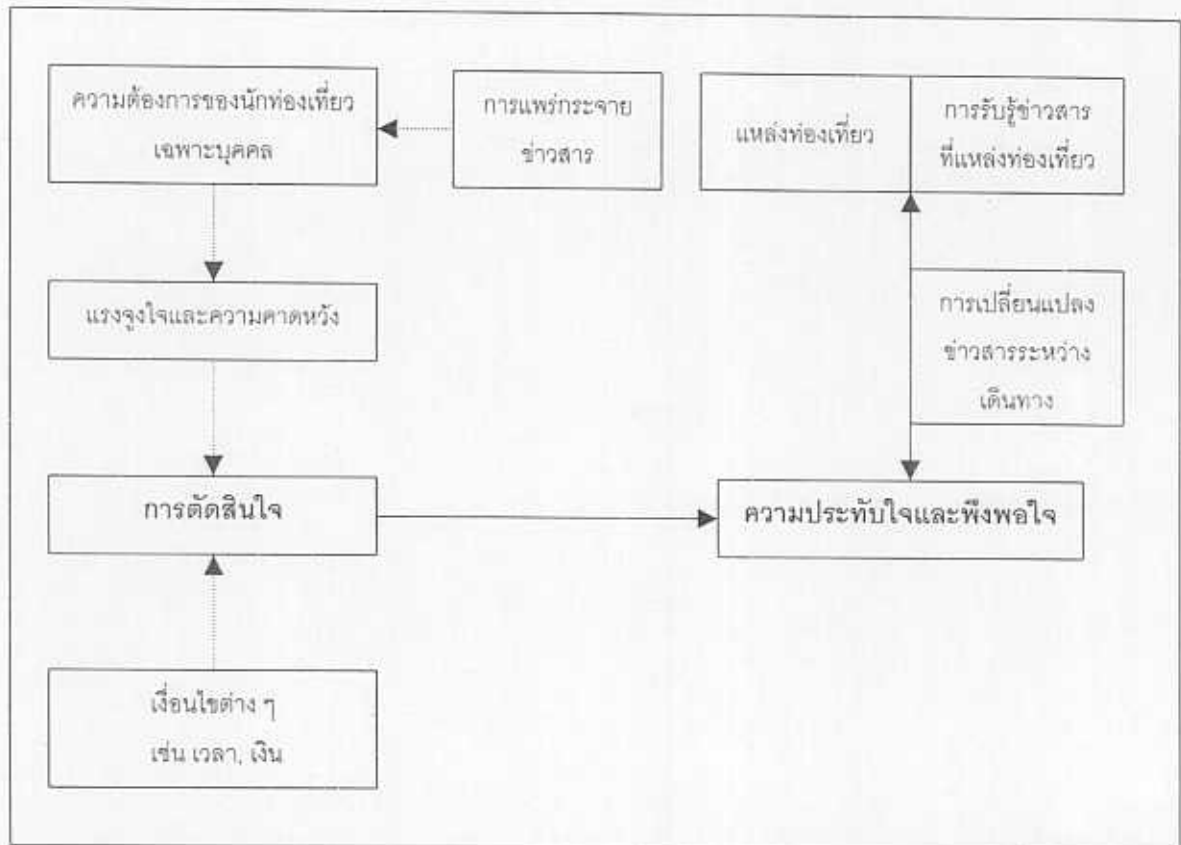
1. พฤติกรรมหรือความต้องการของนักท่องเที่ยว เกี่ยวข้องกับลักษณะส่วนบุคคล เช่น จุดประสงค์ของการเที่ยว การใช้เวลาสำหรับการเที่ยว การเดินทาง
2. ลักษณะสถานที่ท่องเที่ยว เกี่ยวข้องกับที่ตั้งแหล่งท่องเที่ยว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรือกิจกรรม
3. ข้อมูลข่าวสารการท่องเที่ยว เกี่ยวข้องกับสื่อต่าง ๆ ที่นักท่องเที่ยวได้รับรู้เพื่อการตัดสินใจเดินทาง เช่น โทรทัศน์ สิ่งพิมพ์ เพื่อน

ความประทับใจ หรือความพึงพอใจสามารถจำแนกได้หลายลักษณะ ดังนี้

1. ความประทับใจทางธรรมชาติ เช่น ภูมิประเทศ พืชพรรณ เป็นต้น
2. ความประทับใจทางวัฒนธรรม เช่น สิ่งปลูกสร้างโบราณ ประเพณี เป็นต้น
3. ความประทับใจทางนันทนาการ เช่น กีฬา การจัดงานเทศกาล เป็นต้น
4. ความประทับใจทางงานบันเทิง เช่น การซื้อสินค้า การแสดง เป็นต้น



การตัดสินใจเดินทางเพื่อการท่องเที่ยว มีรูปแบบที่เกี่ยวข้องกันตามแผนภูมิ เริ่มต้นจากข่าวสารที่แพร่กระจายออกไปยังบุคคลหรือนักท่องเที่ยว ข่าวสารจากการเดินทาง ข่าวสารจากแหล่งท่องเที่ยว โดยมีแรงจูงใจหรือความต้องการและเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น เวลา เงิน เพื่อการตัดสินใจท่องเที่ยว และเกิดความประทับใจหรือพึงพอใจในการท่องเที่ยวครั้งต่อไป ตามแผนภูมิดังนี้



การท่องเที่ยวเพื่อความยั่งยืนเป็นการจัดการในรูปแบบต่าง ๆ ในแหล่งท่องเที่ยวทั้งทางธรรมชาติและทางสังคม วัฒนธรรม เช่น การท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ (Ecotourism) การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ (Health Tourism) การท่องเที่ยวเชิงเกษตรกรรม (Agrotourism) การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม (Cultural Tourism)

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ (Ecotourism) เป็นรูปแบบหนึ่งของการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทางธรรมชาติ และผสมผสานกับลักษณะเด่นทางสังคมหรือวัฒนธรรมในท้องถิ่น อาศัยการจัดการให้เกิดการท่องเที่ยวด้วยระบบนิเวศน์ที่ยั่งยืน (Sustainable Ecotourism) ในฐานะผู้ดำเนินงานมีหลักการจัดการจะเน้นเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชุมชน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ปรับปรุงคุณภาพชีวิต และสร้างชุมชนให้เข้มแข็ง ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. มีความรู้วิธีการที่จะอนุรักษ์ และจัดการทรัพยากรการท่องเที่ยวให้เกิดประโยชน์ในระยะยาว
2. หลีกเลี่ยงการใช้ทรัพยากรมากเกินไป และลดการสูญเสียจากการใช้ทรัพยากรการท่องเที่ยว
3. ส่งเสริมและรักษาไว้ด้านสังคม วัฒนธรรม และความหลากหลายทางธรรมชาติ
4. จัดทำแผนกลยุทธ์ผสมผสานทั้งด้านกิจกรรมทุกระดับ
5. ส่งเสริมระบบธุรกิจการท่องเที่ยวในท้องถิ่น
6. ให้ประชาชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วม
7. ความร่วมมือในการจัดการทั้งด้านบวกและด้านลบกับผู้มีส่วนได้ประโยชน์และผู้เสียประโยชน์
8. จัดหาบุคลากรให้การบริการที่มีคุณภาพ
9. การวิจัย เพื่อสร้างความรู้ การอนุรักษ์ทรัพยากรให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนของแหล่งท่องเที่ยว

สำหรับนักท่องเที่ยวก็จะต้องมีความพร้อมด้านต่าง ๆ เช่น การเตรียมข้อมูลด้านข่าวสารของสถานที่ท่องเที่ยวเกี่ยวกับลักษณะอากาศ การเดินทาง ที่พัก ข้อมูลท้องถิ่น และปฏิบัติตามกฎ เคารพข้อปฏิบัติของท้องถิ่น และไม่อุดหนุนการส่งเสริมกิจกรรมที่ทำลายธรรมชาติ

บริเวณวัดถ้ำสุมะโน เป็นภูเขาหินปูนที่ครอบคลุมด้วยป่าดิบ และมีถ้ำอยู่ภายใน ถูกค้นพบโดยพระอาจารย์เดช สุมะโน เป็นพระที่มีภูมิลำเนาเดิมอยู่ทางภาคอีสาน อุปสมบทเมื่อ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2516 ได้ออกพรรษา รุดงค์ ลงมาทางภาคใต้ เดินทางมาพักที่จังหวัดภูเก็ตแล้วค้นหาถ้ำที่เดินทางตามจุดหมายที่กำหนดไว้ เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2530 และตั้งชื่อว่าถ้ำสุมะโน หลังจากนั้นจึงมีผู้ศรัทธาซื้อที่ดินถวายให้สร้างวัด เป็นวัดถ้ำสุมะโน จะมีภูเขาที่สำคัญ 2 ลูก เดินทางตามถนนเพชรเกษม ระหว่างจังหวัดพัทลุงกับจังหวัดตรัง ห่างจากพัทลุงประมาณ 25 กิโลเมตร ใกล้กับถนนดังกล่าว วัดถ้ำสุมะโนมีถ้ำอยู่ 18 ถ้ำ ดังนี้

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. ถ้ำพระอุโบสถ | 2. ถ้ำหอนันบรรจบ |
| 3. ถ้ำนพดารา | 4. ถ้ำอรทัย |
| 5. ถ้ำสุพัฒชนะ (ฤาษี) | 6. ถ้ำพุทธบัณชิต |
| 7. ถ้ำนาคคุ้ม | 8. ถ้ำแก้ว |
| 9. ถ้ำแม่หมามงคล | 10. ถ้ำน้ำลอด |
| 11. ถ้ำพญานาค | 12. ถ้ำพ่อมหาราช |
| 13. ถ้ำหลวงพ่อทราย | 14. ถ้ำพระธาตุสี่สี (น้ำตก) |
| 15. ถ้ำพระนอน | 16. ถ้ำมาณะ |
| 17. ถ้ำลับแล | 18. ถ้ำค้างคาว |

ทางวัดได้มีการพัฒนาทั้งด้านกิจกรรมทางศาสนา และพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวภายในถ้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักท่องเที่ยว เมื่อได้เข้าไปเยี่ยมชมวัดถ้ำสุมะโน ซึ่งมีที่ตั้งอยู่บริเวณภูเขาลูกแรก อยู่ด้านหน้า แล้วก็มีโอกาสเดินเข้าไปเที่ยว ภูเขาอีกลูกอยู่ด้านหลัง ซึ่งเป็นที่ตั้งของถ้ำน้ำลอด

ถ้ำน้ำลอดได้รับการพัฒนาแล้วระดับหนึ่งแต่ยังจะต้องได้รับการส่งเสริมเพื่อเป็นแรงจูงใจกับนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยเพื่อสร้างความรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรภายในถ้ำ เป็นแหล่งท่องเที่ยวให้ยั่งยืน นอกจากนี้แล้ว น่าจะต้องจัดการระบบต่าง ๆ ในอันที่จะส่งเสริมเป็นแหล่งท่องเที่ยวให้เกิดความประทับใจกลับมาท่องเที่ยวอีกครั้งต่อ ๆ ไป ซึ่งจะต้องดำเนินการด้วยการจัดการตามระบบนิเวศที่ยั่งยืน

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างแผนที่ รวมทั้งการจำแนกลักษณะธรณีสัณฐานภายในถ้ำให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว สำหรับนักท่องเที่ยวที่จะได้รับความรู้และประทับใจ เพื่อกลับมาท่องเที่ยวอีก หรือแจ้งข่าวสารให้นักท่องเที่ยวอื่นมาท่องเที่ยวต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งธรณีสัณฐานคาร์สต์ในถ้ำและแหล่งหินปูนรอบพื้นที่ถ้ำ
2. เพื่อศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ในถ้ำ
3. เพื่อจำแนกชนิดของธรณีสัณฐานคาร์สต์ในถ้ำ
4. เพื่อเลือกตำแหน่งที่ติดตั้งสื่อประเภทเสียงบรรยายสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในแผนที่
5. เพื่อสร้างสื่อประเภทเสียงบรรยายที่เป็นข้อมูลทางธรณีสัณฐานคาร์สต์ชนิดต่าง ๆ ในถ้ำสุมะโนตามตำแหน่งที่เลือกไว้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบชนิดของธรณีสัณฐานคาร์สต์ในถ้ำสุมะโน
2. ทำให้ทราบถึงลักษณะเด่นจากการจำแนกธรณีสัณฐานคาร์สต์แต่ละชนิด
3. ทำให้ทราบตำแหน่งที่ตั้งสื่อเสียงในลักษณะแผนที่ภายในถ้ำ
4. ทำให้นักท่องเที่ยวได้รับความรู้จากข้อมูลเสียงของธรณีสัณฐานแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษาภายในถ้ำน้ำลอด ถ้ำพ้อมหาราช ถ้ำพระนอน และถ้ำข้างเขื่อน บริเวณวัดถ้ำสุมะโน
2. ขอบเขตตัวแปรศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ที่ปรากฏภายในถ้ำ ได้แก่ หินงอก หินย้อย หินไหล หินเสา บ่อน้ำชั้นบันได โฟง รูปเหว ช่องยุบตัว บ่อน้ำ น้ำพุ น้ำใต้ดิน รูปปั้น รูปโดม

นิยามศัพท์

ถ้ำน้ำลอด (Num Lod Cave) หมายถึง ถ้ำที่เกิดจากกระบวนการทางเคมีของการกัดเซาะของภูเขาหินปูนของเขาน้ำใต้บ่อ รวม 4 ช่องทาง ได้แก่ ถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำช้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ (Ecotourism) หมายถึง รูปแบบการท่องเที่ยวโดยมีการจัดการด้วยระบบนิเวศน์ที่ยั่งยืน

ธรณีสัณฐานคาร์สต์ (Karst Morphology) หมายถึง รูปร่างของหินที่เกิดจากกระบวนการทางเคมีในพื้นที่หินปูน เป็นการละลายเนื้อหินปูน มีส่วนประกอบของแร่แคลไซต์ และคกผลึกแข็งตัวเป็นรูปร่างต่าง ๆ เช่น หินงอก หินย้อย เป็นต้น

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ หัวข้อดังนี้

1. การศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อการจำแนก โดโลไมต์และแคลไซต์
2. ภูมิณีเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์ภาคใต้ประเทศไทย
3. การอนุรักษ์ภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อการท่องเที่ยว
 - 3.1 ทรัพยากรหินปูนในท้องถิ่นภาคใต้ฝั่งตะวันออกของไทย
 - 3.2 ภูมิประเทศคาร์สต์กับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในประเทศไทย
 - 3.3 การศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์ในประเทศไทย

1. การศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อการจำแนก โดโลไมต์และแคลไซต์

หินปูนเป็นหินตะกอนชนิดหนึ่ง หินปูนบริสุทธิ์จะประกอบด้วยสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 100 แต่ส่วนใหญ่จะมีตั้งแต่ร้อยละ 95 ขึ้นไป จัดว่าค่อนข้างบริสุทธิ์ โดยมีธาตุหรือสารประกอบอื่น ๆ ปน เช่น ธาตุแมงกานีส ฟอสฟอรัส กำมะถันและธาตุอื่นหรือมีสารประกอบพวกซิลิกา อะลูมินา เหล็กออกไซด์ และแมกนีเซียม หินปูนเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตปูนซีเมนต์ และมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ฉะนั้นหินปูนจึงเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าต่อประเทศชาติและประชาชนด้วย นับเป็นโอกาสของประเทศไทยที่มีแหล่งหินปูนมากมายทั่วประเทศ แหล่งที่มีการผลิตในปริมาณมาก คือ แหล่งหินปูนในจังหวัดสระบุรี นครศรีธรรมราช เพชรบุรี นครสวรรค์ และกาญจนบุรี เป็นต้น

แหล่งหินปูนที่มีในประเทศนั้นดูทั่ว ๆ ไปแล้วเป็นภูเขาหินธรรมดามีลักษณะคล้าย ๆ กัน แต่หากนำมาใช้ง่าย ๆ เช่น ระเบิดมาทำถนนหรือก่อสร้างทั่ว ๆ ไป และขุดจากแหล่งไหนก็ได้มันจะเป็นการใช้ที่ขาดความรอบคอบ อาจให้ประโยชน์ไม่เหมาะสมกับคุณภาพของหินในแหล่งนั้น ๆ ได้ เพราะเมื่อใช้แล้ว ก็จะมีแต่หมดไป สร้างขึ้นมาใหม่ไม่ได้ จะไม่เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งทรัพยากรธรณีหินปูนเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเมื่อมีการพัฒนานำขึ้นมาใช้ประโยชน์ย่อมมีผลกระทบต่อธรรมชาติและสภาพแวดล้อม จึงต้องร่วมมือกัน โดยการยอมรับและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในอันที่จะดำรงคงไว้ซึ่งธรรมชาติ นำหินปูนมาใช้ให้เกิดประโยชน์หลายอย่าง เป็นผลดีสูงสุดและเป็นเวลานานที่สุด

หินปูนมีทั้งบริสุทธิ์และมีธาตุ หรือสารประกอบอื่นเจือปนทำให้มีคุณภาพและคุณค่าแตกต่างกัน จึงควรศึกษาวิเคราะห์ วิจัยแต่ละแหล่งให้ละเอียดแน่ชัด แล้วจัดแบ่งแยกประเภทไว้ให้ทราบว่าจะแหล่งใดบ้างเหมาะสำหรับใช้งานประเภทใด ผู้ที่จะลงทุนผลิตหินปูนเพื่อจำหน่ายใช้งานต่าง ๆ ควรเอาใจใส่ทำความเข้าใจ ให้ความร่วมมือและยอมรับในการที่จะต้องให้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีในประเทศให้เหมาะสมกับ คุณภาพ และปฏิบัติตามคำแนะนำ เพื่อผลประโยชน์ต่อประเทศชาติและส่วนรวมมากที่สุด

จากการศึกษาทางธรณีวิทยาภาคสนาม บริเวณภูมิประเทศคาร์สต์ (Karst Topography) ซึ่งเป็นลักษณะภูมิประเทศของหินปูน จะมีความแตกต่างกันของภูมิประเทศหินปูนแคลไซต์ที่มีแคลเซียมและหินปูนโดโลไมต์ ซึ่งมีแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ บริเวณที่มีแมกนีเซียมจะทนทานต่อการผุกร่อนกว่าบริเวณที่มีแคลเซียม ซึ่งปรากฏเห็นลักษณะโครงสร้างได้จากภาคสนามรวมทั้งพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นที่ ถ้ามีการนำเทคโนโลยีของภาพถ่ายดาวเทียมมาจำแนกลักษณะของพื้นที่ดังกล่าวทั้ง 2 ลักษณะคือ หินปูนโดโลไมต์ (มีธาตุแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบมาก) และหินปูนแคลไซต์ (มีธาตุแคลเซียมเป็นส่วนประกอบมาก) เนื่องจากเนื้อหินปูนที่มีลักษณะคล้ายกัน แต่แตกต่างกันตามคุณสมบัติของธาตุที่เป็นส่วนประกอบและมีผลต่อพืชพรรณที่ปกคลุมโครงสร้างทางธรณี รวมทั้งการผุพังเป็นดิน การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อจำแนกหินปูนจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการหาค่าดัชนีภาพถ่ายจากดาวเทียม มีวัตถุประสงค์การศึกษาดังนี้ 1. เพื่อศึกษาลักษณะพื้นฐานหินปูนโดโลไมต์ และแคลไซต์ของภูมิประเทศคาร์สต์ 2. เพื่อจำแนกการกระจายของหินปูนโดโลไมต์และแคลไซต์ของภูมิประเทศคาร์สต์ 3. เพื่อจำแนกการใช้ที่ดินบริเวณหินปูนของภูมิประเทศคาร์สต์ 4. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในการจำแนกหินปูนโดโลไมต์และแคลไซต์ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและรูปถ่าย
 - แปลผลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยสายตา โดยใช้เทปบันทึกข้อมูลและภาพพิมพ์สีผสมจากคอมพิวเตอร์ที่จัดบนกระดาษพิมพ์สี
 - แปลผลจากรูปถ่ายทางอากาศด้วยสายตาและกล้องมองภาพสามมิติ
2. ตรวจสอบข้อมูลในแผนที่ภูมิประเทศ L7017 ระหว่าง 4725 II ระหว่างละติจูด $8^{\circ} 00' - 8^{\circ} 15'$ เหนือ กับลองจิจูด $98^{\circ} 45' - 99^{\circ} 00'$ ตะวันออกเพื่อกำหนดเส้นทางในการออกเก็บข้อมูลและตำแหน่งเก็บข้อมูลของภูเขาหินปูน
3. สำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม เพื่อเก็บตัวอย่างหินปูนในภาคสนาม ในระวางแผนที่ที่กำหนด จำนวน 40 ตัวอย่าง

4. วิเคราะห์ข้อมูลจากภาคสนาม โดยนำไปวิเคราะห์เนื้อหินในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ สเปกโตมิเตอร์ และเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของธาตุแมกนีเซียมและแคลเซียมรวมทั้งโครงสร้างแร่ในหินปูน

5. เปรียบเทียบข้อมูลจากภาคสนามที่ได้จากการวิเคราะห์แล้ว กับการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยหาดัชนีหรือตัวแปรความแตกต่างในภาพถ่ายจากดาวเทียมของลักษณะพื้นฐานระหว่างหินปูนโดโลไมต์กับแคลไซต์ในห้องปฏิบัติการ แปลความหมายภาพถ่ายจากดาวเทียม ประกอบรูปถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ วัดและคำนวณลักษณะพื้นฐาน การวางตัว ความลาดชัน ความสูง ขนาด รูปร่าง รวมทั้งเปรียบเทียบการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่วิจัยเปรียบเทียบกับอดีตกับปัจจุบัน

6. จัดเก็บข้อมูล โดยสร้างแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปรากฏผลการศึกษาดังนี้

1. ความแตกต่างลักษณะพื้นฐานของหินปูนโดโลไมต์และแคลไซต์

1.1 องค์ประกอบของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมของเนื้อหินปูน จากตัวอย่างจำนวน 40 ตัวอย่าง ปรากฏผลแตกต่างกัน 2 ชนิด ดังนี้

- ตัวอย่างที่ 1, 15, 16, 18, 19, 20, 30, 31, 39 มีจำนวน 9 ตัวอย่าง เป็นหินปูนแคลไซต์ คิดเป็นร้อยละ 22.5 ของตัวอย่าง
- ตัวอย่างที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40 มีจำนวน 31 ตัวอย่าง เป็นหินปูนโดโลไมต์ คิดเป็นร้อยละ 77.5 ของตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์จากเครื่องมือ 2 ชนิด สอดคล้องกันในการบอกชนิดหินปูน แต่อย่างไรก็ตามก็มีความละเอียดของตำแหน่งที่ 19 จากเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตมิเตอร์ บอกให้ทราบว่าแมกนีเซียมร้อยละ 5.096 และแคลเซียมร้อยละ 14.756 ซึ่งมีแมกนีเซียมต่ำ และเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ บอกให้ทราบว่าเป็นโครงสร้างของแร่เฮเดนเบิร์กไซต์ (Hedenbergite) หรือสการ์น (Skarn) หมายถึงหินซิลิกาปนปูน ซึ่งเกิดจากซิลิคอน อะลูมิเนียม เหล็ก และแมกนีเซียม เข้าแทนที่ในหินปูน ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 1 การจำแนกชนิดหินปูน

ตัวอย่างที่	ชื่อภูเขา	พิกัด	ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์				ชนิดหินปูน
			Mg %	SD	Ca %	SD	
1	เขาน้ำแดง 1	919978	0.8786667	0.0027735	89.672	0.1124678	แคลไซต์
2	เขานานอก	918959	35.527	0.0381969	52.802333	0.0292973	โดโลไมต์
3	เขาแก้ว 1	918957	36.266	0.0468615	53.239667	0.0501631	โดโลไมต์
4	เขาแก้ว 2	915955	29.737	0.0608276	55.166667	0.0112398	โดโลไมต์
5	เขาพระ	912924	35.949	0.0888988	52.506	0.003	โดโลไมต์

ตัวอย่างที่	ชื่อภูเขา	พิกัด	ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์				ชนิดหินปูน
			Mg %	SD	Ca %	SD	
6	เขาไถไทย 1	839927	25.216667	0.0320052	61.037333	0.050362	โดโลไมต์
7	เขาช่องพลี 5	826922	33.539667	0.0032146	52.655333	0.0431432	โดโลไมต์
8	เขาช่องพลี 1	836927	26.868	0.0773111	54.428	0.0233024	โดโลไมต์
9	เขาช่องพลี 2	830923	31.666333	0.0802081	55.223333	0.0538733	โดโลไมต์
10	เขาช่องพลี 3	833924	33.012333	0.0651178	54.195667	0.0893663	โดโลไมต์
11	เขาช่องพลี 4	829924	33.678333	0.0917297	52.99	0.0901554	โดโลไมต์
12	เขาโต๊ะหลวง	815927	28.303	0.017088	58.036667	0.0087369	โดโลไมต์
13	เขาย่านเขือก	809933	34.609333	0.0255799	54.969	0.043715	โดโลไมต์
14	เขาน้ำหมี	794993	31.58667	0.0189297	56.756	0.0281603	โดโลไมต์
15	ควนตกบ้าน	805878	0.5156667	0.020108	20.965	0.0410366	แคลไซต์
16	เขาถ้ำสูง	774078	0.4713333	0.0072342	91.024667	0.0824399	แคลไซต์
17	เขาหนองไหล	773066	33.675333	0.0214554	53.722333	0.0225019	โดโลไมต์
18	เขาหนอง เคียน	765039	9.9593333	0.0259679	70.779667	0.0381881	แคลไซต์
19	เขาหว่าง	727035	5.096	0.0170587	14.756333	0.0217792	แคลไซต์
20	เขาปากเบน	771029	6.1216667	0.0081445	80.475	0.0515073	แคลไซต์
21	เขาเคียน	773034	32.912	0.0414088	54.278	0.1400375	โดโลไมต์
22	เขาหัวช้าง	804003	31.404	0.0337674	56.873	0.0494874	โดโลไมต์
23	เขาคงคัง	808999	32.208	0.0528867	56.092333	0.0204042	โดโลไมต์
24	เขาแม่หาก	821051	32.399667	0.0662294	54.532667	0.0610765	โดโลไมต์
25	เขาแม่หม้าย	815056	33.309	0.025	52.558	0.014	โดโลไมต์
26	ควนหัว	826041	27.014333	0.0593408	58.365333	0.0122202	โดโลไมต์
27	เขาโมช่อง	861975	31.794667	0.0453909	52.902	0.0196723	โดโลไมต์
28	เขาถ้ำเสด็จ	862971	34.044667	0.0340196	53.857	0.0907965	โดโลไมต์
29	ควนตาหลาม	863932	26.123333	0.054151	58.904667	0.0336502	โดโลไมต์
30	เขาน้ำวังหมี	879024	4.653	0.0104403	86.587667	0.1108167	แคลไซต์
31	เขาอ่าวนาง	813871	1.21	0.0078102	11.976667	0.0047258	แคลไซต์
32	เขาคราม	811104	19.576	0.0190788	67.896333	0.0514717	โดโลไมต์
33	เขาเกาะเสี้ยว	780888	33.316667	0.0126623	54.045667	0.0265016	โดโลไมต์
34	เขาถ้ำหอม	870040	29.263	0.025865	57.65	0.0461303	โดโลไมต์
35	เขาช่องหมู	853020	26.505333	0.0606987	59.472667	0.0219621	โดโลไมต์
36	เขานากนุ้ย	765977	31.981667	0.0056862	55.324333	0.0617765	โดโลไมต์

ตัวอย่างที่	ชื่อภูเขา	พิกัด	ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์				ชนิดหินปูน
			Mg %	SD	Ca %	SD	
37	เขาเทียมป่า	787014	32.429333	0.0430039	55.261667	0.0841804	โดโลไมต์
38	เขาน้ำจืด	825071	28.783	0.0088882	55.496333	0.0107858	โดโลไมต์
39	เขาน้ำแดง 2	914975	0.5343333	0.0055076	88.695667	0.0731118	แคลไซต์
40	เขาไม้แก้ว	813113	22.941667	0.0211975	65.178333	0.0185831	โดโลไมต์

1.2 องค์ประกอบลักษณะระดับความสูงและความลาดชันของภูมิประเทศคาร์สต์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ L7017 ซึ่งระวางจังหวัดกระบี่ปรากฏผลลักษณะภูมิประเทศของระดับความสูง และความลาดชัน ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2 จำแนกชนิดหินปูนตามระดับความสูง และความลาดชัน

ระดับความสูง (ม.)	จำนวนตัวอย่าง	หินปูนแคลไซต์		หินปูนโดโลไมต์	
			ร้อยละ		ร้อยละ
20-50	2	-	-	2	6.45
51-100	7	-	-	7	22.58
101-150	1	-	-	1	3.25
151-200	9	2	22.22	6	19.35
201-250	4	2	22.22	2	6.45
251-300	11	3	33.33	9	29.03
301-350	1	-	-	1	3.26
351-400	4	1	11.11	3	9.67
401-450	-	-	-	-	-
451-500	-	-	-	-	-
501-550	1	1	11.11	-	-
รวม	40	9	100	31	100

ความลาดชัน (%)	จำนวนตัวอย่าง	หินปูนแคลไซต์		หินปูนโดโลไมต์	
0-20	4	-	-	4	12.90
21-40	9	1	11.11	8	25.81
41-60	9	4	44.44	5	16.13
61-80	11	1	11.11	10	32.26
81-100	7	3	33.33	4	12.90
รวม	40	9	100	31	100

จากการจำแนกระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่หินปูนบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง พบว่ามีระดับความสูงจากจุดตัวอย่างกับยอดเขาใกล้เคียง มีความสูงระหว่าง 0 - 550 เมตร ซึ่งมีความถี่สูงสุดอยู่ระหว่างความสูง 251 - 300 เมตร และมีความลาดชัน ระหว่าง 0 - 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความถี่สูงสุดระหว่าง 61 - 80 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างหินปูนแคลไซต์ จะมีระดับความสูงระหว่าง 151 - 550 เมตร โดยมีความสูงระหว่าง 351 - 550 เมตร จำนวนร้อยละ 22.22 มากกว่าหินปูนโดโลไมต์ มีระดับความสูงระหว่าง 0 - 400 เมตร โดยมีความสูงระหว่าง 351 - 400 เมตร เพียงร้อยละ 9.67 รวมทั้งหินปูนแคลไซต์ จะมีความลาดชันระหว่าง 24.23 - 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความลาดชันระหว่าง 81 - 100 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนร้อยละ 33.33 มากกว่าหินปูนโดโลไมต์ มีความลาดชันระหว่าง 12.31 - 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความลาดชันระหว่าง 81 - 100 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนร้อยละ 12.90

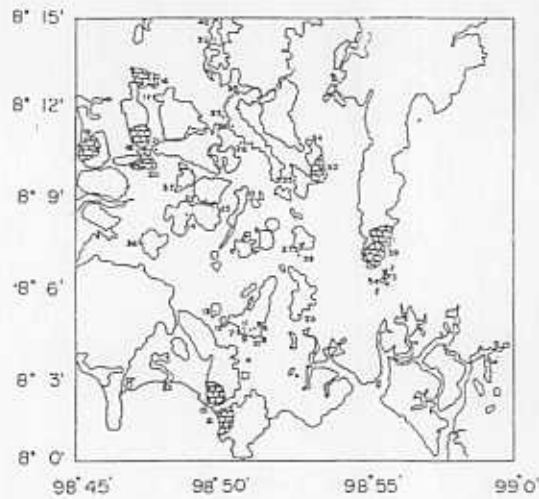
2. รูปแบบการกระจายของหินปูนและโดโลไมต์

พื้นที่หินปูนของแผนที่ภูมิประเทศ L7017 ราววง 4725 II มีการกระจายของหินปูนคิดเป็นร้อยละ 10.04 ของพื้นที่ตัวอย่าง หรือ 76.419 ตารางกิโลเมตร เป็นภูเขาที่ตั้งอยู่เป็นลูกโดดเป็นส่วนใหญ่ จำนวนทั้งหมด 62 ลูก กระจายอยู่กับลักษณะทางธรณีอื่น ได้แก่ ตะกอนชายหาด ตะกอนตะกักรุ่น้ำ หินดินดาน หินทราย และหินแกรนิต

ผลการศึกษาการกระจายของหินปูน โดยวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมกับแมกนีเซียม มีการกระจายของกลุ่มตัวอย่าง 40 ตัวอย่าง แบ่งการกระจายออกได้ดังนี้

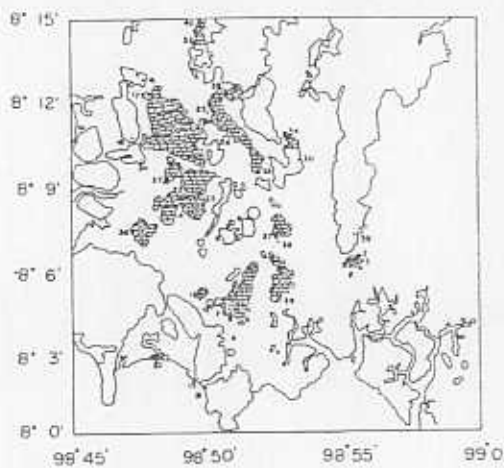
1. หินปูนแคลไซต์ จำนวน 9 ตัวอย่าง มีการกระจายออกเป็นกลุ่มดังนี้

ปริมาณแคลเซียมมีค่าระหว่างร้อยละ 11.926 - 91.024 ได้แก่ ร้อยละ 91.02, 89.67, 88.70, 86.59, 80.46, 70.78, 20.965, 14.756, และ 11.976



แผนที่ 1 แสดงการกระจายหินปูนแคลไซต์

2. หินปูนโดโลไมต์ จำนวน 31 ตัวอย่าง มีการรวมกลุ่มและกระจายแยกกลุ่มออกไปบ้าง โดยมีค่าแมกนีเซียมดังนี้



แผนที่ 2 แสดงการกระจายหินปูนโดโลไมต์

ปริมาณแมกนีเซียมมีค่าระหว่างร้อยละ 19.576 - 36.266 โดยมีการกระจายปริมาณแมกนีเซียม ดังนี้

- | | | |
|------------------------------|---------------------|--------------|
| 1. ระหว่างร้อยละ 19.576 - 20 | มีจำนวน 1 ตัวอย่าง | ร้อยละ 3.23 |
| 2. ระหว่างร้อยละ 21 - 25 | มีจำนวน 2 ตัวอย่าง | ร้อยละ 6.45 |
| 3. ระหว่างร้อยละ 26 - 30 | มีจำนวน 9 ตัวอย่าง | ร้อยละ 29.03 |
| 4. ระหว่างร้อยละ 31 - 35 | มีจำนวน 18 ตัวอย่าง | ร้อยละ 58.06 |
| 5. ร้อยละ 32.266 | มีจำนวน 1 ตัวอย่าง | ร้อยละ 3.23 |

3. พื้นที่การใช้ที่ดินบริเวณหินปูน

วิเคราะห์การใช้ที่ดินเปรียบเทียบระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 และ 2516 แบ่งได้ดังนี้

1. การใช้ที่ดินโดยแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม ปี พ.ศ. 2536 แบ่งออกได้เป็น 7 ประเภท ได้แก่ ป่าชายเลนร้อยละ 10.46 ป่าไม้ร้อยละ 35.01 สวนร้อยละ 31.62 ชายหาดร้อยละ 1.20 ชุมชนร้อยละ 9.79 ทะเลร้อยละ 10.96 และพื้นดินถูกเปิด (ว่างเปล่า) ร้อยละ 0.96 ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 3 จำแนกประเภทการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่หินปูน

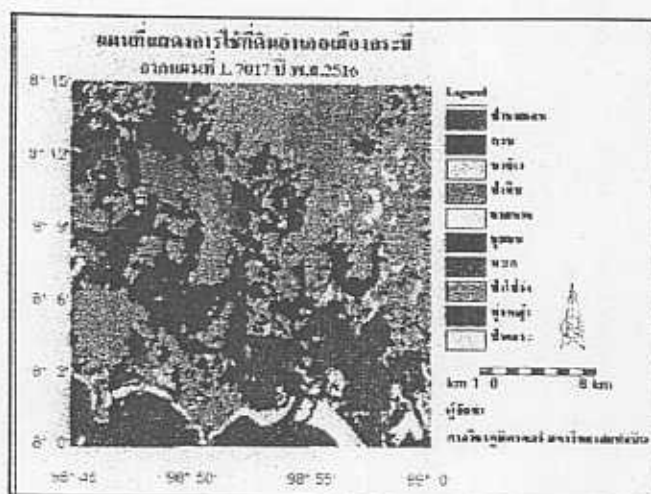
ประเภทการใช้ที่ดิน	สัดส่วน				การเปลี่ยนแปลง
	2516	2536			
	สัดส่วน (ร้อยละ)	สัดส่วน (ร้อยละ)	ร้อยละสะสม	พื้นที่ (ตร.กม.)	
1. ป่าชายเลน	9.41	10.46	10.46	79.481	+1.05
2. ป่าไม้	41.08	35.01	45.47	266.024	-6.07
3. สวน	27.38	31.62	770.9	240.265	+4.24
4. ชายหาด	3.80	1.20	78.29	9.118	-2.6
5. ชุมชน	1.75	9.79	88.08	74.390	+8.04
6. ทะเล	10.49	10.96	99.04	83.280	+0.47
7. พื้นดินถูกเปิด (ว่างเปล่า)	-	0.96	100.00	7.295	+0.96
8. อื่น ๆ (นาข้าว ทุ่งหญ้า ป่าแคระ)	6.09	-	-	-	-6.09
รวม	100.00	100.00		759.85	

2. การใช้ที่ดินโดยแปลจากแผนที่ภูมิประเทศ L7017 ข้อมูลปี พ.ศ. 2516 แบ่งออกได้ 7 ประเภท ได้แก่ ป่าชายเลนร้อยละ 9.41 ป่าไม้ร้อยละ 41.08 สวนร้อยละ 27.38 ชายหาดร้อยละ 3.80 ชุมชนร้อยละ 1.75 ทะเลร้อยละ 10.49 และอื่น ๆ (นาข้าว ทุ่งหญ้า ป่าแคระ) ร้อยละ 6.09

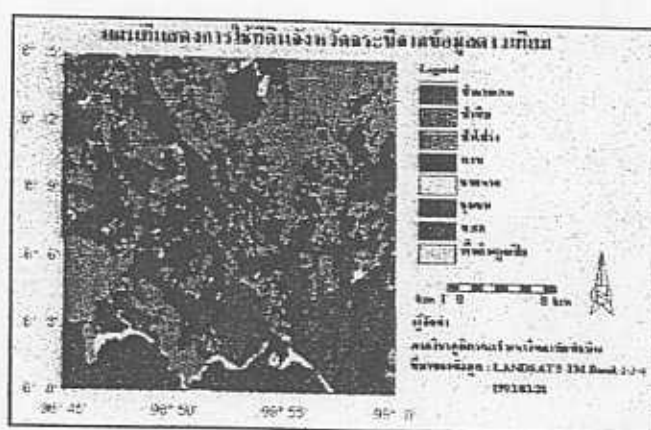
การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ป่าชายเลน สวน ชุมชน ทะเล และพื้นที่ว่างเปล่า มีสัดส่วนร้อยละ 1.05, 4.04, 80.4, 0.47 และ 0.96 ตามลำดับ พื้นที่ที่ลดลง ได้แก่ ป่าไม้ ชายหาด และอื่น ๆ (นาข้าว ทุ่งหญ้า ป่าแคระ) มีสัดส่วนร้อยละ 6.07, 2.6 และ 6.09 ตามลำดับ

พื้นที่ป่าชายเลน ชายหาด ทะเล และพื้นที่ว่างเปล่ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับต่ำ พื้นที่ป่าไม้ สวน ชุมชน และอื่น ๆ (นาข้าว ทุ่งหญ้า ป่าแคระ) มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับมาก อย่างไรก็ตามการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่อื่น ๆ (นาข้าว ทุ่งหญ้า ป่าแคระ) ไปเพิ่มอยู่ในส่วนของ

พื้นที่สวนและชุมชน ซึ่งมีอัตราการเพิ่มรวมกันร้อยละ 12.28 ในรอบ 20 ปี ในกรณีของพื้นที่ป่าไม้ พบว่าพื้นที่ป่าไม้ แบ่งออกเป็นป่าดิบและป่าโปร่ง ซึ่งป่าดิบจะอยู่บริเวณภูเขาหินปูน และป่าโปร่ง จะอยู่บริเวณที่ราบต่ำและที่ราบเชิงเขา แม้ว่าพื้นที่ป่าไม้จะลดลงแต่ก็ลดลงเฉพาะพื้นที่ป่าโปร่งเป็นส่วนใหญ่ ที่เกิดจากการบุกรุกของชุมชนและการทำสวน แต่สำหรับป่าดิบบนภูเขาหินปูนก็จะมีอยู่บ้างที่มีการระเบิดหินเพื่อนำไปทำหินอุตสาหกรรม



แผนที่ 3 แสดงการใช้ที่ดินบริเวณอำเภอเมืองกระบี่ ปี พ.ศ. 2516



แผนที่ 4 แสดงการใช้ที่ดินบริเวณอำเภอเมืองกระบี่ ปี พ.ศ. 2536

4. เปรียบเทียบความแตกต่างในการจำแนกหินปูนโดโลไมต์และแคลไซต์โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม

การศึกษาลักษณะภูเขาหินปูนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม และรูปถ่ายทางอากาศ มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ภูเขาหินปูนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม

การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมโดยใช้เทปข้อมูลคอมพิวเตอร์ ระบบ TM (Landsat Thematic Mapper) ของแบนด์ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 เป็นศูนย์ข้อมูลได้มาเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2537 ของแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 บริเวณอำเภอเมืองกระบี่ โดยเปรียบเทียบรายละเอียดข้อมูลในช่วงคลื่นต่าง ๆ (แบนด์) ปรากฏผลดังนี้

ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยใช้แบนด์ 3 - 2 - 1 เน้นพื้นที่ภูเขาเพื่อนำมาเปรียบเทียบหินปูนแคลไซต์ หินปูนโดโลไมต์และหินที่ไม่ใช่หินปูน ปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. หินปูนแคลไซต์ที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำ จะไม่แสดงความสูงในลักษณะตะปุ่มตะป่ำ เช่น ตัวอย่างที่ 19 เป็นลักษณะของหินที่มีซิลิกาของแร่ควอร์ตซ์ปนมาก จะมีแคลเซียมร้อยละ 14 และ 20 ตามลำดับ อาจจะไม่เรียกว่าหินปูนแต่จะเป็นโครงสร้างแร่เฮเดน-เบอร์ไรต์

2. หินปูนแคลไซต์ที่มีปริมาณร้อยละแคลเซียมสูง เช่น ตัวอย่างที่ 1, 39, 18 จะมีลักษณะตะปุ่มตะป่ำ สูงชัน และมีสันเขาที่ทำให้เกิดเงามาก

3. หินปูนโดโลไมต์ที่มีปริมาณร้อยละแมกนีเซียมร้อยละ 19.576 - 36.266 เช่น ตัวอย่างที่ 6, 7, 8, 9, 22, 23, 26 ปริมาณแมกนีเซียมร้อยละ 25, 33, 26, 31, 32, 27 จะมีลักษณะตะปุ่มตะป่ำ เป็นภูเขาโดด หรือเป็นเทือกเขาที่มีความสูงสม่ำเสมอและจะมีความสูงระดับต่ำกว่าหินปูนแคลไซต์ (หินปูนโดโลไมต์มีความสูงระหว่าง 50 - 400 เมตร หินปูนแคลไซต์มีความสูง 200 - 550 เมตร)

4. ภูเขาหินปูนโดโลไมต์ และหินปูนแคลไซต์มีลักษณะภูมิประเทศตะปุ่มตะป่ำมีความแตกต่างจากภูเขาหินทราย หินเชิร์ต อย่างชัดเจน ซึ่งพื้นผิวของโครงสร้างภูเขาเป็นสันที่ราบเรียบ

4.2 ผลการวิเคราะห์ภูเขาหินปูนจากรูปถ่ายทางอากาศ

การวิเคราะห์ลักษณะภูเขาหินปูนจากรูปถ่ายทางอากาศ มีผลปรากฏดังนี้

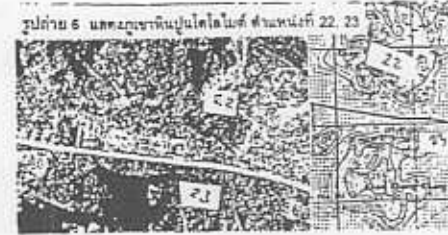
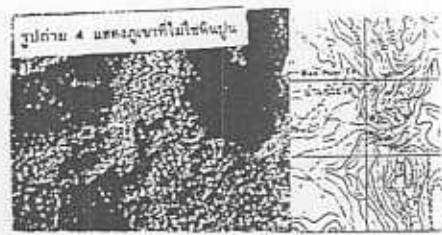
1. หินปูนแคลไซต์ที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำ เช่น ตัวอย่างที่ 19 มีลักษณะความสูงไม่มาก และไม่มีลักษณะตะปุ่มตะป่ำ

2. หินปูนแคลไซต์ที่มีปริมาณแคลเซียมสูง เช่น ตัวอย่างที่ 18, 1, 39 มีลักษณะเป็นสันเขา แนวยาว สูงชัน มีเงา

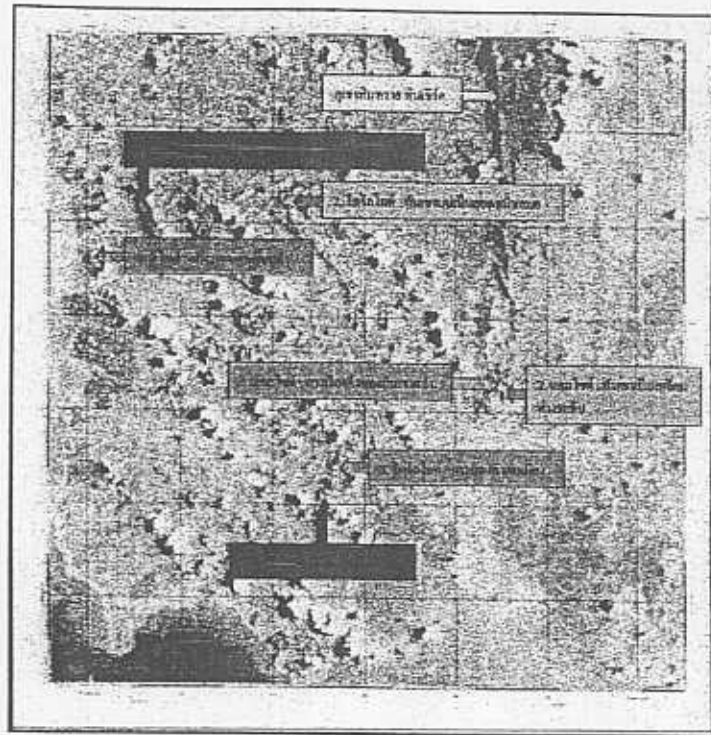
3. หินปูนโดโลไมต์ เช่น ตำแหน่งที่ 26 , 22, 23 มีลักษณะของภูเขาตะปุ่มตะป่ำ ลันเขาไม่สูงชัน และมีความสูงสม่ำเสมอ
4. ภูเขาหินปูนโดโลไมต์และหินปูนแคลไซต์ มีความแตกต่างจากภูเขาหินทราย หินเชิร์ต ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นลันเขาต่ำมน

ผลการวิเคราะห์ภูเขาหินปูนจากเส้นชั้นความสูงในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 มีลักษณะสอดคล้องกับภาพถ่ายจากดาวเทียม และรูปถ่ายทางอากาศ ดังนี้

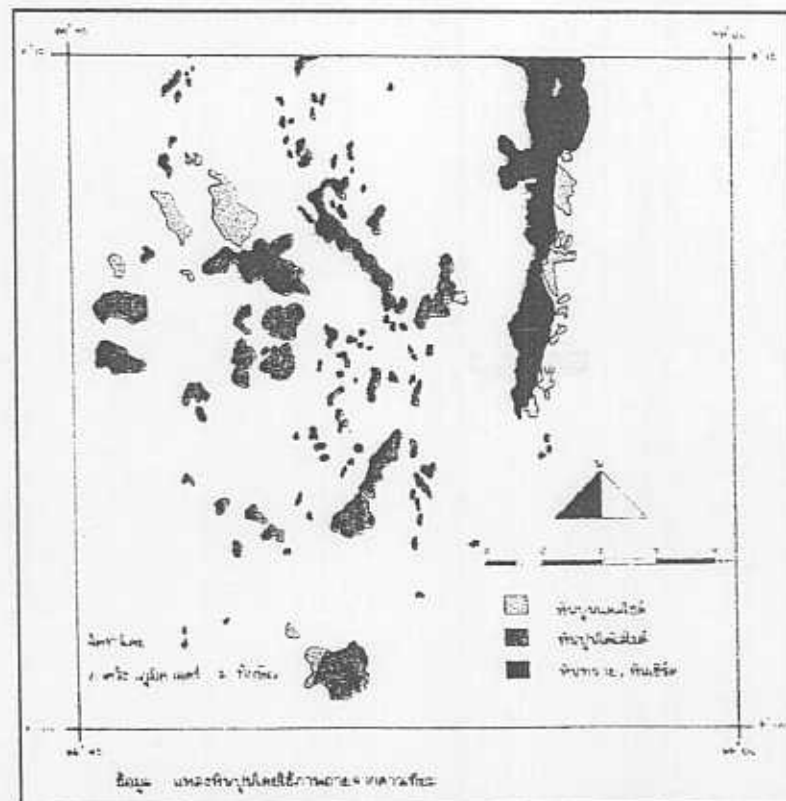
1. หินปูนแคลไซต์ที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำ เช่น ตำแหน่งที่ 19 ลักษณะเส้นชั้นความสูงมีความลาดชันต่ำ
2. หินปูนแคลไซต์ที่มีปริมาณแคลเซียมสูง เช่น ตำแหน่งที่ 18 ลักษณะเส้นชั้นความสูงของความลาดชันที่สูงชัน และมีสันเขาเป็นแนวแคบ
3. หินปูนโดโลไมต์ เช่น ตำแหน่งที่ 26, 22, 23 มีลักษณะเส้นชั้นความสูง ขนาดความลาดชันสูง และมียอดเขาหลายยอดที่มีระดับเดียวกัน
4. หินปูนโดโลไมต์และหินปูนแคลไซต์มีความแตกต่างจากภูเขาหินทราย หินเชิร์ต ซึ่งมีลักษณะเส้นชั้นความสูงที่ห่างกันไม่ค่อยสูงชัน



รูปที่ 1 ลักษณะภูเขาหินปูนจากรูปถ่ายทางอากาศ



ภาพที่ 1 แสดงภาพถ่ายจากดาวเทียมเปรียบเทียบลักษณะหินปูนโดโลไมต์และหินปูนแคลไซต์



แผนที่ 5 การกระจายหินปูนโดโลไมต์และหินปูนแคลไซต์

1. สันฐานหินปูนโดโลไมต์และแคลไซต์

การศึกษาธรณีสันฐานคาร์สต์อย่างสมบูรณ์ ควรครอบคลุมองค์ประกอบ 5 ลักษณะ (ครองชัย นัตถา. 2529 :36) และอธิบายความสัมพันธ์ที่มีต่อพื้นที่บริเวณนั้น ๆ โดยอาศัยการศึกษา ข้อมูลหลักฐานต่าง ๆ เช่น แผนที่ ภาพถ่าย เครื่องมือเก็บตัวอย่าง และจัดทำแผนที่เขียนรายงาน ประกอบการศึกษาเป็นขั้นสุดท้าย การศึกษาธรณีสันฐาน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น ธรณีวิทยา ปฐพีวิทยา อุทกวิทยา เป็นต้น การศึกษาธรณีสันฐานคาร์สต์ในท้องถิ่น มีรายละเอียด ได้แก่ สันฐาน วัสดุผิวสันฐาน โครงสร้าง กระบวนการ และระยะเวลาการพัฒนาคิวของพื้นที่

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะสันฐานของหินปูน 3 ลักษณะ ได้แก่ เนื้อหินปูน ความสูง และความลาดชัน ปรากฏผลดังนี้

เนื้อหินปูน ในพื้นที่วิจัยปรากฏว่า เป็นหินปูนโดโลไมต์ร้อยละ 77.5 และหินปูนแคลไซต์ ร้อยละ 22.5 ของพื้นที่ มีธาตุแมกนีเซียมร้อยละ 19.576 - 36.266 และธาตุแคลเซียมระหว่าง ร้อยละ 11.976 - 91.024 จึงมีความแตกต่างกันของการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์เพื่อให้มี ประสิทธิภาพสูงสุด

ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตแร่มากกว่า 40 ชนิด โดยมีแร่ที่สำคัญประมาณ 20 ชนิด ใช้ภายในประเทศมีมูลค่าประมาณร้อยละ 90 ของมูลค่าการผลิต ในปี พ.ศ. 2540 มีมูลค่าการผลิต 27,146 ล้านบาท แร่ที่มีมูลค่าการผลิตสูง ได้แก่ ลิกไนต์ หินปูน ยิปซัม สังกะสี ดินขาว เฟลด์สปาร์ หินดินดาน และโดโลไมต์ ตามลำดับ (นราดล มั่นชนะจิตร. 2541 : 1)

หินปูนโดโลไมต์ ที่มีอยู่มากจะเป็นพื้นที่ของป่าไม้สมบูรณ์ เนื่องจากขอบภูเขามีความลาดชันสูง รวมทั้งการบุกรุกจึงทำได้ยาก และมีหินโผล่ ขึ้นดินตื้น จึงเห็นสมควรที่จะเก็บไว้เป็นแหล่งต้นน้ำ โดยการกำหนดเขตเป็นป่าอนุรักษ์ซึ่งมีเป็นเขาลูกโดด

หินปูนโดโลไมต์ที่ถูกทำเป็นเหมืองหินควรจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ให้ประโยชน์สูงสุด มากกว่าใช้ในการก่อสร้าง ดังนี้

1. อุตสาหกรรมแก้วสำหรับการหลอมแก้วชนิดพิเศษ
2. ใช้ในการเกษตรเพื่อปรับสภาพดินและน้ำในนาทุ่ง โดยการบดเป็นผงปูน มีประโยชน์มากกว่าปูนขาวที่ได้จากการเผาหินปูนทำให้ธาตุที่มีอยู่สูญเสียไป
3. เป็นส่วนผสมในการถลุงเหล็ก
4. ใช้เป็นหินประดับได้เนื่องจากมีหลายสี
5. ใช้เป็นวัสดุทนไฟและวัสดุป้องกันความร้อน

หินปูนโดโลไมต์ มีแหล่งที่มีการผลิต ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และจังหวัดแพร่บ้างเล็กน้อย มีปริมาณการผลิตประมาณปีละ 700,000 ตัน และใช้ภายในประเทศประมาณปีละ 250,000 ตัน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแล้วสำหรับการหลอมแก้ว ชนิดพิเศษ ใช้ในการเกษตรเพื่อปรับสภาพน้ำในนาทุ่ง ตลอดจนใช้ผลิตเป็นหินเกร็ดโดยการคัดเลือก หินที่มีสีสวยงาม หรือทำการย่างให้หินเปลี่ยนสี มีตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ประเทศญี่ปุ่น เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการถลุงเหล็ก

หินปูนจัดเป็นกลุ่มแร่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมที่สำคัญของอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งความต้องการปูนซีเมนต์ในประเทศขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมก่อสร้าง ส่งผลต่อปริมาณการผลิตปูนซีเมนต์ในปี พ.ศ. 2539 จำนวน 39 ล้านตัน เพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวน 9.85 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2530 และในปี พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2534 มีการนำเข้าปูนซีเมนต์จำนวน 3.1 และ 6.4 ล้านตัน ตามลำดับ ทำให้ผู้ผลิตในประเทศขยายกำลังการผลิตเดิมและมีโครงการจัดตั้งโรงงานใหม่มาอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันรัฐบาลก็ได้ให้การสนับสนุนอุตสาหกรรมซีเมนต์ เพื่อส่งเสริมให้มีผลผลิตซีเมนต์ใช้อย่างทั่วถึงภายในประเทศ โดยการกำหนดแหล่งหินพร้อมทั้งเปิดให้มีการประมูลเพื่อการทำเหมืองและการก่อสร้างโรงงานปูนซีเมนต์แห่งใหม่ในภาคใต้ ซึ่งมักประสบปัญหาขาดแคลนปูนซีเมนต์อยู่เป็นระยะ ๆ (นราดล มั่นตะจิตร, 2541 :33)

จากผลการวิจัยพบว่า หินปูนแคลไซต์มีอยู่น้อยกว่าหินปูนโดโลไมต์ และพบว่ามีปริมาณธาตุแคลเซียมแตกต่างกันมาก บางแห่งมีการระเบิดย่อยหินนำไปเป็นอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น ใช้โดโลไมต์นำไปก่อสร้างถนน ใช้หินปูนในแหล่งชุมชนและทำลายป่าบนภูเขาเป็นการใช้ที่ไม่เหมาะสม การใช้ประโยชน์ของหินปูน โดยจำแนกปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคมี ต้องเป็นหินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอนเนตสูง แบ่งได้ดังนี้ (ทรัพย์ในดินราชบุรี, 2532 : 49)

1. หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอนเนตมากกว่าร้อยละ 97 เหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อุตสาหกรรมผลิตอลูมิเนียมออกไซด์ เซรามิกส์ และแก้ว เป็นต้น
2. หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอนเนต ระหว่างร้อยละ 97 - 95 ใช้ใน อุตสาหกรรมผลิตด้านไดกักและทำให้อาหารบริสุทธิ์ อุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ น้ำตาล และน้ำส้มสายชู เป็นต้น
3. หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอนเนต ระหว่างร้อยละ 95 - 90 ใช้ในอุตสาหกรรมปูนไลม์
4. หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอนเนตน้อยกว่าร้อยละ 90 - 75 ใช้ในการผลิตพอร์ตแลนด์ซีเมนต์

ธ51.447
ป 554 7
2546

B.82784



ท.1 5. หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตน้อยกว่าร้อยละ 75 ซึ่งเป็นผลจากปริมาณของซิลิกาเพิ่มขึ้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมดังกล่าวได้ แต่มีความเหมาะสมที่จะนำไปเป็นแหล่งระเบิดย่อยหิน เพื่อใช้ในการก่อสร้าง

2. การกระจายหินปูนโดโลไมต์และแคลไซต์

ภูเขาหินปูนหรือทุกประเทศคาร์สต์ในภาคใต้มีการกระจายอยู่ทั่วไป โดยมีการพัฒนาภูมิประเทศคาร์สต์ (รวมทั้งหินปูนโดโลไมต์ และหินปูนแคลไซต์) ซึ่งยังไม่ได้มีการจำแนกระหว่างหินปูนแคลไซต์กับ โดโลไมต์ให้ชัดเจน

พื้นที่หินปูนประกอบด้วยธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต ที่มีปฏิกิริยาละลายกรดคาร์บอนิก น้ำใต้ดินจะละลายพวกคาร์บอเนต ทำให้เกิดเป็นภูมิประเทศคาร์สต์ ตามพัฒนาการดังนี้ (Strahler, 1969 : 578)

1. หินปูนถูกยกตัวและถูกปกคลุมจากตะกอนที่ทับถม บริเวณพื้นผิวหินปูนจะถูกน้ำกัดเซาะให้เป็นร่องลึกเรียกว่า ร่องหินปูน

2. หินปูนที่น้ำไหลผ่านจะละลายหินคาร์บอเนตไหลลงไปเป็นน้ำใต้ดิน ขณะที่ไหลจะละลายทำให้เกิดเป็นถ้ำใหญ่ขึ้น มีการยุบตัวเป็นแอ่งที่ลึกและผนังชัน เรียกว่า แอ่งหินปูน

3. หินปูนที่เป็นแอ่งจะขยายใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ และภายในแอ่งจะมีธารน้ำไหลเกิดขึ้น บริเวณลำธารเป็นที่ราบเรียกว่า ที่ราบหินปูน

4. หินปูนลดระดับต่ำลงมีกระแสไหลผ่านพื้นดินที่สลายตัวมาจากหินปูน จะเหมาะสมต่อการทำเกษตร เกิดเป็นดินจากหินปูน

คาร์สต์ในภาคใต้มีการกระจายอยู่เกือบทุกจังหวัดจากแผนที่ธรณีวิทยาไม่ปรากฏในจังหวัดภูเก็ต ปัตตานี และนราธิวาส มีการวางตัวไปในแนวเหนือใต้ 3 แนว ดังนี้ (ประมาณ เทพลงเคราะห์ : 2540 : 12)

แนวที่ 1 แนวเทือกเขาทางตะวันตก โดยมีการยกตัวของเทือกเขาภูเก็ต ทำให้หินปูนยกตัวเป็นแนวอยู่ข้างเคียงเป็นหินปูนในยุคเพอร์เมียน

แนวที่ 2 แนวเทือกเขาตอนกลาง โดยมีการยกตัวของเทือกเขานครศรีธรรมราช ซึ่งฝั่งตะวันตกของเทือกเขานครศรีธรรมราช เป็นหินปูนในยุคเพอร์เมียน แต่หินปูนฝั่งตะวันออกของเทือกเขานครศรีธรรมราช เป็นยุคออร์โดวิเซียน

แนวที่ 3 แนวเทือกเขาตอนล่าง โดยมีการยกตัวของเทือกเขาล้านกาลาศีร์ ทำให้หินปูนยกตัวอยู่ข้างเคียงด้านบนของเทือกเขาเป็นหินปูนยุคเพอร์เมียน

การศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์ในภาคใต้ จะเกี่ยวข้องกับภูมิณเวศน์ระหว่างพื้นที่มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีระบบนิเวศน์ที่สำคัญ 4 ระบบ ได้แก่ ระบบนิเวศน์ธรรมชาติ ระบบนิเวศน์ที่มนุษย์แปลงธรรมชาติ ระบบนิเวศน์ที่มนุษย์สร้างผลผลิตจากธรรมชาติ และระบบนิเวศน์แหล่งชุมชนภาคใต้ของประเทศไทย มีลักษณะความหลากหลายของภูมิณเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์ (ประมาณ เทพลงเคราะห์. 2540 : 15 -24)

3. การใช้ที่ดินบริเวณภูเขาหินปูน

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ พบว่า มีอัตราการเพิ่มของการทำสวน และชุมชนรวมกันร้อยละ 12.28 โดยพื้นที่ป่าลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพป่าโปร่งที่อยู่พื้นที่ราบได้มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อการทำสวนยาง สวนปาล์ม แต่อย่างไรก็ตาม พื้นที่ภูเขาหินปูนไม่ว่าจะเป็นหินปูนโดโลไมต์ หรือหินปูนแคลไซต์ ส่วนใหญ่จะมีสภาพยังคงอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นภูเขาสูงมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญดังนี้

1. พื้นที่ภูเขาประกอบด้วยภูเขาหินปูนที่เป็นภูเขาโดยและเทือกเขา ภูเขาหินทราย หินดินดาน และหินเชิร์ต เป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญ ซึ่งยังคงเป็นป่าสมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงที่มีพื้นที่ป่าลดลงร้อยละ 6.08 ระหว่างปี พ.ศ. 2516 กับ พ.ศ. 2536 ส่วนใหญ่จะมีการลดลงในพื้นที่ลาดชันต่ำซึ่งเป็นป่าโปร่ง ภูเขาหินปูนส่วนใหญ่ยังคงมีสภาพป่าสมบูรณ์อันเนื่องมาจากลักษณะดินฐานที่สูงชัน และโครงสร้างเป็นหินโผล่ ยกเว้นการระเบิดย่อยหินที่มีอยู่บ้าง รวมทั้งการตั้งถิ่นฐานจากการสร้างวัดบริเวณภูเขา ในอนาคตก็ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าลดลงอีก เป็นผลมาจากการขยายตัวของชุมชน

การแก้ปัญหาสำหรับพื้นที่ป่าในขณะนี้มีการกำหนดเป็นเขตอนุรักษ์พื้นที่เขาพนมเบญจา และเขตป่าสงวนแห่งชาติ ในพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ จำเป็นต้องรักษาพื้นที่อนุรักษ์ไว้ อย่างเข้มงวด ซึ่งในอนาคตก็ยังมีพื้นที่ป่าไม้ลดลงอีก สอดคล้องกับข้อมูลสถิติป่าไม้ ปี พ.ศ. 2536 ป่าไม้ในภาคใต้เหลืออยู่ประมาณ 8.0 ล้านไร่ คิดเป็นปริมาณร้อยละ 9.6 ของป่าไม้ที่เหลืออยู่ของทั้งประเทศ ในจำนวนนี้พบว่าประมาณร้อยละ 66 จะเป็นป่าด้านตะวันออก เช่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และยะลา ในช่วงระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2525 - พ.ศ. 2536) ที่ผ่านมา จะพบว่าพื้นที่ป่าไม้ในภาคใต้ได้ถูกบุกรุกทำลายล้างเพื่อการประกอบอาชีพ และการขยายตัวของชุมชน รวมถึงการก่อสร้างบริการพื้นฐานต่าง ๆ จำนวนป่าไม้ถูกทำลายไปประมาณ 2.3 ล้านไร่ หรือประมาณ 2 แสนไร่ต่อปี จังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลายมากที่สุดที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี เฉลี่ยประมาณ 55,227.27 ไร่ต่อปี จังหวัดกระบี่มีพื้นที่ป่า ปี พ.ศ. 2525 มีพื้นที่ป่า 307,500 ไร่ พ.ศ. 2531 มีพื้นที่ป่า 281,250 ไร่ และปี พ.ศ. 2536 มีพื้นที่ป่า 244,375 ไร่ เฉลี่ยพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลาย 5,738.64 ไร่ต่อปี เป็นลำดับที่ 11 ที่ป่าถูกทำลายในพื้นที่ภาคใต้ (นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม . 2540 : 23)

สำหรับป่าชายเลนที่มีการบุกรุกทำลายเพื่อใช้ประโยชน์ เช่น ทำนาุ้ง ในระยะ 5 - 10 ปีที่ผ่านมา ก็เป็นสาเหตุที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้โดยรวมของภาคใต้ลดลง ปัจจุบันมีพื้นที่ป่าชายเลนเหลืออยู่ประมาณ 1 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 12.5 ของพื้นที่ป่าไม้ภาคใต้ แต่เป็นพื้นที่ถึงร้อยละ 93.16 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั่วประเทศ กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลสองด้านของภาคใต้ ซึ่งส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 91.68 อยู่ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันตก ได้แก่ จังหวัดพังงา กระบี่ และสตูล ตามลำดับ ในช่วงปี พ.ศ. 2522 - 2536 พื้นที่ป่าชายเลนถูกทำลายไปประมาณ 3 แสนไร่ หรือประมาณ 23,000 ไร่ต่อปี จังหวัดพังงาซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนอุดมสมบูรณ์ เป็นป่าที่โดนบุกรุกทำลายมากที่สุดคือเฉลี่ย 6,614 ไร่ต่อปี สำหรับจังหวัดกระบี่มีพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2529 มีพื้นที่ 189,450 ไร่ พ.ศ. 2534 มีพื้นที่ 199,375 ไร่ และ พ.ศ. 2535 มีพื้นที่ 203,400 ไร่ เฉลี่ยพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น 376.92 ไร่ต่อปี (เป็น 1 ในจำนวน 2 จังหวัดที่มีป่าชายเลนเพิ่มขึ้น ซึ่งอีกจังหวัดคือ ปัตตานี มีพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 126.38 ไร่ต่อปี) (นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม : 2540 : 2.1 - 2.4) จากผลการวิจัยพบว่าป่าชายเลนก็มีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.05

4. การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อศึกษาสัญญาณหินปูน

การบันทึกข้อมูลด้วยดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ มีรายละเอียดดังนี้

1. รายละเอียดของภาพแตกต่างกัน เช่น แลนด์แซต 1 - 3 ระบบ MSS (Multispectral Scanner System) มีรายละเอียดของภาพขนาด 80 x 80 เมตร แลนด์แซต 4 - 5 ระบบ TM (Thematic Mapper) มีขนาด 30 x 30 เมตร ดาวเทียมสปอตของฝรั่งเศส ระบบภาพสี มีรายละเอียดของภาพขนาด 20 x 20 เมตร และภาพขาวดำ ขนาด 10 x 10 เมตร

2. ชนิดของข้อมูลแตกต่างกัน เช่น เทปบันทึกข้อมูลดาวเทียม ภาพพิมพ์สีผสมภาพพิมพ์ขาวดำ ฟิล์มโพลีตีฟลี

3. มาตรฐานของข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น 1 : 1,000,000, 1 : 250,000, 1 : 200,000, 1 : 100,000 และ 1 : 50,000 เป็นต้น

การเลือกใช้ข้อมูลมีความสำคัญต่องานวิจัยที่จะทำ และส่งผลต่อการใช้งบประมาณ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกรายละเอียดของภาพถ่ายจากดาวเทียมระบบ TM โดยใช้เทปบันทึกข้อมูลและภาพพิมพ์สีผสม มาตรฐานขนาด 1 : 50,000 แปลผลและวิเคราะห์ด้วยสายตารวมทั้งใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า การใช้ข้อมูลเทปบันทึกข้อมูลดาวเทียมที่ผสมระหว่างแบนด์ 3 - 2 - 1 โดยการเน้นภาพเฉพาะพื้นที่ภูเขาจะปรากฏความเด่นชัดเปรียบเทียบระหว่างหินปูนกับหินชนิดอื่น หรือระดับความเด่นชัดปานกลาง ระหว่างหินปูนโดโลไมต์กับหินปูนแคลไซต์ ที่มีร้อยละของธาตุแคลเซียมสูง แต่จะไม่มีมีความเด่นชัดของหินปูนที่มีร้อยละของธาตุแคลเซียมต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหินปูนกับหินชนิดอื่นที่มีความแตกต่างกันเด่นชัดระดับมาก เนื่องจากลักษณะพื้นฐานธรณีของภูมิภาคคาร์สต์จะมีลักษณะเฉพาะ ได้แก่ ยอดเขาตะปุ่มตะป่ำ มีความสูงมาก ความลาดชันสูง ซึ่งเกิดจากกระบวนการกัดเซาะของน้ำฟ้า และน้ำใต้ดินจนทำให้เกิดเป็นโพรงถ้ำ แล้วมีการถล่มหรือยุบตัว สำหรับหินชนิดอื่นจะไม่ปรากฏลักษณะเช่นนี้ เช่น หินแกรนิต จะมียอดเขามีลักษณะโค้งมนหรือหินทรายจะมียอดเขาแบนราบ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหินปูนที่มีร้อยละของธาตุแคลเซียมต่ำ จะไม่ปรากฏความเด่นชัดของข้อมูลในภาพถ่าย แต่ก็สามารถพิจารณาได้จากเนื้อของพื้นผิวการปกคลุมของพืชที่ราบเรียบ แต่ก็ยังมีสันและเงาชัดเจน ปรากฏเป็นเอกลักษณ์ของหินปูน

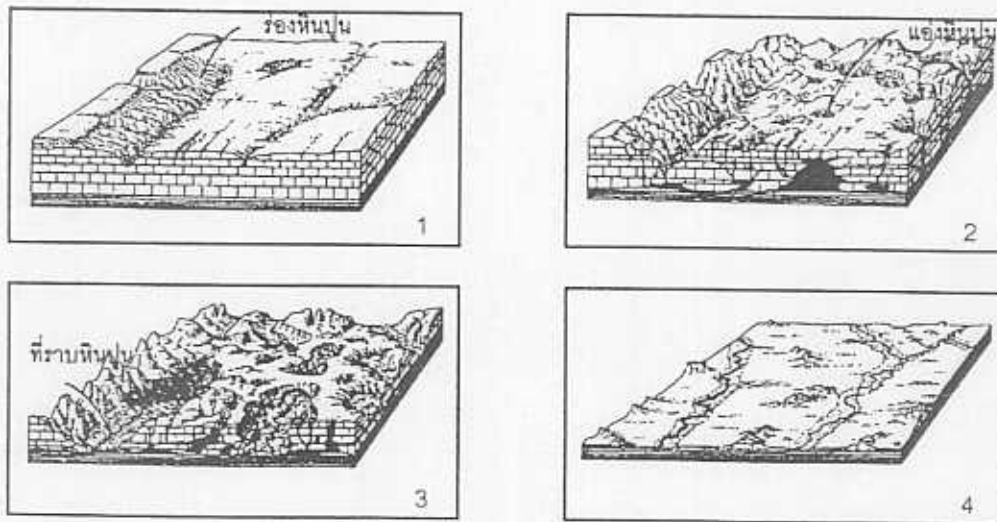
การนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไปใช้ประโยชน์ จะช่วยทำให้สามารถจำแนกชนิดของหินปูนเพื่อวางแผนการใช้หาปริมาณหินปูน และคุณภาพหินปูนโดยอาศัยการเลือกรายละเอียดของภาพ ชนิดของข้อมูล และมาตราส่วนที่เลือกได้รวดเร็วและจะช่วยให้เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรหินปูนอย่างเหมาะสม จำแนกตามลักษณะการใช้ตามคุณภาพ ดังนี้

1. หินปูนที่มีลักษณะการใช้เป็นหินอ่อน หรือหินประดับ
2. หินปูนที่มีคุณสมบัติทางเคมี มีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 95 ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ
3. หินปูนที่มีคุณสมบัติเป็นโดโลไมต์ ใช้ในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ
4. หินปูนที่ไม่มีคุณสมบัติทั้ง 3 ประการข้างต้นเหมาะจะใช้ในการก่อสร้าง

2. ภูมินิเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์ภาคใต้ประเทศไทย

พื้นที่หินปูนประกอบด้วยธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต ที่มีปฏิกิริยาละลายกรดคาร์บอเนต น้ำใต้ดินจะละลายพวกคาร์บอเนต ทำให้เกิดเป็นภูมิประเทศคาร์สต์ ตามพัฒนาการ ดังนี้

1. หินปูนถูกยกตัวและถูกปกคลุมจากตะกอนที่ทับถม บริเวณพื้นผิวหินปูนจะถูกน้ำกัดเซาะให้เป็นร่องลึกเรียกว่า ร่องหินปูน (Lapies)
2. หินปูนที่น้ำไหลผ่านจะละลายหินคาร์บอเนตไหลลงไปเป็นน้ำใต้ดิน ขณะที่ไหลจะละลายทำให้เกิดเป็นถ้ำใหญ่ขึ้น มีการยุบตัวเป็นแอ่งที่ลึกและผนังชัน เรียกว่า แอ่งหินปูน (Doline)
3. หินปูนที่เป็นแอ่งจะขยายใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ และภายในแอ่งจะมีธารน้ำไหลเกิดขึ้น บริเวณลำธารเป็นที่ราบเรียกว่า ที่ราบหินปูน (Polje)
4. หินปูนลดระดับต่ำลงมีกระแสน้ำไหลผ่านพื้นดินที่สลายตัวมาจากหินปูน จะเหมาะต่อการทำการเกษตร เกิดเป็นดินจากหินปูน



ภาพที่ 2 แสดงการพัฒนาภูมิประเทศคาร์สต์

การกระจายของคาร์สต์ในภาคใต้

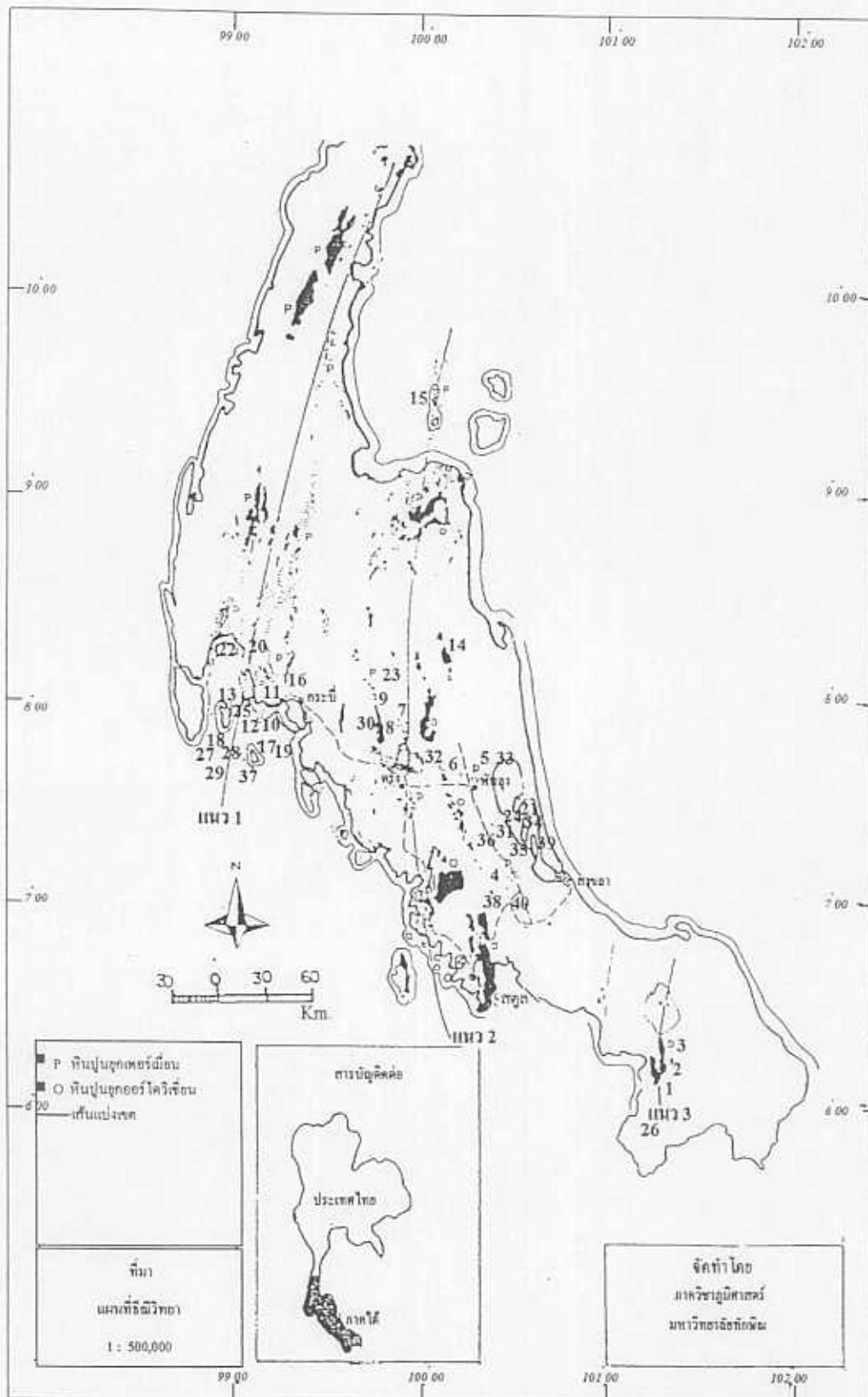
คาร์สต์ในภาคใต้มีการกระจายอยู่เกือบทุกจังหวัดจากแผนที่ธรณีวิทยาไม่ปรากฏในจังหวัดภูเก็ต ปัตตานีและนราธิวาส มีการวางตัวไปในแนวเหนือใต้ 3 แนว และลักษณะภูมิบริเวณนี้ประเทศคาร์สต์ ดังนี้


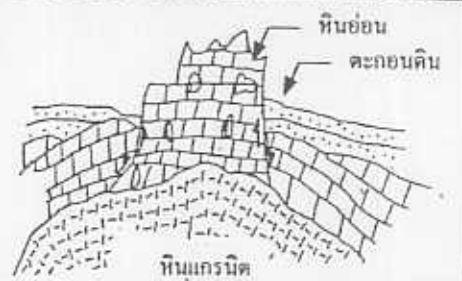
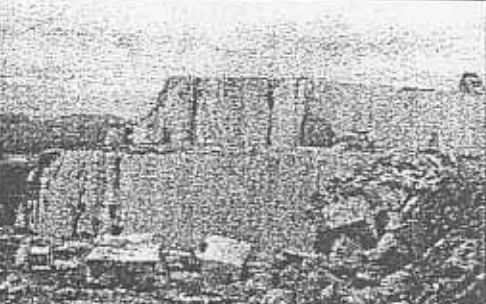

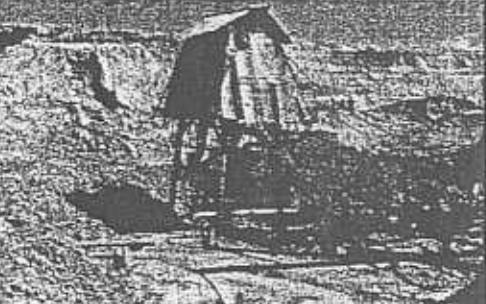
แนวที่ 1 แนวเทือกเขาทางตะวันตกโดยมีการยกตัวของเทือกเขาภูเก็ต ทำให้หินปูนยกตัวเป็นแนวอยู่ข้างเคียงเป็นหินปูนในยุคเพอร์เมียน อายุ 230 - 280 ล้านปี

แนวที่ 2 แนวเทือกเขากลาง โดยมีการยกตัวของเทือกเขานครศรีธรรมราช ซึ่งฝั่งตะวันตกของเทือกเขานครศรีธรรมราช เป็นหินปูนในยุคเพอร์เมียน แต่หินปูนฝั่งตะวันออกของเทือกเขานครศรีธรรมราชเป็นยุคออร์โดวิเซียน อายุ 437 - 500 ล้านปี

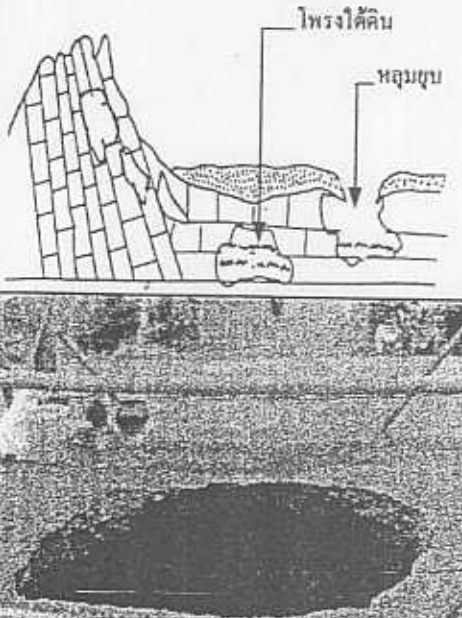
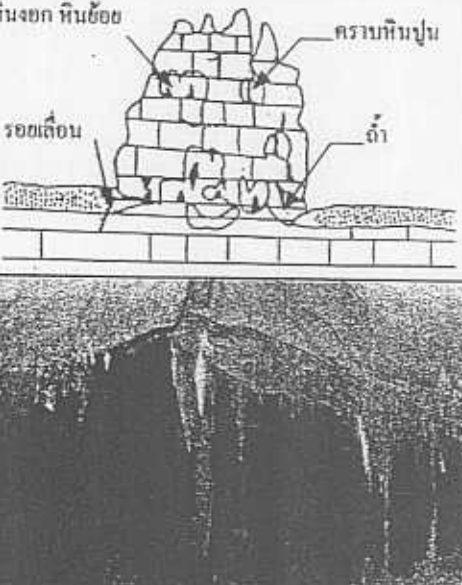
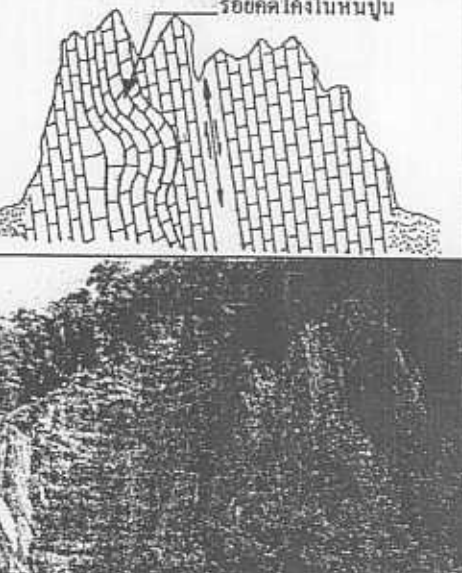
แนวที่ 3 แนวเทือกเขากลาง โดยมีการยกตัวของเทือกเขาดันกาลาศรี ทำให้หินปูนยกตัวอยู่ข้างเคียงด้านบนของเทือกเขาเป็นหินปูนยุคเพอร์เมียน

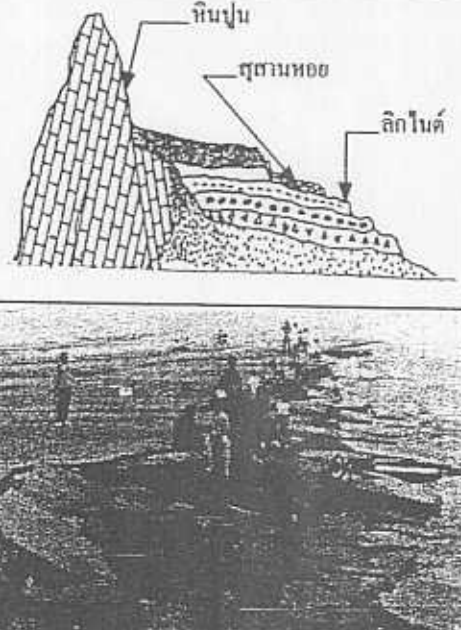
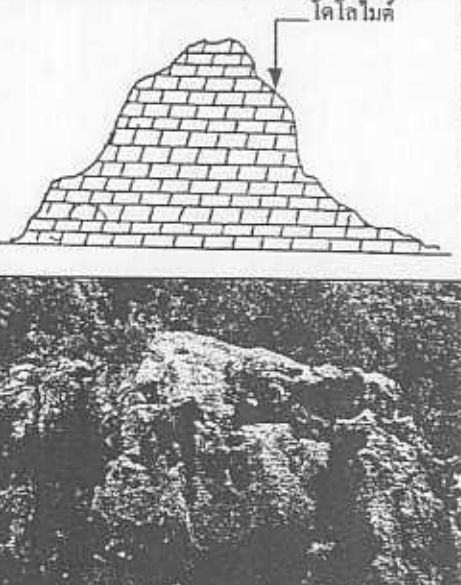

แผนที่ 6 แสดงตำแหน่งศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์และธรณีวิทยาภาคสนาม

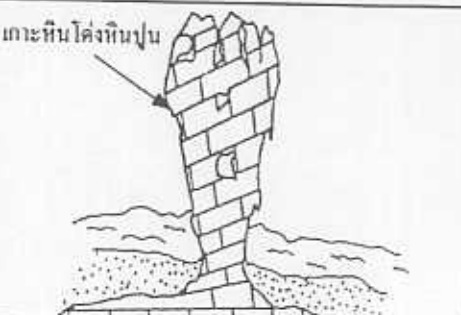

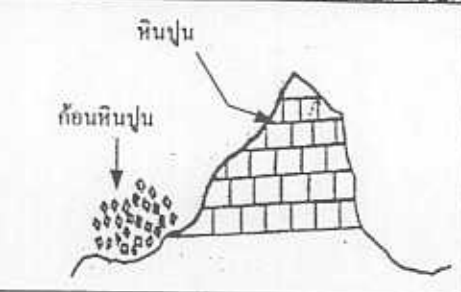





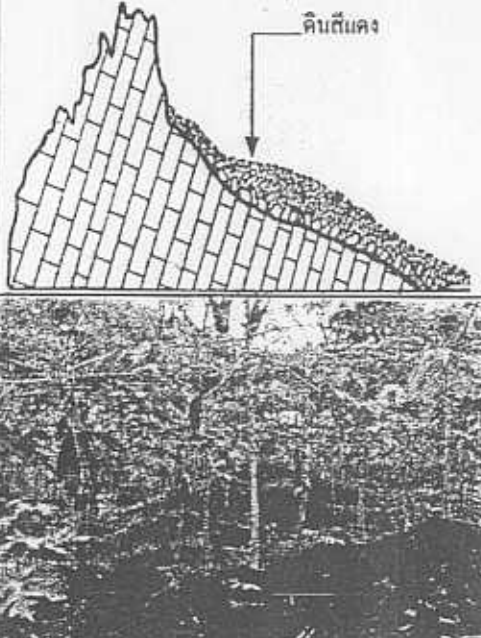
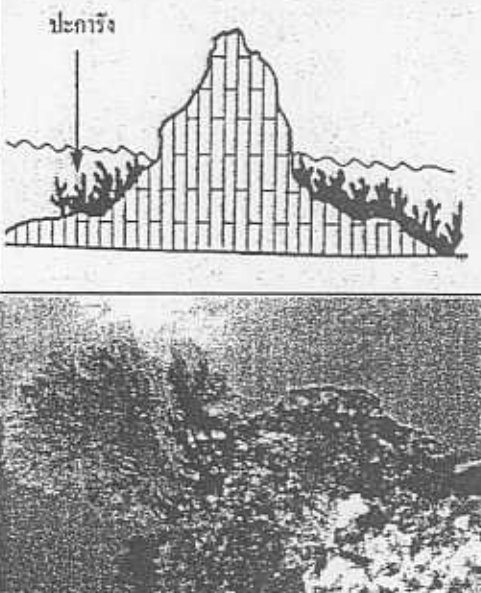
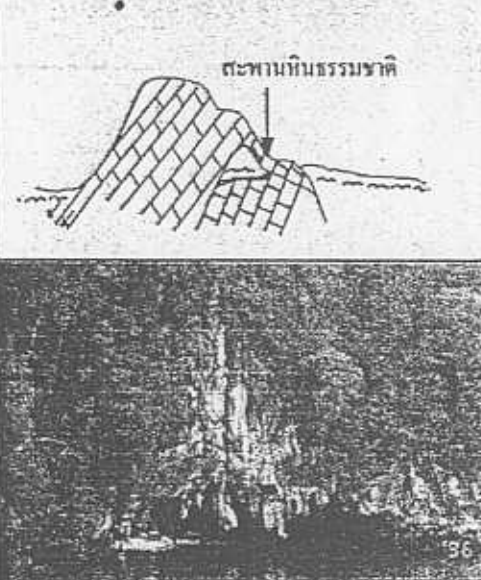
ที่	ภูมิเนเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
1	<p>คาร์สต์กับหินอ่อนสีขาวผลึกหยาบ : เหมือนปิ่นเยาะ (ยะลา)</p> <p>เดิมพื้นที่ปกคลุมด้วยหินตะกอนพวกหินทราย หินดินดาน หินปูน ต่อมาหินไบโอไทต์แกรนิต แทรกคั่นทำให้เกิดการโค้งงอและรอยเลื่อน ต่อมาหินมัสโคไวต์แกรนิต แทรกคั่น จึงเกิดการแปรสภาพแบบสัมผัส ทำให้หินปูนแปรสภาพเป็นหินอ่อนและบริเวณสัมผัสมีการนำแร่ขึ้นมาตกผลึก เช่น ออร์เซนโนไพไรต์ กาสีนา มาลาโคต์ อะซูไรต์ อพิโทท การันท์ ไพไรต์ ดีบุก เป็นต้น</p>	 
2	<p>คาร์สต์กับหินอ่อนสีชมพู : เหมือนไทยแลนด์ (ยะลา)</p> <p>หินอ่อนที่ยกตัวขึ้นเกิดจากหินแกรนิตแทรกคั่นขึ้นมา ทำให้เกิดรอยเลื่อน ต่อมาภายหลังรอยแตกก็ถูกกักคร่อนโดยน้ำ (น้ำฝน ทางน้ำและน้ำใต้ดิน) จึงเกิดเป็นโพรงถ้ำมีการตกตะกอนทับถมของสารละลายแร่แคลไซต์ รวมทั้งการประสานระหว่างสารละลายของเหล็ก จึงทำให้เกิดเป็นหินอ่อนสีต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสีชมพูและอาจมีสีเทา สีเหลือง สีแดง และสีขาวอยู่บ้าง</p>	 
3	<p>คาร์สต์กับหินอ่อนสีดำ : เหมือนบาตัน (ยะลา)</p> <p>หินแกรนิตแทรกคั่นขึ้นทำให้หินเดิมซึ่งเป็นหินปูน เกิดการแปรสภาพเป็นหินอ่อน ต่อมาเกิดการทับถมตะกอน ของแร่ดีบุกที่มาจากสายแร่ควอร์ตซ์ของหินแกรนิต ทับถมบนหินอ่อนทำให้อินทรีย์วัตถุจากตะกอนซึมแทรกเข้าไปในหินอ่อนมีสีดำและมีแร่ไพไรต์ขนาด 1 มม. เกิดปนด้วยในส่วนที่หินอ่อนที่มีเนื้อปูนดิน</p>	 

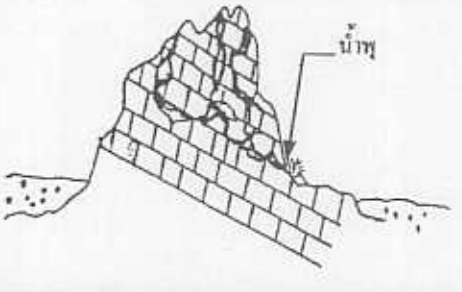
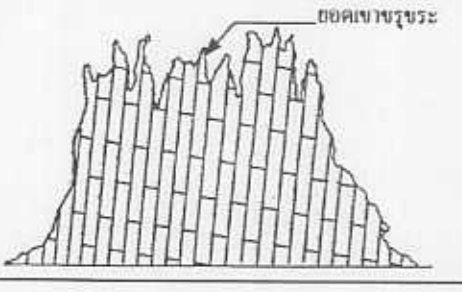

ที่	ภูมิบริเวณภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
4	<p>คาร์สต์กับรูปร่างแร่แคลไซต์และแร่อะราโกไนต์ : รัศถุมิ (สงขลา)</p> <p>ลักษณะของภูเขาหินปูนเกิดขึ้นในยุคเพอร์เมียนยกตัวขึ้น เป็นภูเขาถูกโคคบริเวณโดยรอบอาจขุดตัวหรือเป็นรอยเลื่อนต่ำลง แหล่งหินปูนบริเวณนี้มีโพรงถ้ำจำนวนมาก จะมีแร่แคลไซต์เป็นส่วนใหญ่ ในโพรงเล็กๆ มักมีแร่อะราโกไนต์ตกผลึกอยู่มีลักษณะเป็นแท่งเข็ม โดยมีส่วนประกอบทางเคมีเช่นเดียวกับแคลไซต์ คือ แคลเซียมคาร์บอเนต</p>	
5	<p>คาร์สต์กับร่องหินปูน : เขาพนมวังค์ (พัทลุง)</p> <p>หินปูนที่ยกตัวขึ้นจากกระบวนการยกตัวของหินหลอมเหลวภายในโลกในยุคเพอร์เมียน (230-280 ล้านปี) ต่อมาเกิดการผุพังทางเคมีจากปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับน้ำฝนหรือน้ำใต้ดิน ทำให้เกิดการกัดเซาะให้เป็นร่องลึกเหมือนรอยแตกละลาย เรียกว่า ร่องหินปูน (Lapies)</p>	
6	<p>คาร์สต์กับชุดรอยเลื่อนและรอยแตก : ถ้ำสุมน (พัทลุง)</p> <p>การเลื่อนของชั้นหินที่มีทิศทางขนานกันของหินปูน เกิดการเลื่อนตามชั้นหิน อันเนื่องมาจากการขุดตัว ทำให้เกิดเป็นรอยเลื่อน แล้วน้ำฟ้าสามารถซึมละลาย บริเวณรอยเลื่อนที่เกิดการบดอัดจะพบลักษณะของหินงอกและคราบละลายแร่แคลไซต์ คัดอยู่ตามผนังหินปูนสีขาว</p>	

ที่	ภูมิวิเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
7	<p>คาร์สต์กับหลุมยุบ : ห้วยยอด (ตรัง) และ เมืองสตูล</p> <p>เป็นหลุมลึกบนแผ่นดินที่ปากหลุมเกือบกลม เกิดจากน้ำใต้ดินละลายหินปูน ที่อยู่ข้างใต้ออกไป ทำให้พื้นดินคอนบนยุบตัวลง เป็นหลุมใหญ่จนทะลุถึงทางน้ำข้างล่าง เกิดเป็นปล่องขึ้นได้</p>	
8	<p>คาร์สต์กับถ้ำและหินงอก หินย้อย คราบหินปูน : ห้วยยอด (ตรัง)</p> <p>น้ำใต้ดินที่ไหลผ่านกักเซาะตามภูเขาหินปูน ทำให้เกิดเป็นช่องหรือโพรง โดยการละลายหินปูนเกิดเป็นคราบขาวๆ ของแคลเซียมคาร์บอเนต คราบนี้มีทั้งเคลือบผิวหินมีความวาว รวมทั้งคราบหินปูนที่จับตัวแข็งเป็นชั้นของหินงอก หินย้อย เป็น ชั้นๆ สีต่างๆ</p>	
9	<p>คาร์สต์กับชั้นหินคดโค้ง : ห้วยยอด (ตรัง)</p> <p>เกิดจากความดันและความเครียดของเปลือกโลก ทำให้ชั้นหินปูนยกตัวในแนวตั้ง จากการแทรกดันของหินอัคนีภายในโลก หลังจากนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ในบริเวณที่มีการโค้งงอ จนกลายเป็นชั้นหินปูนคดโค้ง</p>	

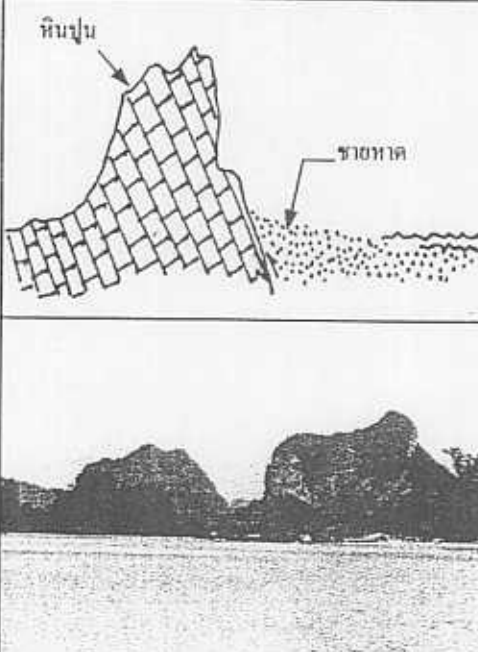
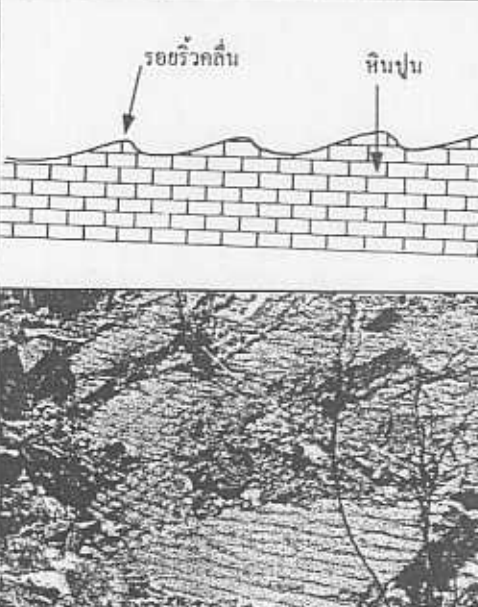
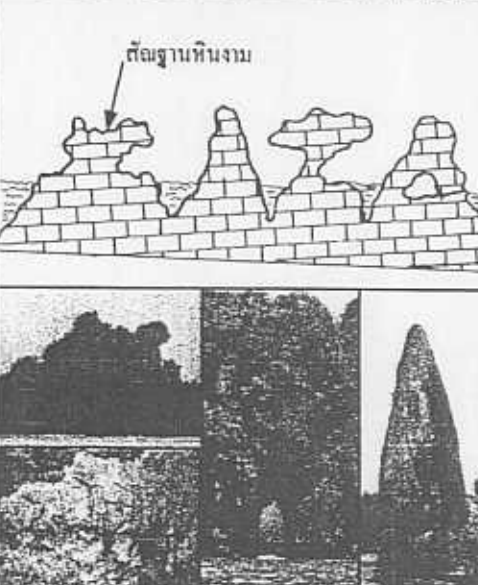
ที่	ภูมิเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
10	<p>คาร์สต์กับบรรพชีวินในหินปูน : อ. เมืองกระบี่</p> <p>หินปูนที่มีซากหอยโดยมีสารแคลคาเรียมเป็นตัวเชื่อมเกิดขึ้นจากสภาวะเมื่อน้ำพัดพาไหลลงมาสู่แอ่งที่เหมาะสมในยุคเทอร์เชียรี (65 ล้านปี) ลงมา หลังจากนั้นก็เกิดการตกตะกอนของซากพืชสลับกับซากหอยทับถมกัน โดยซากพืชก็จะกลายเป็นถ่านหินลิกไนต์ ส่วนซากหอยก็จะกลายเป็นสุสานหอย อายุประมาณ 40 ล้านปี จนกระทั่งน้ำทะเลแผ่กระจายสูงขึ้นทำให้สุสานหอยอยู่ในแนวชายทะเลและมีดินตะกอนในยุคควอเทอร์นารีทับถม อยู่ข้างบน</p>	
11	<p>คาร์สต์กับโดโลไมต์ : นพรัตน์ธารา (กระบี่)</p> <p>หินปูนโดโลไมต์ จะมีธาตุแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบในหินปูน ระหว่างร้อยละ 10 - 50 นอกนั้นเป็นแคลไซต์มีความแข็ง 3.5 - 4 ไม่ค่อยทำปฏิกิริยากับกรด</p>	
12	<p>คาร์สต์กับภาพเขียนในถ้ำ : ถ้ำไวกิ้ง (กระบี่)</p> <p>ผนังถ้ำด้านในที่มีผิวเรียบจะมีภาพเขียนส่วนใหญ่เป็นภาพเรือ ภาพกลุ่มคนเลี้ยงสัตว์ และภาพตัวอักษรแทรกอยู่มีประมาณ 70 กว่าภาพ ทำให้ทราบหลักฐานเส้นทางการเดินเรือจากทางตะวันตก เช่น อินเดีย ยุโรป มาตะวันออก เช่น จีน เป็นจุดที่เรือแวะพัก ช่างเรือก็จะเขียนภาพในถ้ำเป็นความสัมพันธ์ระหว่างถ้ำหินปูนกับแหล่งที่พักอาศัย</p>	

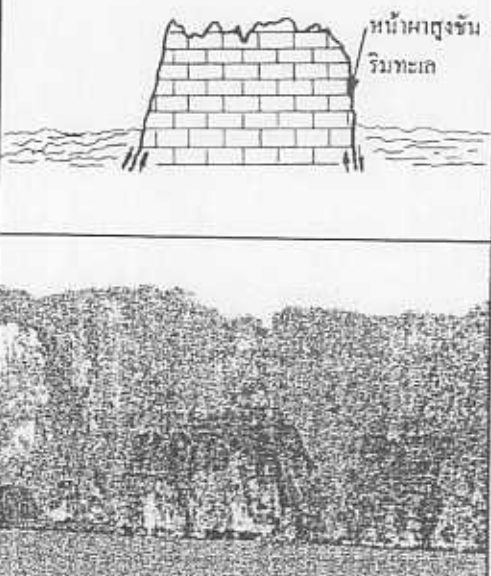
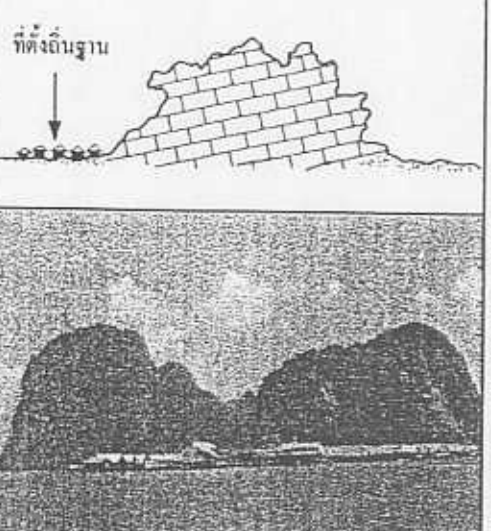
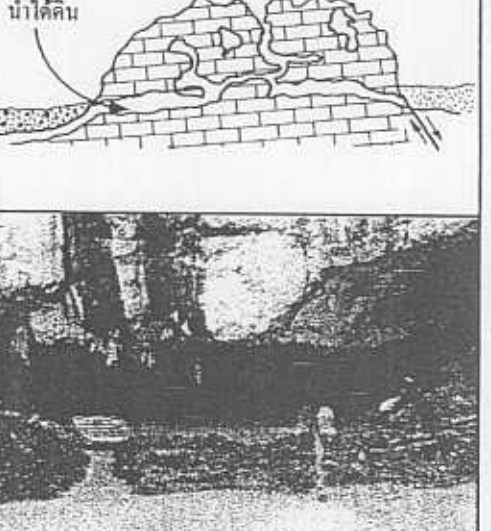
ที่	ภูมิเนเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
13	<p>คาร์สต์กับเกาะหินโด่ง : อ่าวพังงา (พังงา)</p> <p>เกาะกลางทะเลที่หินยอดเกาะมีลักษณะโด่งหรือชะงูดเกิดจากคลื่นเซาะทั้งสองข้าง จนถูกกัดเซาะตัดออกเป็นเกาะหินโด่ง</p>	<p>เกาะหินโด่งหินปูน</p>  
14	<p>คาร์สต์กับปูนซีเมนต์ ปูนขาว : หุ่นสงและร้อนพิบูลย์ (นครศรีธรรมราช)</p> <p>หินปูนที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์และปูนขาว ซึ่งประชาชนได้ทำการระเบิดหินปูน แล้วทำการผลิตมาใช้ในการก่อสร้าง รวมทั้งทำปูนขาวไปใช้ทำการปรับปรุงสภาพดินกรด</p>	<p>หินปูน</p> <p>ก้อนหินปูน</p>  
15	<p>คาร์สต์กับแอ่งหินปูน : เกาะอ่างทอง (สุราษฎร์ธานี)</p> <p>เป็นลักษณะแอ่งหรือหลุมใหญ่ ที่อยู่ในเขตภูมิประเทศแบบหินปูน มักมีลักษณะกลมขนาด 10 - 1,000 เมตร และลึกประมาณ 2 - 100 เมตร และยังมีอีกหลายแห่ง เช่น ที่ ทะเลบัน จังหวัดสตูล ที่หมู่เกาะอ่างทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีรูปทรงเป็นแบบบ่อ ซึ่งหุบหรือแอ่งหินปูนนี้ เกิดจากน้ำกัดละลายเนื้อหินปูนไหลลงสู่เบื้องต่ำและมีน้ำขังอยู่ภายในแอ่ง</p>	<p>แอ่งหินปูน</p>  

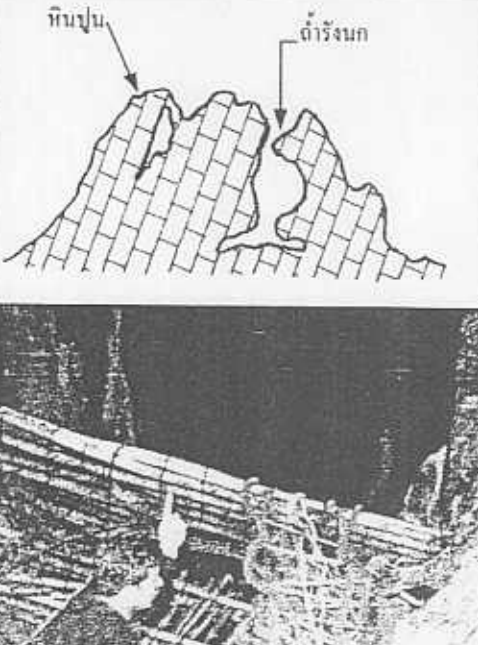
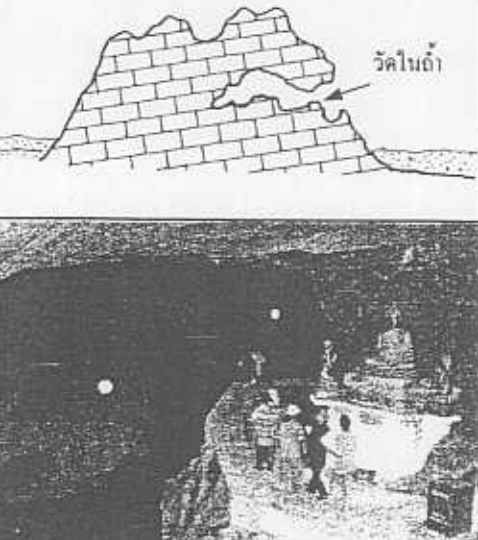
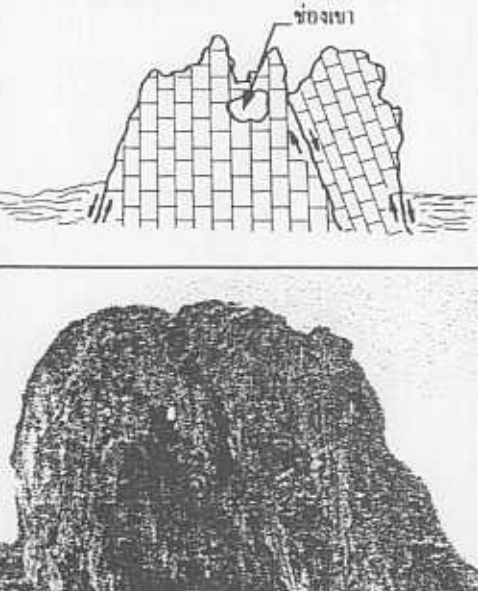
ที่	ภูมินิเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
16	<p>คาร์สต์กับดินเทอราโรสซา : ดอนลัก (สุราษฎร์ธานี)</p> <p>เป็นดินสีแดงที่เกิดจากการสลายตัวของหินปูน โดยมีสารละลายของเหล็ก ทำให้ดินจากหินปูนนอกจากจะมีธาตุแคลเซียมแล้วยังมีธาตุเหล็กเป็นสารประกอบ โดยชาวบ้านใช้ในการปลูกพืช เช่น สวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน ผลไม้ เป็นต้น</p>	
17	<p>คาร์สต์กับพืดหินปะการัง : เกาะพีพี (กระบี่)</p> <p>พืดหินใต้น้ำใต้อ่าว มีผิวพื้นน้ำทะเลส่วนใหญ่ประกอบด้วยปะการังมาเกาะและทับถมพอกพูนกันเป็นจำนวนมาก และแผ่กว้างออกไปในระดับใต้อ่าว กับผิวพื้นน้ำทะเล มีรูปร่างหลากหลายชนิด เช่น เป็นก้อน เป็นเขากวาง เป็นแผ่น</p>	
18	<p>คาร์สต์กับสะพานหินธรรมชาติ : อ่าวพังงา (พังงา)</p> <p>สะพานหินธรรมชาติเกิดขึ้นเนื่องจากชั้นหินที่อ่อนและแข็งสลับกัน เมื่อถูกน้ำหรือคลื่นกัดเซาะผ่าน ทำให้ส่วนที่อ่อนถูกกัดเซาะออกไปเกิดเป็นช่องน้ำไหลผ่านได้ เหมือนเป็นถ้ำทะเลหรือสะพานหินธรรมชาติ</p>	

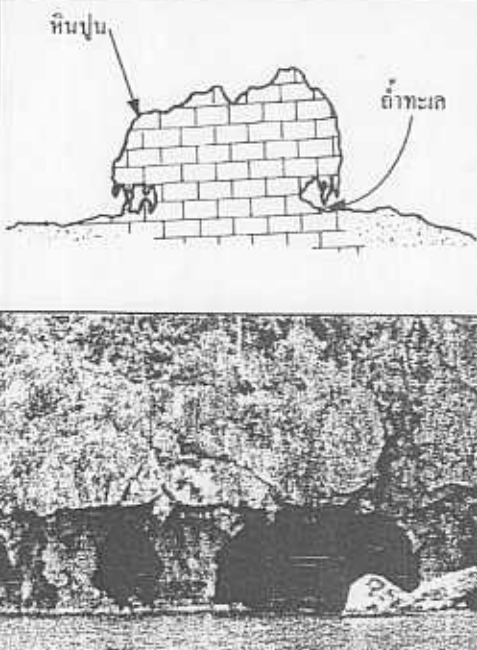

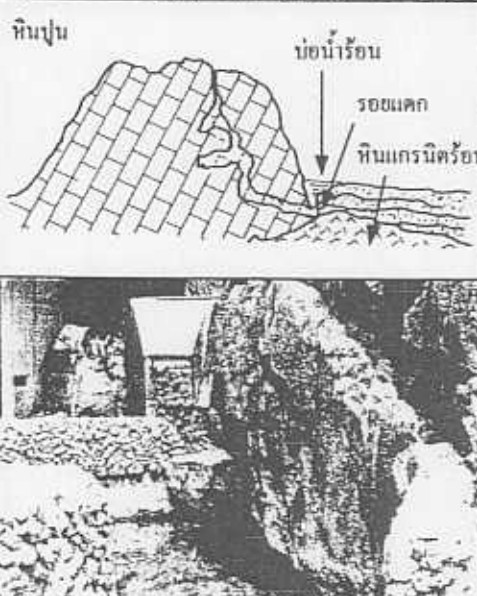
ที่	ภูมิบริเวณภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
19	<p>คาร์สต์กับน้ำพุ : อ่าวลึก (กระบี่)</p> <p>น้ำพุที่เกิดในหินปูนซึ่งมีโพรงอยู่ภายในภูเขาไหลออกมาคล้ายกับลำธารในโพรงที่หินปูนละลายจะมีน้ำไหล เกิดจากสภาพป่าไม้บนภูเขาหินปูนที่สะสมความชื้นจากเมฆในอากาศหรือจากน้ำฝนไหลออกมาจากภูเขาหินปูน</p>	
20	<p>คาร์สต์กับพื้นที่ขรุขระ : อ่าวลึก (กระบี่)</p> <p>บริเวณภูเขาหินปูนที่มียอดสูงหลาย ๆ ยอดเรียงกันเกิดจากการผุพังทางเคมี ทำให้หินปูนละลายเป็นยอดภูเขาที่ขรุขระสลับกัน</p>	
21	<p>คาร์สต์กับรอยบากจากคลื่นหน้าผาหินปูน : ปากพูน (พัทลุง)</p> <p>บริเวณรอบเกาะสี่เกาะห้า ในทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นเพิงผาและถ้ำตาม หินปูน มีความสูงในระดับ 3 - 6 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปัจจุบัน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงการขึ้นและลงของน้ำทะเล ในช่วงเวลา 10,000 ปี ที่ผ่านมาสังเกตจากรอยบากจากการกระทำของคลื่นบริเวณหน้าผาหินปูน</p>	

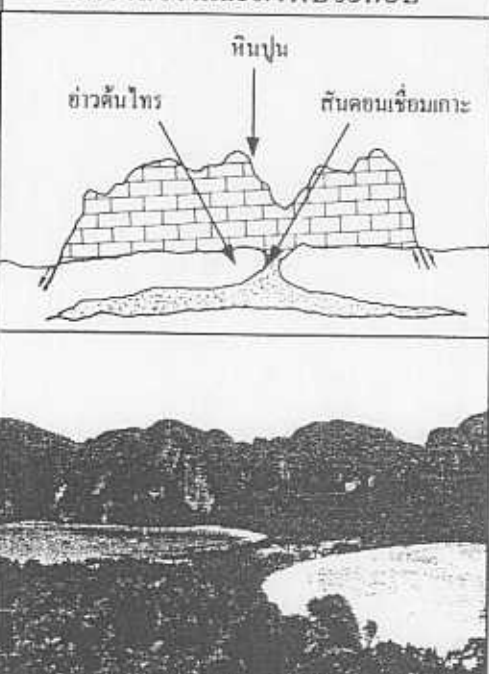
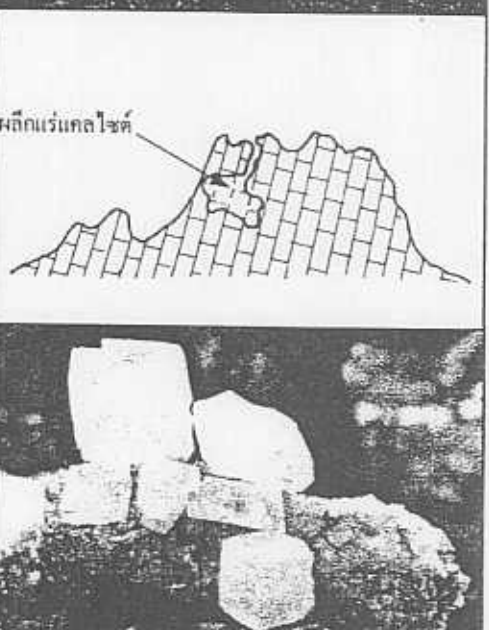
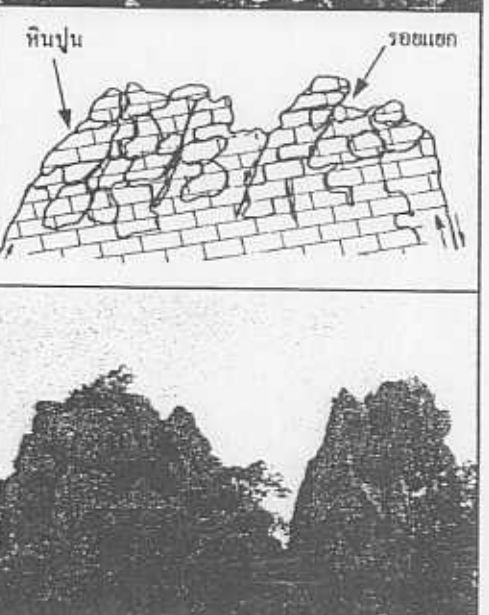
ที่	ภูมิบริเวณภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
22	<p>คาร์สต์กับผารอยเลื่อน : อ่าวพังงา (พังงา)</p> <p>ผาที่เกิดขึ้นหลังจากการเกิดรอยเลื่อนตั้งเกิดได้ง่ายตรงที่ผารอยเลื่อนมักจะมีแนวตรงคดเรียบ และเห็นทั้งสองแนวของส่วนที่อยู่บนผิวน้ำรอยเลื่อน เรียกว่าผานั่งลอยและอยู่ด้านล่างเรียกว่าผานั่งฐาน เป็นรอยเลื่อนปกติหรือเรียกภูมินามในท้องถิ่นว่าเขาพิงกัน</p>	
23	<p>คาร์สต์กับหน้าผาชัน : ห้วยยอด (ตรัง)</p> <p>หน้าผาชันและสูงมากจนตั้งตรงเกิดจากการเติบโตของผืนหินปูน ซึ่งเป็นการขุดตัวทำให้ผิวน้ำรอยเลื่อนราบเรียบ</p>	
24	<p>คาร์สต์กับป่าช้าหินปูนหรือหินโผล่ : ปากพญาน (พัทลุง)</p> <p>หินปูนที่โผล่พื้นดินเกิดจากการสลายตัวของหินปูนแล้วทับถม มีบางส่วนที่เนื้อแข็งกว่าสลายตัวได้ช้าทำให้มีหินโผล่กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ราบ</p>	

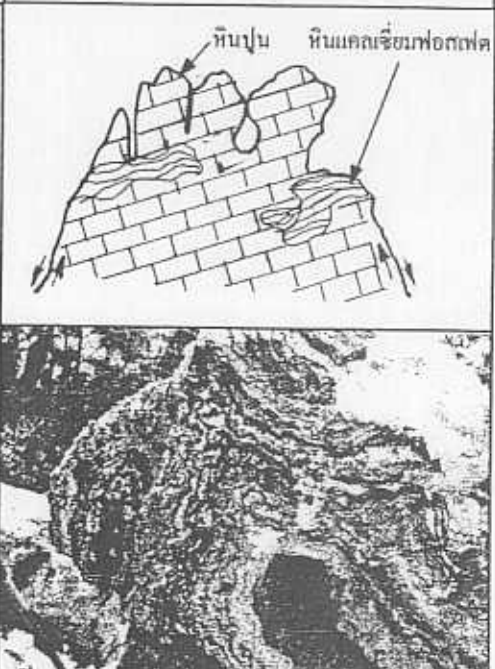
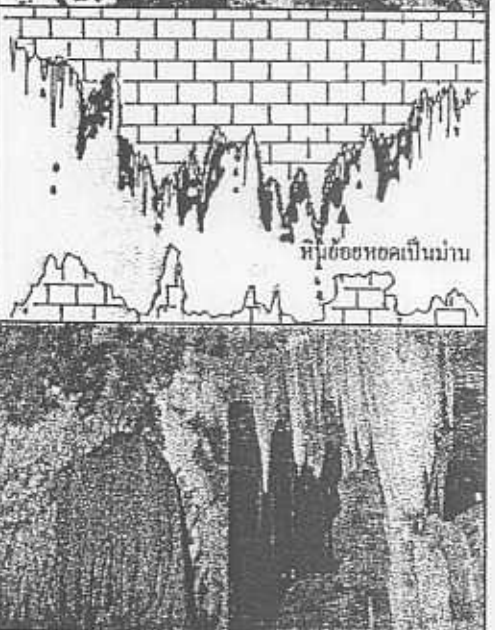
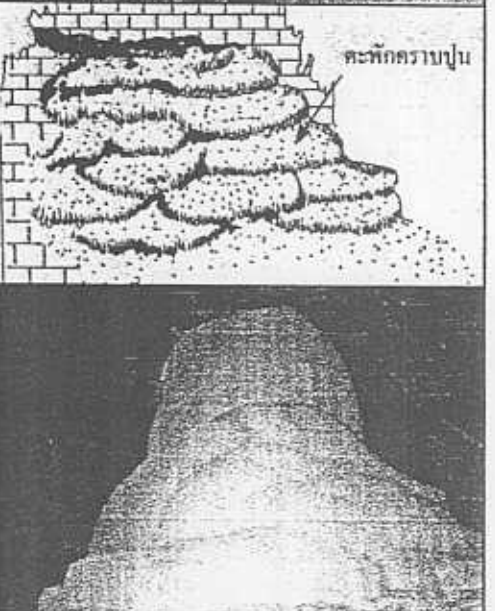
ที่	ภูมิบริเวณภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
25	<p>คาร์สต์กับชายหาด : หาดนพรัตน์ธารา (กระบี่)</p> <p>หินปูนที่อยู่บริเวณชายทะเล เมื่อมีการสัฟฟงสลายตัวจะมีการสะสมตะกอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหาดนพรัตน์ธาราเป็นหินปูนโดโลไมต์ที่มีสารประกอบของธาตุซิลิกา และธาตุแมกนีเซียม ทำให้ชายหาดมีลักษณะของตะกอนละเอียดปนดินแผ่กระจายกว้าง เมื่อต่อน้ำลงจนดินบนชายหาดระหว่างเกาะเชื่อมถึงกันได้</p>	
26	<p>คาร์สต์กับรอยรื้วคลื่น : ธารโต (ยะลา)</p> <p>รื้วคลื่นเกิดขึ้นบนพื้นหินปูนเนื่องจากการกระทำของคลื่นลม หรือกระแสน้ำในพื้นที่ท้องน้ำ มีตะกอนคาร์บอนตคกทับถม เมื่อตะกอนแข็งตัวกลายเป็นหินปูน รื้วคลื่นก็จะปรากฏบนผิวด้านบนเป็นรอยขั๊ก</p>	
27	<p>คาร์สต์กับสัณฐานหินงา : (อ่าวพังงา)</p> <p>การสัฟฟงอยู่กับที่ของหินปูนถูกทำลายลงด้วยกรรมวิธีต่างๆ จากลมฟ้าอากาศกับน้ำฝน เป็นปฏิกิริยาทำให้เกิดการกัดกร่อนทางเคมีตามธรรมชาติของหินปูน เป็นรูปต่างๆ เช่น รูปหมา รูปแท่ง รูปเห็ด รูปโพรง เป็นต้น</p>	

ที่	ภูมิบริเวณภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
28	<p>คาร์สต์กับหน้าผาสูงชันริมทะเล : (พังงา)</p> <p>หน้าผาสูงและชันมากจนเกือบตั้งตรงอยู่ริมฝั่งทะเล เกิดจากถูกน้ำทะเลกัดเซาะทำให้หินปูนถล่มลงมาเป็นหน้าผาสูงชันริมทะเล</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a steep limestone cliff with horizontal bedding, meeting the sea level. A label 'หน้าผาสูงชันริมทะเล' points to the cliff face. Below the diagram is a black and white photograph of a similar natural limestone cliff formation.</p>
29	<p>คาร์สต์กับการตั้งถิ่นฐาน : อ่าวพังงา</p> <p>เกาะต่าง ๆ ในอ่าวพังงาเดิมเป็นเขตแขวงเมืองกลาง ซึ่งก็มีเกาะป็นหยีอยู่ในเขตดังกล่าวมีชนกลุ่มแรกที่มาตั้งถิ่นฐาน คือพวกเงาะเซลัง ซาไก หรือที่รู้จักกันว่าชาวเล ชาวเกาะป็นหยีตั้งบ้านในทะเลริมเกาะหินปูน มีอาชีพทำการประมง ปัจจุบันเป็นแหล่งท่องเที่ยว จึงมีสินค้าพื้นเมืองหลากหลายไว้ค้าขาย</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a limestone island with a label 'ที่ตั้งถิ่นฐาน' and an arrow pointing to a small settlement on the island. Below the diagram is a black and white photograph of several limestone islands in a bay.</p>
30	<p>คาร์สต์กับน้ำใต้ดิน : ห้วยยอด (ตรัง)</p> <p>น้ำฝนที่ตกลงมาทำปฏิกิริยากับภูเขาหินปูน เกิดเป็นช่องหรือโพรง หรือถ้ำ ตามรอยแตกหรือชั้นหินปูน น้ำก็จะไหลลงสู่ด้านล่าง กัดเซาะจนกระทั่งไหลซึมไปขังอยู่ใต้ดิน</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a limestone karst landscape with a label 'น้ำใต้ดิน' and an arrow pointing to underground water flow. Below the diagram is a black and white photograph of a limestone karst landscape with a cave entrance.</p>

ที่	ภูมิบริเวณภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
31	<p>คาร์สต์กับถ้ำรังนก : ปากพยุห (พัทลุง)</p> <p>ถ้ำหินปูนที่เกิดจากการสึกกร่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ตั้งอยู่ในทะเล เช่น ทะเลสาบสงขลา บริเวณเกาะสี่เกาะห้า (เกาะหน้าทวด) จะมีนกนางแอ่นเข้าไปทำรังติดกับผนังถ้ำ มีลักษณะรังที่เป็นสีดำและสีขาว มีการเก็บรังนกปีละ 3 ครั้ง ได้แก่ มีนาคม เมษายนและสิงหาคม นำไปขายได้ราคาดีมาก ใช้บริโภคเพื่อบำรุงร่างกาย</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a karst landscape with a cave entrance labeled 'ถ้ำรังนก' (Beehive Cave) and a 'หินปูน' (Limestone) layer. Below it is a black and white photograph of a cave entrance with wooden scaffolding and people, illustrating the structure.</p>
32	<p>คาร์สต์กับวัดในถ้ำ : (พัทลุง)</p> <p>ภูเขาหินปูนจะมีการกัดเซาะจากน้ำฝนและน้ำใต้ดิน จนทำให้เกิดเป็นโพรงลึกเข้าไปในภูเขาเกิดขึ้นตามธรรมชาติ เกิดเป็นแหล่งศาสนสถาน โดยมีการสร้างพระพุทธรูปในถ้ำ เพื่อให้มีนักท่องเที่ยวได้สักการะ เนื่องจากเป็นสถานที่สงบและสวยงามในถ้ำธารน้ำลอดนี้ก็จะพบหินงอก หินย้อยที่มีลักษณะต่างๆ อีกมากมาย</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a karst landscape with a cave entrance labeled 'วัดในถ้ำ' (Cave Temple). Below it is a black and white photograph of a cave interior with a stupa and people, illustrating the structure.</p>
33	<p>คาร์สต์กับช่องเขาหินปูน : (พัทลุง)</p> <p>ช่องหรือโพรงที่ถูกกัดเซาะของภูเขาหินปูนทะลุถึงกัน เรียกตามภูมินามท้องถิ่นว่า ภูเขาอกทะลุ ทำให้เกิดเป็นเอกลักษณ์ทางธรรมชาติอย่างหนึ่งซึ่งมีเฉพาะที่จังหวัดพัทลุง</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a karst landscape with a gap labeled 'ช่องเขา' (Gap). Below it is a black and white photograph of a large rock formation with a gap, illustrating the structure.</p>

ที่	ภูมิบริเวณภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
34	<p>คาร์สต์กับโพรงหินชายฝั่ง : ปากพยุท (พัทลุง)</p> <p>โพรงหินชายฝั่งเกิดจากการผุพังของหน้าผาชายฝั่งทะเล เนื่องจากถูกคลื่นกัดเซาะ โพรงนี้จะอยู่ในแนวเหนือน้ำทะเล ที่เกาะคาโส ในทะเลสาบสงขลา เป็นเกาะหินปูนมีโพรงหินชายฝั่งถูกกัดเซาะเหมือนถ้ำทะเล มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 3-4 เมตร</p>	<p>หินปูน</p> <p>ถ้ำทะเล</p>  <p>The diagram shows a cross-section of a coastal cave entrance in limestone, with labels for 'หินปูน' (limestone) and 'ถ้ำทะเล' (sea cave). Below the diagram is a black and white photograph of a natural rock formation with a cave-like opening at the water's edge.</p>
35	<p>คาร์สต์กับพืชพรรณ : ปากพยุท (พัทลุง)</p> <p>ภูเขาหินปูนเมื่อเกิดการผุพัง จะสลายตัวเป็นดินแทรกอยู่ตามรอยแตก บริเวณหน้าผาสูง จะมีต้นไม้ชนิดเกาะโขดหินปูน เช่น ต้นปรัง (นำไปใช้เป็นไม้ประดับ) หรือต้นไม้ที่มีรากแทรกตามรอยแตกของหินปูน หรือเป็นเถาวัลย์ เช่น ต้นกุยจรีดำ นำไปใช้เป็นยาสมุนไพร</p>	<p>ต้นปรัง, ต้นกุยจรีดำ</p>  <p>The diagram shows a cross-section of limestone karst with plants growing on it, with labels for 'ต้นปรัง, ต้นกุยจรีดำ' (prang tree, black guajava). Below the diagram is a black and white photograph of a limestone rock formation with various plants growing on it.</p>
36	<p>คาร์สต์กับบ่อน้ำร้อน : เขาชัยสน (พัทลุง)</p> <p>บ่อน้ำร้อนเกิดจากน้ำใต้ดิน ไต่ไหลซึมลงไปตามรอยแตกของหินปูน ที่มีรูพรุนผ่านไปยังหินอัคนี ที่ยังคงร้อนอยู่ เมื่อน้ำได้รับความร้อนก็จะขยายตัว เกิดแรงดันแทรกขึ้นมาถึงผิวดิน เกิดเป็นน้ำพุร้อน</p>	<p>หินปูน</p> <p>บ่อน้ำร้อน</p> <p>รอยแตก</p> <p>หินแกรนิตร้อน</p>  <p>The diagram shows a cross-section of limestone karst with a hot spring, with labels for 'หินปูน' (limestone), 'บ่อน้ำร้อน' (hot spring), 'รอยแตก' (crack), and 'หินแกรนิตร้อน' (hot granite). Below the diagram is a black and white photograph of a hot spring area with a large rock formation.</p>

ที่	ภูมินิเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
37	<p>คาร์สต์กับอ่าวหินปูน : เกาะพีพี (กระบี่)</p> <p>ชายหาดที่เว้าโค้งและเปิดกว้าง โดยมีส่วนของทะเลถ้ำเข้าไปในฝั่งเกิดเป็นอ่าว ซึ่งตะกอนที่ทับถม เป็นตะกอนทรายจากภูเขาหินทราย ที่อยู่ใกล้กับหินปูนเกิดเป็นสันดอนเชื่อมเกาะ และภูเขาหินปูนก็ยังมีอ่าวภายในของหินปูน ที่เกิดจากการกัดเซาะหน้าผาแล้วเกิดการยุบตัวเข้าไปเป็นอ่าว</p>	
38	<p>คาร์สต์กับผลึกแร่แคลไซต์ : รัตนภูมิ (สงขลา)</p> <p>แร่แคลไซต์เกิดเป็นผลึกได้หลายแบบ ที่พบเห็นได้บ่อยๆ คือ ผลึกที่มีรูปเหมือน รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีความแข็ง 3 ความถ่วงจำเพาะ 2.72 ความวาวคล้ายแก้ว ปกติจะมีสีขาว แต่ถ้ามีมลทินจะมีสีอื่น ๆ ได้ เช่น สีเทา สีแดง สีเหลือง สีน้ำตาล เป็นต้น</p>	
39	<p>คาร์สต์กับรอยแตก : ปากพูน (พัทลุง)</p> <p>รอยแตกของหินปูนเกิดจากเนื้อหินแยกตัวออกจากกันเพื่อให้หมดภาวะความกดดันจากความเครียดและความเค้น จึงสังเกตเห็นรอยแตกรอยร้าวของหิน ซึ่งหินสองฟากของรอยแตกไม่เชื่อมต่อกัน เรียกรอยแตกนี้ว่า รอยแยก</p>	

ที่	ภูมิเนเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์	โครงสร้างและภาพประกอบ
40	<p>คาร์สต์กับหินฟอสเฟตปนแร่แคลไซต์ : รัตภูมิ (สงขลา)</p> <p>หินฟอสเฟตเกิดเป็นสายแร่แทรกในหินปูน เกิดจากการสะสมมูลนก มูลค้างคาวเรียกว่า กัวโน (Guano) เป็นชั้นหินที่มีแคลเซียมฟอสเฟต เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ใช้ในการทำปุ๋ย และอุตสาหกรรมอื่น ๆ</p>	
41	<p>คาร์สต์กับหินย้อยหยดเป็นม่าน : ถ้ำทะเล (ตรัง)</p> <p>คราบปูนที่ย้อยลงมาจากเพดานถ้ำหินปูนมีลักษณะเป็นแผ่นม่านลงมา หรือเป็นกรวยหรือเป็นท่อน มีความยาว มีสารละลายที่พอกพูนจับตัวกันเป็นหินย้อย น้ำที่ระเหยออกไปทำให้เกิดการแข็งตัว ซึ่งการย้อยแต่ละเซนติเมตรใช้เวลานานนับร้อยปี บางแห่งเรียกหินย้อยว่า นมผา</p>	
42	<p>คาร์สต์กับตะกักราบปูน : ถ้ำสุมน (พัทลุง)</p> <p>การละลายหินปูนทำให้เกิดเป็นคราบขาว ๆ เกิดจากการตกตะกอนของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตจากน้ำกระด้าง พบบริเวณโพรงที่น้ำไหลพัดตะกอนออกมาทับถมจับตัวแข็งเป็นชั้น ๆ</p>	

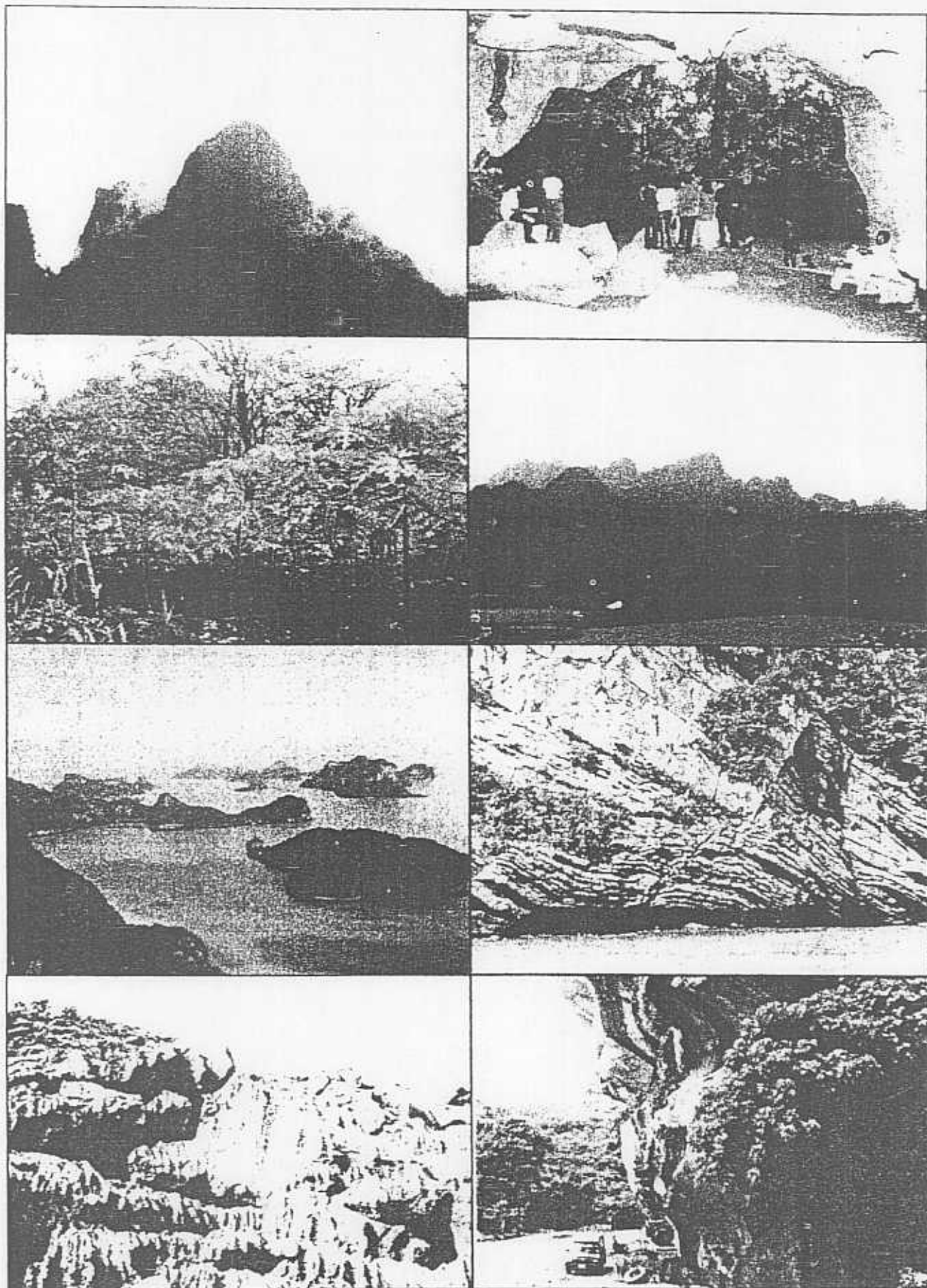
ประชาชนในท้องถิ่นภาคใต้มีการใช้ประโยชน์เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศคาร์สต์สามารถ
จำแนกออกได้หลายลักษณะดังนี้

1. ด้านการท่องเที่ยว เช่น รอยเลื่อนเขาพิงกัน ถ้ำทะเลที่มีหินงอกหินย้อย เกาะหินโด่ง
สุสานหอย ชายหาด น้ำพุ สะพานหินธรรมชาติ พืดหินปะการัง อ่าวหินปูน บ่อน้ำร้อน
ช่องเขา วัดในถ้ำ การตั้งถิ่นฐาน ลัทธิฐานหินปูน
2. ด้านการเกษตร เช่น ดินสีแดงจากหินปูน หินฟอสเฟต
3. ด้านประวัติศาสตร์ เช่น ภาพเขียนในถ้ำหินปูน ซากดึกดำบรรพ์สัตว์
4. ด้านการอุตสาหกรรม เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว หินฟอสเฟตในถ้ำ เหมืองหินอ่อน
หินโคลไลไมต์
5. ด้านการศึกษาทางธรณี เช่น ชั้นหินคดโค้ง ลอยเลื่อน หน้าผาชัน ผีเสื้อแร่แคลไซต์
หินโผล่ รอยบากจากคลื่น รอยแยก โทรงหินชายฝั่ง น้ำใต้ดิน รอยร้าวคลื่น
6. ด้านภัยธรรมชาติ เช่น หลุมยุบ แอ่งหินปูน
7. ด้านการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน เช่น ป่าไม้ และสัตว์ป่า
8. ด้านเศรษฐกิจ เช่น ถ้ำรังนก

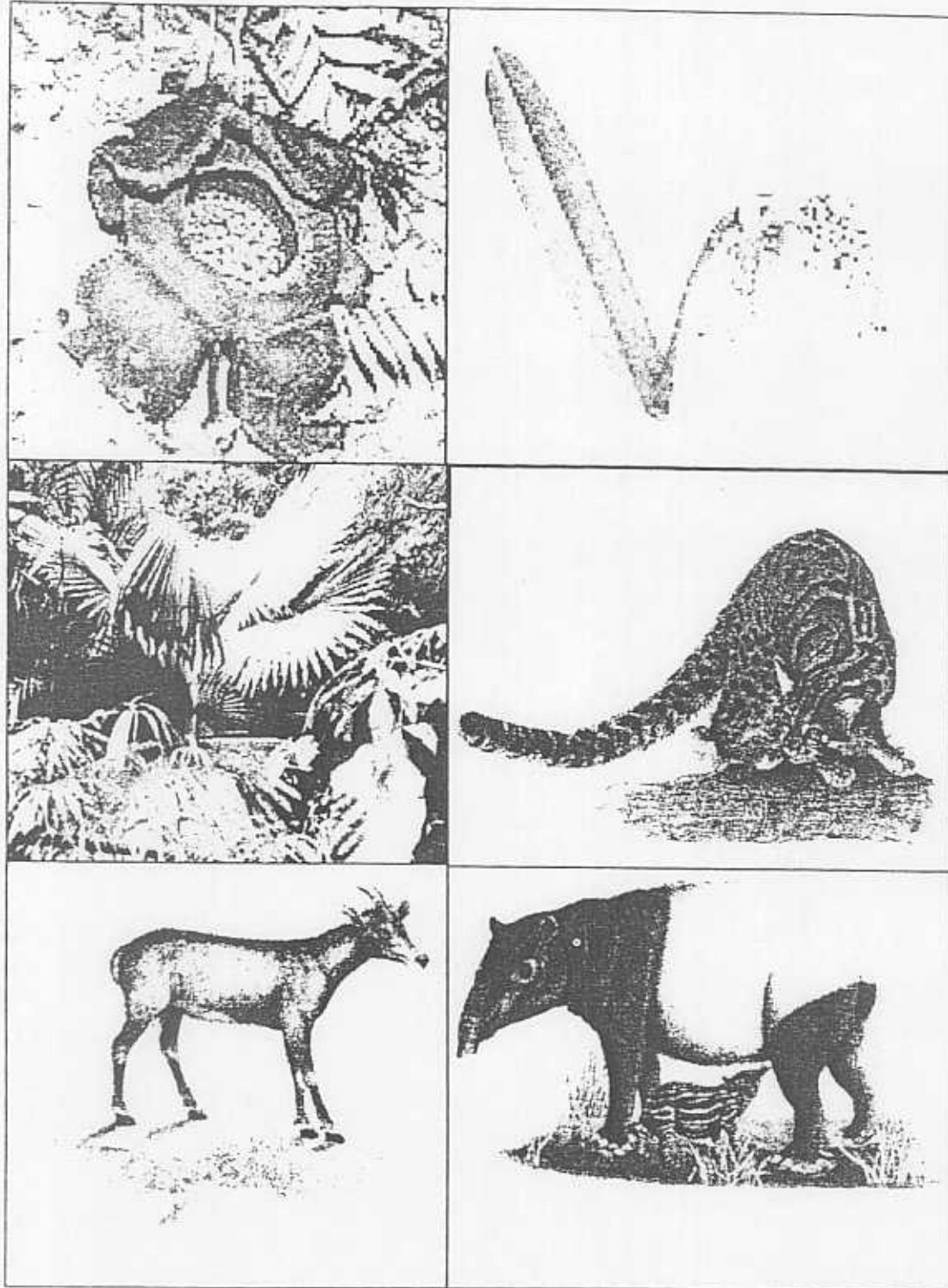
3. การอนุรักษ์ภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อการท่องเที่ยว

3.1 ทรัพยากรหินปูนในท้องถิ่นภาคใต้ฝั่งตะวันออกของไทย

การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาพื้นที่หินปูนที่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายของการอนุรักษ์ทรัพยากรในท้องถิ่นภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทย วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพื้นที่หินปูนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม การจำแนกสารประกอบของหินปูน การอนุรักษ์พืชพรรณและสัตว์ป่าบริเวณพื้นที่หินปูน และการศึกษาภูมิลักษณะวรรณานหินปูน ดำเนินการศึกษาโดยนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบ ที.เอ็ม. ช่วงคลื่น 2 - 3- 4 แปลผลข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา รวมทั้งเทปข้อมูลดาวเทียม แล้วจัดทำในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบพื้นที่หินปูนกับแผนที่แสดงแหล่งหินปูน มาตรฐาน 250.000 จากกรมทรัพยากรธรณีที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา และยะลา แล้วจึงออกสำรวจพื้นที่หินปูน 8 แหล่ง ได้แก่ หมู่เกาะอ่างทอง เขาถกลพนม เขาท่าไฟ เขาปู่-เขาย่า เกาะสี่-เกาะห้า เขาชัยสน และบางกลาง เก็บตัวอย่างหินปูนเพื่อวิเคราะห์สารประกอบ จำแนกพืชพรรณและสัตว์ป่า รวมทั้งศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานหินปูน ผลการศึกษาพบว่า การเปรียบเทียบพื้นที่หินปูนจากภาพถ่ายกับแผนที่ที่มีพื้นที่หินปูนทับซ้อนกัน ร้อยละ 21.10 พื้นที่หินปูนของแผนที่ร้อยละ 10.73 และพื้นที่หินปูนที่มีเฉพาะภาพถ่าย ร้อยละ 14.47 พื้นที่หินปูนจากภาพถ่ายและแผนที่ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่ของจังหวัดยะลา พบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.01 และมีจำนวนแหล่งที่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด สารประกอบของหินปูนและปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 61.93 - 100.31 จัดเป็นหินปูนชนิดหินปูนแคลไซต์ทั้งหมด โดยมีรูปแบบโครงสร้างแร่โดโลไมต์และแร่ควอร์ตซ์ปะปนอยู่บ้าง การอนุรักษ์ทรัพยากรพืชพรรณและการเลี้ยงสัตว์ป่าบริเวณรอบพื้นที่หินปูนมีพันธุ์ไม้หายากและเฉพาะถิ่น ได้แก่ บัวผุด ปาล์มหลังขาว ร่องเข่านารี เมื่อจำแนกพืชพรรณตามสรรพคุณพบว่ามีการใช้รักษาโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหารมากที่สุด 37 ชนิด รองลงมาเป็นยาบำรุง 28 ชนิด และพื้นที่หินปูนส่วนใหญ่เป็นสัตว์ป่าจำพวกนก แต่ที่สำคัญมีสัตว์ป่าสงวน ได้แก่ เลียงผา และสมเสร็จ ภูมิลักษณะวรรณานหินปูนและการวางตัวของภูเขาหินปูนอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ มีสันเขาเป็นแนวยาว แต่การกระจายตัวมีความแตกต่างกัน โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการกระจายตัวของภูเขาหินปูนหนาแน่นที่สุด ความสูงอยู่ระหว่าง 50 - 650 เมตร มีระดับความสูง 151 - 200 เมตร มากที่สุด และความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 0 - 100 มีความลาดชันระหว่างร้อยละ 41 - 60 มากที่สุด และภูมิประเทศคาร์สต์ที่สำคัญประกอบด้วย ถ้ำ หลุมยุบ รอยแยก และร่องหินปูน โดยมีข้อคิดเห็นจากผลการศึกษาดังนี้



รูปที่ 2 แสดงภูมิทัศน์กับภูมิประเทศคาร์สต์ภาคใต้ฝั่งตะวันออก



รูปที่ 3 แสดงพรรณไม้หายากและเฉพาะถิ่นกับสัตว์ป่าสงวนในพื้นที่หิมาลัย

1. การศึกษาพื้นที่หินปูน โดยหาจำนวนแหล่งหินปูนขึ้นอยู่กับการลากขอบเขตภูเขาหินปูน ข้อผิดพลาดข้อมูลจากแผนที่และภาพถ่ายจากดาวเทียมเกิดขึ้นได้ดังนี้

1.1 ภาพถ่ายจากดาวเทียม มีข้อมูลลักษณะภูเขาหินปูนขนาดเล็กทำให้ยากต่อการตัดสินใจ จำเป็นต้องออกเก็บข้อมูลในภาคสนาม รวมทั้งความต่อเนื่องของภูเขาหินปูนอาจมีการสลับแทรกภูเขาหินชนิดอื่น มีผลต่อการรวมขอบเขตของภูเขาหินปูนหรือรอยแยกออกจากกัน อย่างไรก็ตามเมื่อได้เก็บข้อมูลในสนามแล้วจะมีประโยชน์ต่อการกำหนดขอบเขตพื้นที่ภูเขาหินปูนที่ถูกต้องมากที่สุดได้

1.2 แผนที่แสดงแหล่งหินปูน มีลักษณะกำหนดขอบเขตที่ไม่แบ่งตามเส้นชั้นความสูงของภูเขา ยกเว้น ภูเขาหินปูนลูกโดด ทำให้มีขอบเขตที่ไม่แน่นอน

การจัดทำแผนที่หินปูนด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม จะต้องใช้มาตราส่วนที่ใหญ่กว่าที่ผู้วิจัยศึกษา จึงจะเห็นข้อมูลที่ชัดเจนและใช้ข้อมูลอื่น ๆ ประกอบ เช่น แผนที่แสดงแหล่งหินปูน การออกศึกษาภาคสนาม รวมทั้งมีพื้นฐานความรู้ทางด้านธรณีวิทยา จะทำให้ได้แผนที่หินปูนที่ถูกต้องมากที่สุด เพื่อนำไปใช้กำหนดวางแผนดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์ที่เหมาะสมต่อไป

2. การศึกษาสารประกอบหินปูน โดยทั่วไปหินปูนจะมีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป การใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมสามารถแยกได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

2.1 หินปูนมีแคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่าร้อยละ 97 เหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแคลเซียมคาร์ไบด์และแคลเซียมไฮยาไรต์ อุตสาหกรรมการผลิตอลูมิเนียมออกไซด์ เซรามิกส์แก้ว และอุตสาหกรรมที่ใช้ในเตาถลุง เป็นต้น

2.2 หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตระหว่างร้อยละ 97 - 95 ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตถ่านโค้ก และทำให้อากาศบริสุทธิ์ อุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ น้ำตาล และน้ำส้มสายชู เป็นต้น

2.3 หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตระหว่างร้อยละ 95 - 90 ใช้ในอุตสาหกรรมปูนไลม์

2.4 หินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตน้อยกว่าร้อยละ 90 - 75 ใช้ในการผลิตพอร์ตแลนด์ซีเมนต์

สำหรับหินปูนที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตน้อยกว่าร้อยละ 75 ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณของซิลิกาเพิ่มขึ้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมดังกล่าว แต่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เพื่อการก่อสร้าง

ประเทศไทยในขณะนี้ขาดแคลนปูนซีเมนต์ เราต้องสั่งปูนซีเมนต์จากต่างประเทศเข้าใช้ในประเทศเป็นจำนวนปีละไม่น้อย ทั้งที่ประเทศไทยไม่ได้ขาดแคลนหินปูนและวัตถุดิบอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการผลิตปูนซีเมนต์เลย จึงเป็นเรื่องที่ควรจะได้พิจารณาแก้ไขร่วมมือกันทุกฝ่าย เพื่อช่วยกันวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ถูกต้อง ให้มีการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่าในแทบทุกภาคของประเทศไทย เท่าที่นำหินปูนมาใช้กันในขณะนี้ ส่วนใหญ่ใช้เป็นหินก่อสร้าง หรือทำถนนเท่านั้น แต่ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของหินปูนนั้นสามารถใช้เป็นวัตถุดิบผลิตปูนซีเมนต์ โซดาแอช ใช้ฟอกหนัง ใช้ทำน้ำตาล ใช้ในโรงงานกระดาษ โรงงานถลุงเหล็ก โรงงานแคลเซียมคาร์ไบด์และอื่น ๆ อีกมาก

จากสภาพปัจจุบัน ภูเขาหินปูนที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์มีอยู่เขาท่าไฟ อำเภอยะรัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นโรงงานปูนซีเมนต์แห่งเดียวในภาคใต้ พบว่าก็มีการใช้ประโยชน์ตามคุณภาพของเนื้อหินที่มีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 66.70 สำหรับพื้นที่หมู่เกาะสี่-เกาะห้า คลองพนม เขาปู่-เขาย่า และบางยาง ที่ถูกกำหนดให้เป็นอุทยานแห่งชาติเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นพื้นที่ภูเขาหินปูนขนาดใหญ่ และมีความหลากหลายของพืชพรรณ สัตว์ป่า รวมทั้งลักษณะสิ่งแวดล้อมที่หาได้ยาก และมีภูเขาลูกโดดได้แก่ เขาชัยสน แม้ว่าจะไม่อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติ แต่มีการใช้ประโยชน์จากชุมชนเพื่อการอนุรักษ์ เนื่องจากเป็นที่ตั้งของวัด แต่ชาวบ้านก็สามารถขึ้นไปเก็บของป่าโดยเฉพาะพืชสมุนไพรได้ รวมทั้งหมู่เกาะสี่-เกาะห้า ตั้งอยู่กลางทะเลสาบสงขลา เป็นเขตสัมปทานของการทำรังนก ก็ยังคงสภาพธรรมชาติ

3. การอนุรักษ์พืชพรรณธรรมชาติและสัตว์ป่า

สภาพป่าไม้ในพื้นที่ภูเขาหินปูน พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นป่าดงดิบ มีความชุ่มชื้น เชี่ยวชุ่มตลอดปี มีพืชที่ขึ้นบริเวณรอบภูเขาหินปูน พืชที่ขึ้นตามต้นเขาและหน้าผาที่สูงชัน มีพันธุ์ไม้มีค่ามากมายหลายชนิด โดยเฉพาะพืชหายากและพืชเฉพาะหน้าดิน เช่น บัวผุด ปาล์มหลังขาว รongเท้านารี ไม้ตะเคียนชันตาแมว รวมทั้งสัตว์ป่าสงวน เช่น เลียงผา แมวลายหินอ่อน สมเสร็จ จึงมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีพืชสมุนไพร ใช้จำแนกตามสรรพคุณได้ 14 ประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้รักษาโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหารและเป็นยาบำรุงมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อพืชพรรณทางธรรมชาติในภูมิประเทศหินปูนก็คือ การบุกรุกพื้นที่ป่าในเขตอุทยานแห่งชาติ รวมทั้งการเข้าไปหาของป่าเพื่อนำมาค้าขาย มีดังนี้

อุทยานแห่งชาติคลองพนม ผลของการประเมินและวิจัยได้ทำแบบสอบถามเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติ และจากผลการแสดงข้อมูลในการที่ประชาชนได้ทำการบุกรุกพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติทั้งหมด 250,000 ไร่ ทำให้เกิดผลเสียต่อทรัพยากรป่าไม้ พื้นที่ที่ถูกบุกรุกมีทั้งหมด 5,000 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 2 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติ

อุทยานแห่งชาติเขาสก แบ่งออกเป็นพื้นที่ที่เป็นพื้นดิน คิดเป็น 403,450 ไร่ และส่วนที่เป็นพื้นน้ำเหนือเขื่อนรัชชประภา คิดเป็น 58,262.5 ไร่ คิดรวมพื้นที่ทั้งหมด 461,712.5 ไร่ พื้นที่ป่าที่ถูกทำลายนั้นมีจำนวนที่น้อยมาก โดยมีการบุกรุกพื้นที่เพื่อนำมาทำการเกษตรเพียงอย่างเดียวเพียง 600 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.15 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยที่พื้นที่ที่ถูกทำลายนั้นชาวบ้านหรือเกษตรกรจะนำพื้นที่นั้นมาเพื่อทำการเพาะปลูกพืช เช่น ยางพารา กาแฟ ปาล์มน้ำมัน และสวนผลไม้ เป็นต้น

อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า ได้รับการจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติเมื่อเดือนพฤษภาคม 2525 ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 433,750 ไร่ ในจังหวัดพัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช การบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าของชาวบ้านหรือเกษตรกรบริเวณรอบอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า พื้นที่ที่ถูกบุกรุกทั้งหมด 100,000 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 23.06 ของพื้นที่ทั้งหมด

อุทยานแห่งชาติบางลาง เป็นอุทยานแห่งชาติที่อยู่ระหว่างดำเนินการประกาศจัดตั้งและได้ผ่านความเห็นชอบมาแล้ว ในอุทยานแห่งชาติบางลางนี้มีภูมิประเทศประกอบด้วยภูมิประเทศที่เป็นหินปูน และภูมิประเทศที่เป็นหินแกรนิต เนื้อที่ของอุทยานแห่งชาติจะแบ่งออกเป็นพื้นที่ 2 จังหวัด คือ จังหวัดยะลา จังหวัดนราธิวาส รวมมีพื้นที่จำนวน 163,125 ไร่

4. การศึกษาภูมิลักษณะธรณานาหินปูน

การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาพื้นที่หินปูน เนื่องจากลักษณะพิเศษที่มีภาพถ่ายจากดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาพื้นที่หินปูน ตามคุณสมบัติของดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจข้อมูลระยะไกล มีดังนี้

1. การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง ภาพจากดาวเทียมภาพหนึ่งจะครอบคลุมบริเวณกว้างทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่อง
2. การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นแสงในบริเวณเดียวกัน และเวลาเดียวกัน ช่วงคลื่นแสงแต่ละช่วงคลื่นก็เหมาะแก่การนำไปใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติแต่ละด้าน
3. การโคจรของดาวเทียมจะกลับมาบันทึกภาพบริเวณเดิมซ้ำทุก ๆ ระยะ 18 วัน ทำให้สามารถติดตามความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หินปูน และสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ทำการศึกษาได้ทุกระยะ

4. ลักษณะที่ปรากฏในภาพถ่ายในการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมพื้นที่หินปูน
 - รูปร่าง พื้นที่หินปูนจะมีลักษณะเป็นลันเขา และตะปุ่มตะป่ำ
 - ขนาด พื้นที่หินปูนมีทั้งแนวยาวและเป็นลูกโดด แต่จะมีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอ

3.2 ภูมิประเทศศาสตร์กับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในประเทศไทย

ผู้เขียนได้รับทุนเพื่อไปร่วมงานวิจัยเกี่ยวกับภูมิศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาการท่องเที่ยวในประเทศไทย ตามโครงการความร่วมมือทางวิชาการระหว่างสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติของไทยและองค์การส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (NRCT-JSPS) ในหัวข้อเรื่อง การให้ประโยชน์ของภูมิประเทศศาสตร์ที่มีต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ - 11 มีนาคม พ.ศ. 2542 ณ มหาวิทยาลัยชิบะ (Chiba) ประเทศญี่ปุ่น โดยมี Prof. Dr. Junji Yamamura เป็นที่ปรึกษา จากการเดินทางไปศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นผลมาจากผู้เขียนเคยไปศึกษาที่ประเทศญี่ปุ่น โดยได้รับทุนรัฐบาลญี่ปุ่นระหว่างปี พ.ศ. 2530 - 2532 และทุน JSPS ปี พ.ศ. 2534 ดังนั้นการไปเก็บข้อมูลในครั้งนี้ก็เป็นการศึกษาวิจัยต่อเนื่องทางภูมิศาสตร์มาโดยตลอด ในครั้งนี้มุ่งศึกษาเชิงเปรียบเทียบการให้ประโยชน์ของภูมิประเทศศาสตร์กับประเทศไทย ซึ่งมีผลการศึกษาวิจัยในญี่ปุ่นปรากฏดังนี้

1. รูปแบบของภูมิประเทศศาสตร์ในประเทศไทย

1.1 การกระจายภูมิประเทศศาสตร์

ในประเทศญี่ปุ่นมีการกระจายอยู่ 14 แห่ง ได้แก่ อะคิโยชิได (Akiyoshidai) ฮิราโอดิ (Hiraodi) ทาอิซาคูเคียว (Taishakukyo) โอมิ (Omi) โทมา (Tohma) คิตามิ (Kitami) อิไวอิซุมิ (Iwaizumi) ทาคิมิ (Takime) ชิชิบุ (Chichibu) กุโจ ฮาชิมัน (Gujoh Hachiman) ชิโกกุ (Shikoku) มินามิไดโตจิม่า (Minami Daitojima) โอกินาวา (Okinawa) โอเอ (Oe) โดยมีอะคิโยชิเป็นที่ราบสูง หินปูนที่ใหญ่ที่สุดในประเทศญี่ปุ่นเกิดขึ้นในมหายุคพาลีโอโซอิก อายุประมาณ 300 ล้านปี เกิดจากการยกตัวของตะกอนจำพวกคาร์บอนेट โดยมีตะกอนของซากพืชและสัตว์ทับถมและวัฒนาการมาจนถึงปัจจุบัน ปกคลุมพื้นที่ราบสูงอะคิโยชิ 130 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในจังหวัดยามากุชิ ตอนใต้เกาะฮอนชู

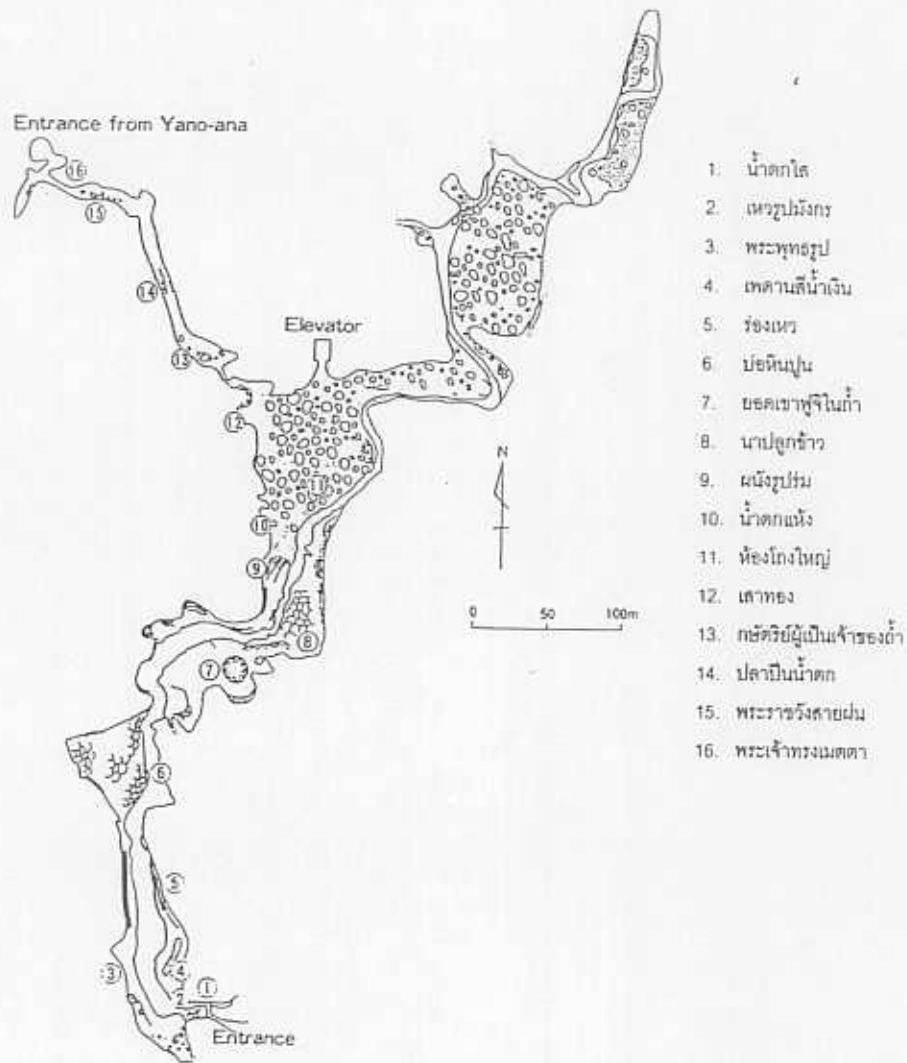


แผนที่ 7 แสดงการกระจายภูมิประเทศคาร์ลต์ในประเทศไทย

1.2 การจำแนกลักษณะภูมิประเทศคาร์ลต์บริเวณที่ราบสูงอะคิโยชิโด

หลังจากการตกตะกอนของซากคาร์บอนเนตในทะเลและยกตัวขึ้นมาจากแรงภายในโลกเป็นที่ราบสูงมีพื้นที่มีวราบเกิดการกัดเซาะและทับถมตัวด้วยกระบวนการทางเคมีจนเกิดเป็นลักษณะธรณี รูปแบบต่าง ๆ ที่สำคัญมีดังนี้

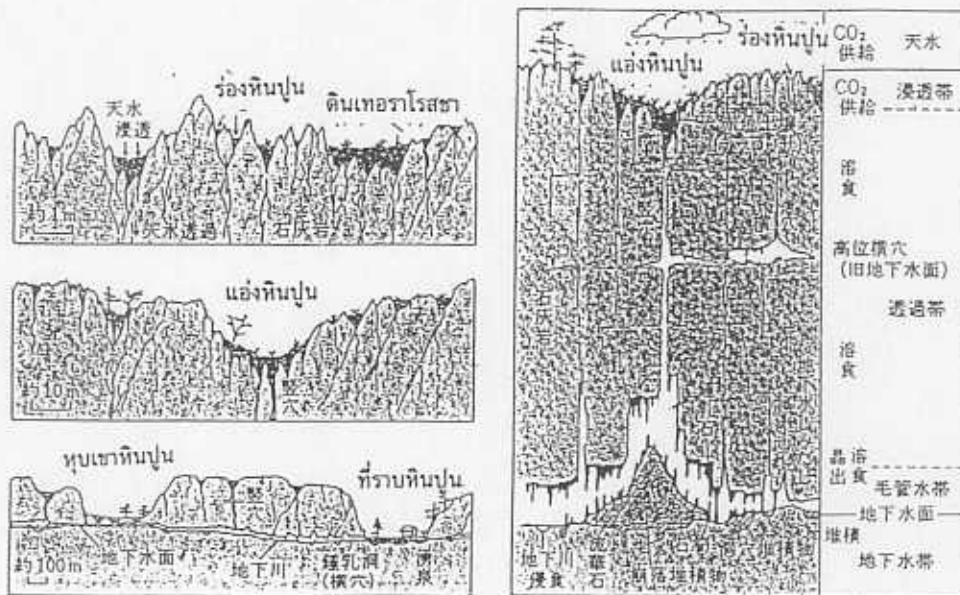
- ถ้ำอะคิโยชิโด ที่มีขนาดใหญ่ของญี่ปุ่น และกล่าวได้ว่าใหญ่ที่สุดในทวีปเอเชีย ค้นพบเมื่อปี พ.ศ. 2469 มีความยาวประมาณ 10 กม. และกว้างที่สุด 100 เมตร และยังมีถ้ำอื่น ๆ อีกมากกว่า 30 ถ้ำ ภายใต้ที่ราบอะคิโยชิโด ภายในถ้ำมีการกัดเซาะโดยสารละลายคาร์บอนเนต และจับตัวกันเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญจำแนกลักษณะฐานภายในถ้ำออกเป็น 16 ตำแหน่ง และตั้งชื่อให้นักท่องเที่ยวได้ศึกษา โดยใช้ชื่อแบบกดปุ่มมีเสียงและป้ายบรรยาย ได้แก่ น้ำตกไฉเหวรูปมังกร พระพุทธรูป เพดานสีน้ำเงิน ร่องแหวน บ่อหินปูน ยอดเขาฟูจิในถ้ำ นาปลุกข้าว ผึ้งรูปร่ม น้ำตกแห้ง ห้องโถงใหญ่ เสาทอง กษัตริย์ผู้เป็นเจ้าของถ้ำ ปลาบินน้ำตก พระราชวังลายฝน พระเจ้าทรงเมตตา



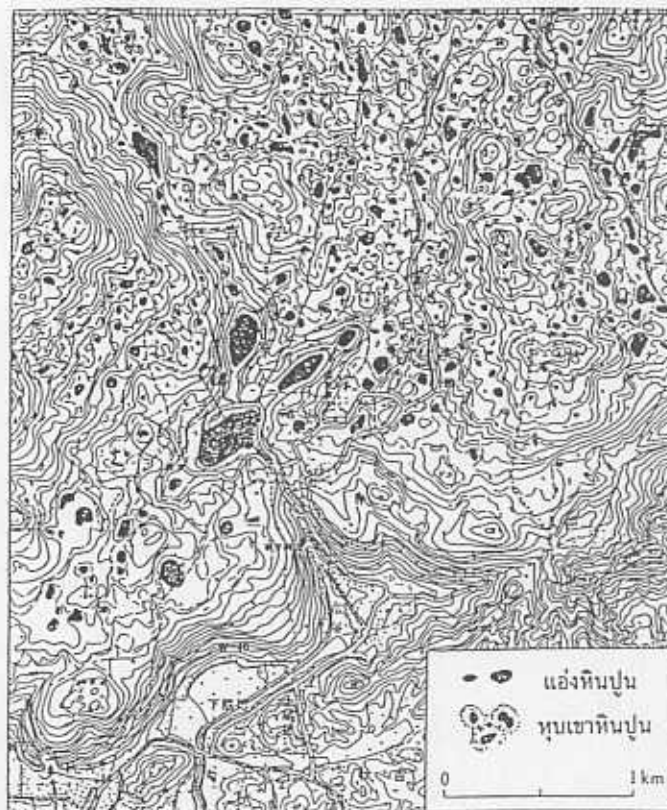
รูปที่ 4 ตำแหน่งศึกษาภูมิประเทศหินปูนภายในถ้ำอะคิโยชิโค

- หินโผล่ เกิดจากการสลายตัวของหินปูน มีบางส่วนที่เนื้อที่แข็งกว่าสลายตัวได้ช้า ส่วนที่แข็งน้อยกว่าก็จะสลายตัวเป็นดินเรียกว่า เทอราโรสซา (Terra rossa) ทำให้มีหินโผล่กระจายอยู่ทั่วไปบนพื้นที่ราบสูง

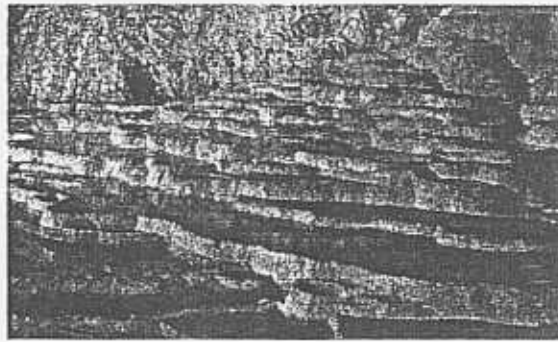
- แอ่งหินปูน เกิดจากโครงสร้างภายในหินปูนเกิดการกัดเซาะเป็นโพรงของน้ำใต้ดิน ทำให้ผนังพื้นผิวไม่สามารถรับน้ำหนักได้จึงเกิดการยุบตัวเป็นหลุมกระจายบนที่ราบสูง พื้นจำนวนมาก



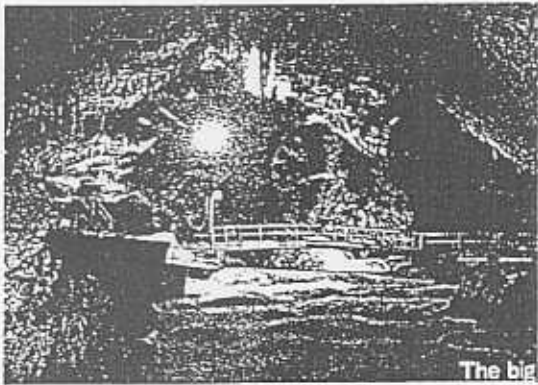
รูปที่ 5 แสดงลักษณะการเกิดงอกหินปูน ร่องหินปูนและถ้ำ



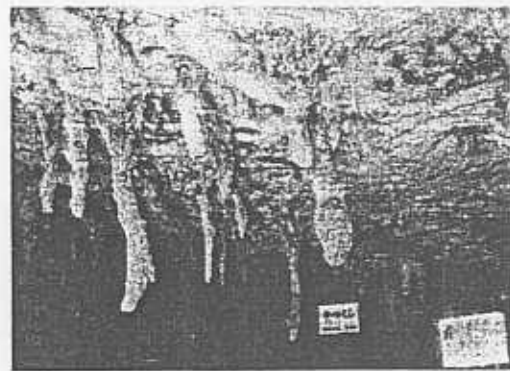
รูปที่ 6 แสดงงอกหินปูนบริเวณที่ราบสูงอะคิโยซีโด



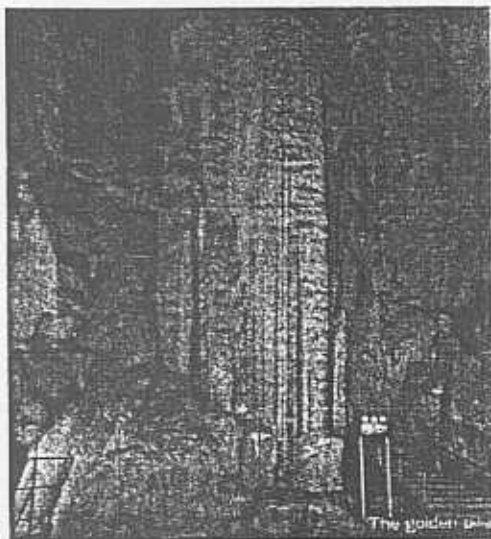
รูปที่ 7 สัณฐานคาร์สต์รูปตะพักปราบปูน



รูป 8 สัณฐานคาร์สต์ห้องโถงใหญ่ในถ้ำ



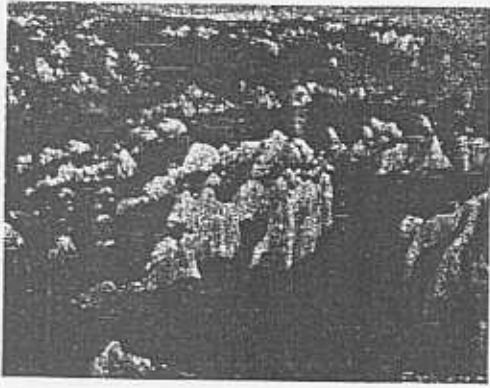
รูป 9 สัณฐานคาร์สต์รูปหินย้อย



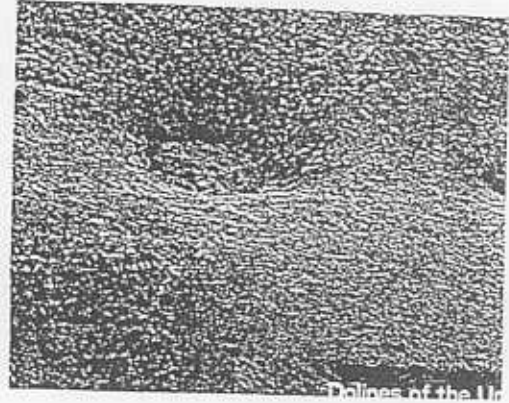
รูป 10 สัณฐานคาร์สต์รูปเสา



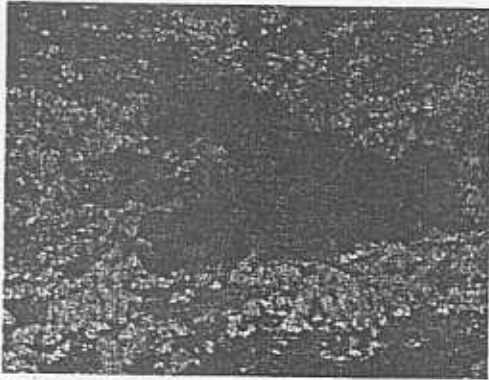
รูป 11 แสดงปากทางเข้าถ้ำ



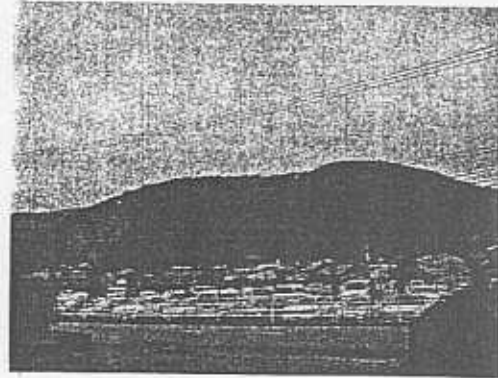
รูป 12 สันฐานคาร์สต์รูปหินโผล่



รูป 13 แสดงแอ่งหินปูน



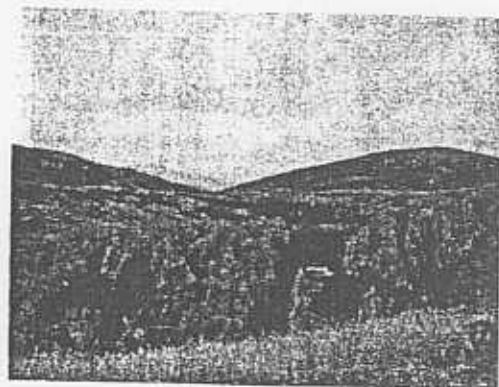
รูป 14 สันฐานคาร์สต์รูปหลุมยุบ



รูป 15 แสดงสันฐานหินปูน



รูป 16 แสดงสันฐานหินปูน



รูป 17 แสดงหินโผล่

2. การท่องเที่ยวเพื่อการอนุรักษ์ภูมิประเทศคาร์สต์

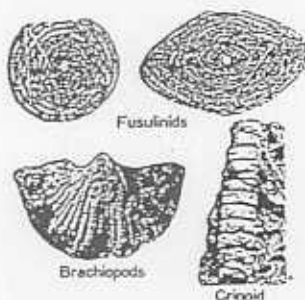
จำนวนนักท่องเที่ยวภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อเยี่ยมชมภูมิลักษณะวรรณนาภายในถ้ำและภูมิลักษณะวรรณนาภายนอก เช่น หลุมยุบ ป่าช้าหินปูน (หินโผล) รวมทั้งพิพิธภัณฑ์แสดงซากบรรพชีวินในหินปูนและการกำเนิดแผ่นดินที่ราบสูงอะคิโยชิได (Akiyoshidai) พบว่าประชาชนในญี่ปุ่นในเขตคันโตและเขตคินคิ เดินทางไปเที่ยวมากที่สุด สำหรับชาวต่างชาติ ได้แก่ ประเทศได้วันมากที่สุด

เมื่อจำแนกนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางมาเที่ยวภูมิประเทศคาร์สต์เป็นรายเดือนพบว่า มีนักท่องเที่ยวมากในเดือนกรกฎาคม ซึ่งในช่วงฤดูร้อนของประเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ. 2539 มีจำนวน 5,487 คน เดือนที่น้อยที่สุด คือเดือนมกราคม เป็นช่วงฤดูหนาวมีจำนวน 266 คน

สำหรับนักท่องเที่ยวรวมทั้งชาวญี่ปุ่นและต่างชาติมีข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2494 - 2537 พบว่า นักท่องเที่ยวมาเที่ยวภูมิประเทศคาร์สต์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 มีจำนวน 142,192 คน มีจำนวนเพิ่มขึ้นสูงสุดจนถึงปี พ.ศ. 2517 มีจำนวน 1,979,46 คน หลังจากนั้นนักท่องเที่ยวได้ลดลงเรื่อย ๆ จนถึงปี 2536 มีเพียง 1,274,424 คน เนื่องจากมีการคมนาคมสะดวก มีรถไฟด่วนและสถานที่ท่องเที่ยวมีมากมายหลายแห่ง มีการกระจายออกไปตามแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ รวมทั้งในต่างประเทศด้วย เมื่อจำแนกนักท่องเที่ยวทั้งหมดที่เดินทางมาเที่ยวภูมิประเทศคาร์สต์เป็นรายเดือน จะมีมากในเดือนพฤษภาคม ช่วงปลายฤดูใบไม้ผลิ และเดือนสิงหาคม เป็นช่วงปลายฤดูร้อน ข้อมูลนักเรียนและนิสิตที่เข้าเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ภูมิประเทศคาร์สต์อะคิโยชิได แสดงวิวัฒนาการการเกิดหินปูน ซากบรรพชีวิน รวมทั้งภูมิลักษณะวรรณนาบริเวณอะคิโยชิได ก็มีแนวโน้มลดลง



รูป 18 แร่แคลไซต์ที่ตั้งขาย

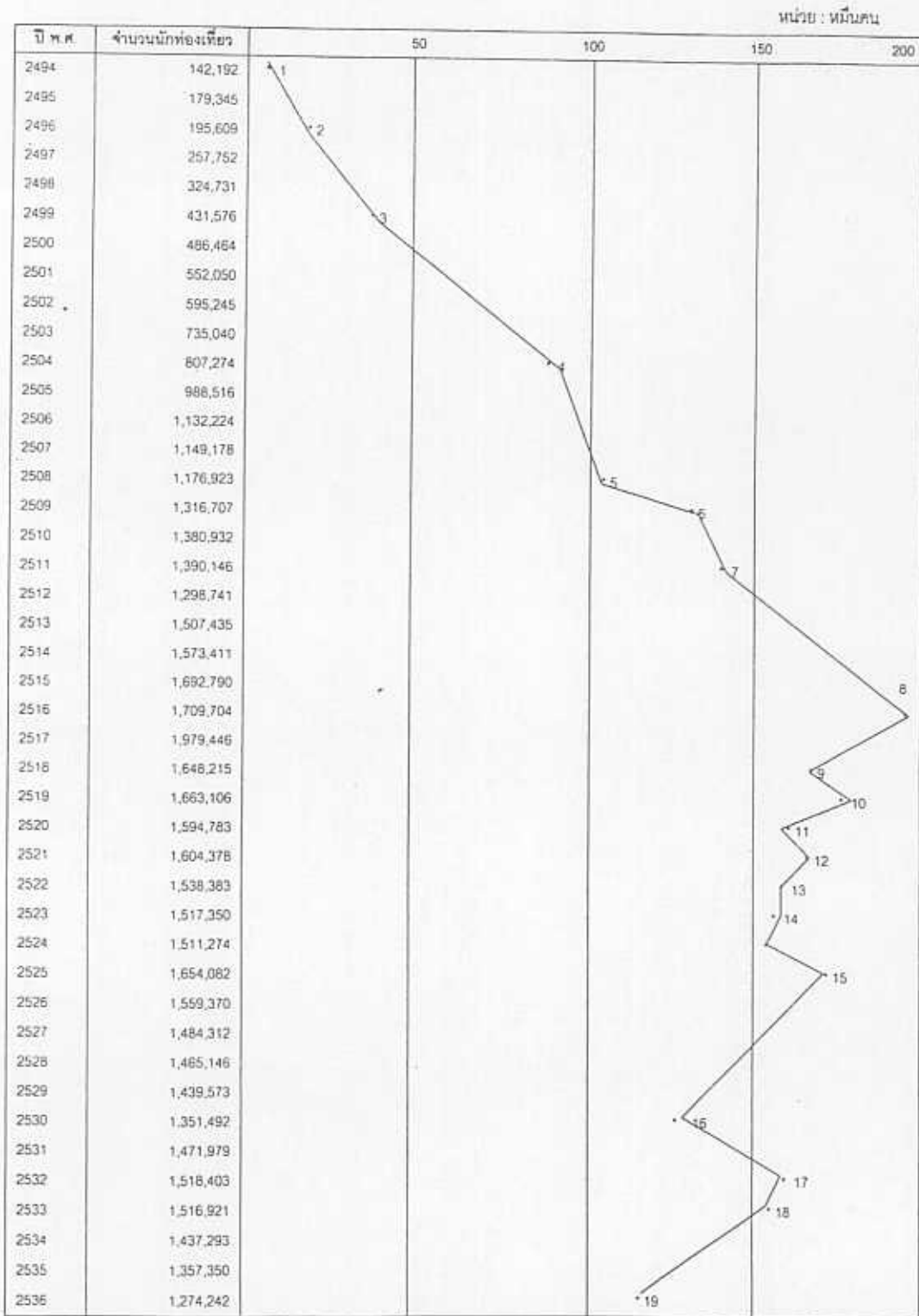


รูป 19 ซากบรรพชีวินในหินปูน



รูป 20 รูปถ่ายซากบรรพชีวินในหินปูน

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภูมิภาคคาร์ลส์อะเคิโยซี



ตารางที่ 5 แสดงจำนวนนักท่องเที่ยวภูมิประเทศคาร์ลส์อะคิโยซิโดรายเดือน

ปี เดือน	2531	2534	2536	2537	2538	2539
เม.ย.	104,982	112,486	99,822	96,938	75,535	96,051
พ.ค.	237,662	231,685	215,079	202,775	180,957	172,243
มิ.ย.	104,729	110,696	98,505	97,577	89,787	82,230
ก.ค.	95,799	101,514	84,122	93,236	77,841	72,004
ส.ค.	227,573	240,403	203,861	202,080	188,448	161,696
ก.ย.	118,622	128,985	106,317	101,732	94,335	99,910
ต.ค.	191,543	190,325	191,188	167,346	149,552	137,470
พ.ย.	155,078	190,325	140,428	139,404	137,952	128,643
ธ.ค.	38,224	159,103	40,406	38,375	37,863	34,767
ม.ค.	46,819	43,498	40,306	38,498	34,779	32,300
ก.พ.	46,849	50,554	44,790	32,099	37,754	32,642
มี.ค.	104,139	104,502	92,526	64,182	77,466	77,159

ตารางที่ 6 แสดงการเข้าชมพิพิธภัณฑ์ภูมิประเทศคาร์ลส์อะคิโยซิโด

ปี ระดับ	2527	2531	2534	2536	2537	2538	2539
ประถม	24,614	43,510	41,282	39,731	37,331	33,487	33,605
มัธยม	33,423	43,501	39,923	33,474	32,485	26,460	23,600
มหาวิทยาลัย	72,400	70,303	77,427	74,842	68,013	62,015	64,386
รวม	140,437	157,314	158,632	148,047	137,829	121,962	121,591

ข้อมูล : สถิตินักท่องเที่ยวที่สำนักงานเมืองอะคิโยซิ ประเทศญี่ปุ่น

3.3 การศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์ในประเทศเยอรมันนี

ผู้เขียนได้รับทุนเพื่อไปศึกษาตงานวิจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศคาร์สต์ ณ ประเทศเยอรมันนี โดยได้รับทุนจากโครงการความร่วมมือทางวิชาการของประเทศเยอรมันนี (DAAD) และมหาวิทยาลัย ทักซิณ ระหว่างวันที่ 15 พฤษภาคม - 15 กรกฎาคม 254 ณ มหาวิทยาลัยทูบิงเก้น (Tuebingen) ประเทศเยอรมันนี โดยมี Prof.Dr. K.-H. Pfeffer เป็นที่ปรึกษา จากการเดินทางไปศึกษาในครั้งนี้ เป็นผลมาจากผู้เขียนได้รับความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ ดร.เศกสรรค์ ยงวณิชร์ ได้เสนอ บทความที่ผู้เขียนได้ศึกษาเกี่ยวกับภูมิประเทศคาร์สต์ภาคใต้ประเทศไทยให้กับ Prof.Dr. K.-H. Pfeffer และผู้เขียนได้ส่งบทความตีพิมพ์ในวารสาร Annals of Geomorphology. (Zeitschriif fur Geomorphologie) (A journal recognized by the International Association of Geomorphologists, IAG) ฉบับที่ 122 หน้า 247 - 272 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 โดยศึกษาวิจัย 2 พื้นที่ ได้แก่ ที่ราบสูงแฟงคิสเซ แอปป์ (Frankische Alb) บริเวณชุมชนโคนิงส์ไตน์ (Konigstein) และที่ราบสูงชวาบิสเซ แอปป์ (Schwaebische Alb) บริเวณชุมชนสไตน์เฮม (Steinheim)



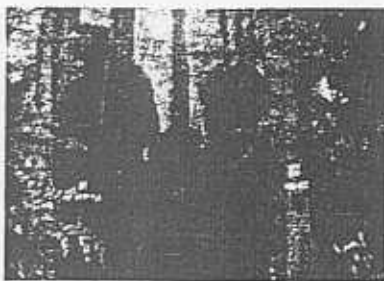
แผนที่ 8 แสดงพื้นที่หินปูนประเทศเยอรมันนี

1. ที่ราบสูงแฟรงคิสเซ แอปป์

ที่ราบสูงแฟรงคิสเซ แอปป์ บริเวณชุมชนโคนิคสไตน์ สภาพพื้นที่เป็นภูเขาและเนินเขาแบบโดม (Dome Karst) เป็นหินปูนชนิดที่เรียกว่า โดโลมิติก (Dolomitic Limestone) ผู้เขียนศึกษาร่วมกับ นักศึกษาเยอรมันประกอบด้วย 3 ลักษณะดังนี้

- ศึกษาภูมิสังฐานของภูมิประเทศคาร์สต์

โดยศึกษาโครงสร้างของชั้นดินที่เกิดขึ้นจากโครงสร้างหินปูนและพัฒนาการของดินชั้นหินปูนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ใช้วิธีการเจาะดินเพื่อการเปลี่ยนแปลงของชั้นดิน ทั้งที่เกิดโดยทางธรรมชาติและมนุษย์กระทำ และเปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละหลุมที่เจาะปรากฏผลดังนี้

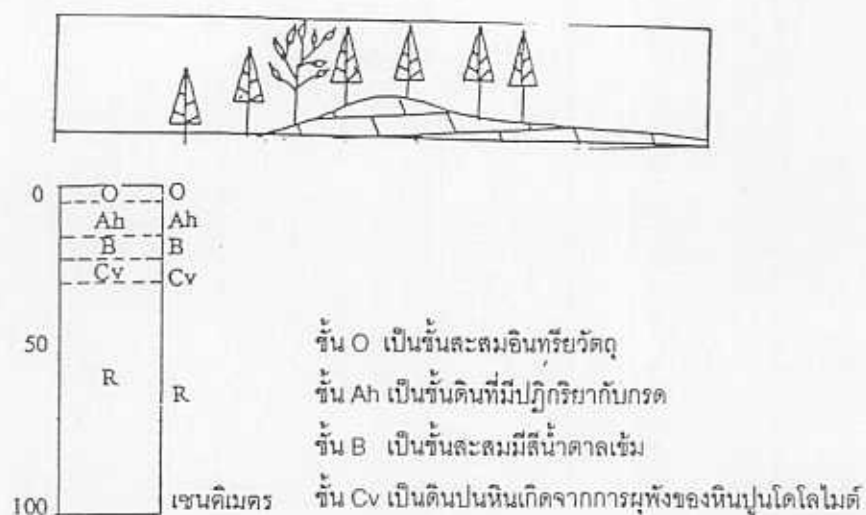


รูปที่ 21 หินปูนโดโลไมต์



รูปที่ 22 ศึกษาคุณสมบัติชั้นดิน

หลุมที่ 1 เลือกพื้นที่บริเวณเชิงเขาหินปูน

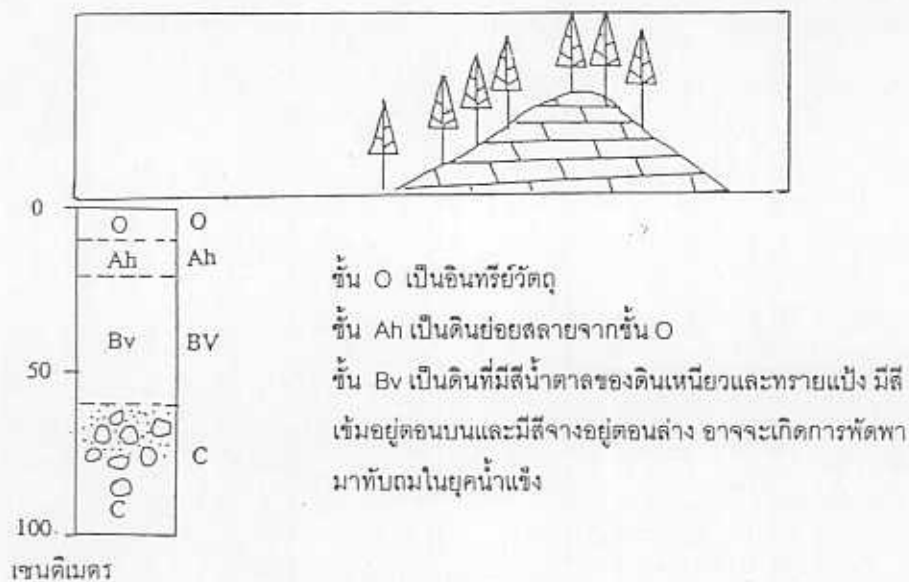


ภาพ 3 แสดงลักษณะพื้นที่บนที่ลาดชันที่ขุดศึกษาชั้นดิน

สภาพพื้นที่ที่เริ่มต้นมีการทำเกษตร เลี้ยงสัตว์ แกะ และปลูกป่าสนในช่วง 200 ปี ทำให้สามารถรักษาหน้าดินได้ ป่าสนที่ปลูกมีความสูงขนาดเดียวกัน เมื่อก่อนเลือกปลูก 2 พันธุ์ ได้แก่ สนคิฟเฟอร์ (Kiefer) เป็นสน 2 ใบ จะปลูกระดับความสูงต่ำ 800 เมตร จากระดับน้ำทะเลและสนฟิชเตอร์ (Fichter) ใบพุ่มมีก้านมาก สลับกับสนคิฟเฟอร์ และยังมีต้นบูกเคอร์ (Buche) เป็นไม้ผลัดใบตกลงบนดินมากและสลายตัวมีผลทำให้ดินมีความสมบูรณ์ แต่การย่อยสลายช้า อาจารย์ผู้สอนจึงตั้งคำถามให้นักคิดดังนี้

1. ถ้าไม่ปลูกต้นไม้จะเกิดอะไรขึ้น
2. ถ้าปลูกต้นสนราคาขายไม่ดีแล้วจะปลูกอะไร
3. ถ้าเป็นผู้วางแผนพัฒนาพื้นที่นี้จะทำอย่างไร
4. ถ้าจะปลูกพืชน่าจะปลูกพืชอะไรที่ขึ้นได้ดีในสภาพอากาศนี้

หลุมที่ 2 บริเวณเชิงเขาหินปูนที่ห่างออกไป

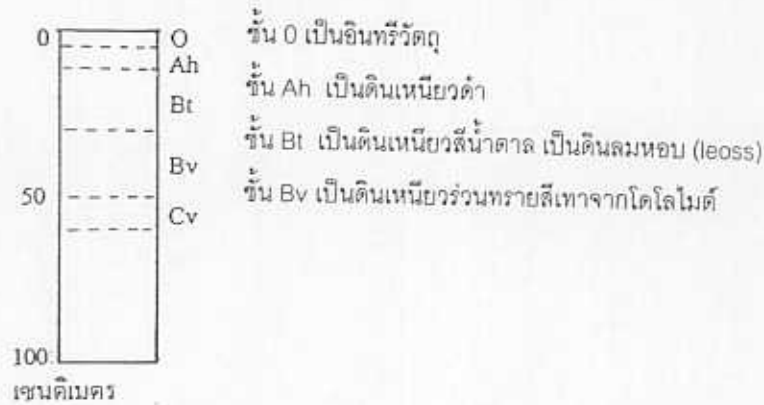


ภาพที่ 4 แสดงลักษณะพื้นที่ที่ขุดศึกษาชั้นดิน

สภาพพื้นที่ป่าที่มีเจ้าของบ้านยังใช้เป็นพื้นที่งูตม เก็บไม้ที่ตัดไว้ใช้ 2 ปี ข้อสังเกตลักษณะดินบริเวณนี้มีดังนี้

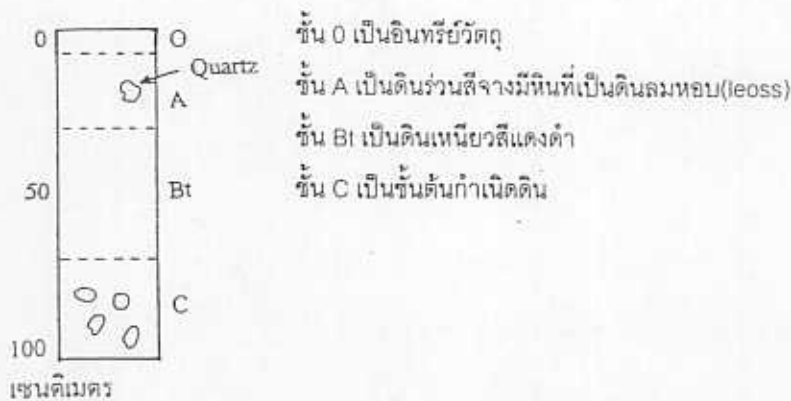
1. มีต้นสนขึ้นหนาแน่นและต้นบูกเคอร์ขึ้นได้ดีเนื่องจากชั้นดินหนา
2. ชั้น Bv เป็นดินสีน้ำตาลเป็นโครงสร้างมาตรฐานเขตอบอุ่น บริเวณนี้ใช้เวลานานับ 10,000 ปีที่ผ่านมา
3. เป็นหินปูนโดโลไมต์

หลุมที่ 3 อยู่บริเวณหน้ารับแสงอาทิตย์และทำการเกษตรเชิงเขาหินปูน



ลักษณะของดินเป็นดินทิ้งร้างเป่ามานาน หลังยุคน้ำแข็ง 10,000 ปี มีคนมาใช้พื้นที่ขุดพบ หินนำมาทับถมทำชั้นบันได ในยุคควอเทอร์นารี ในเขตหนาวจะเกิดการไหลของดิน (Solifluction) หลังจากนั้นสภาวะอากาศจะแห้งแล้งเกิดดินลมหอบ (leoss)

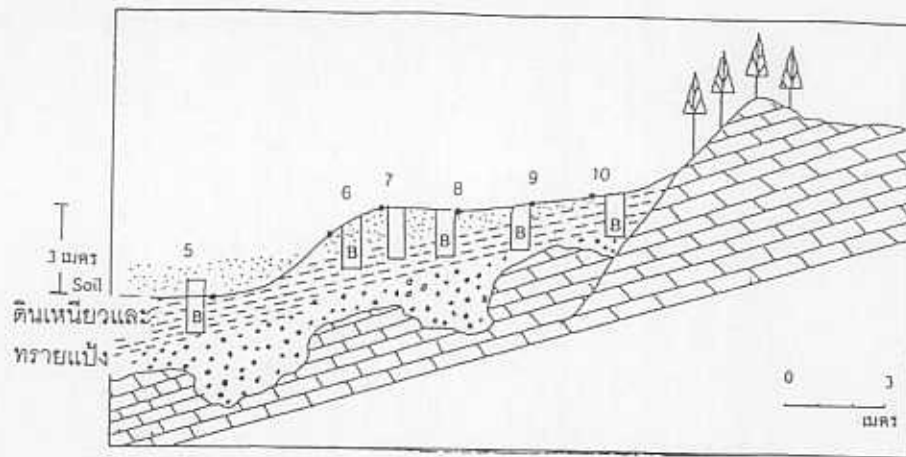
หลุมที่ 4 อยู่บริเวณหลังเขาและไม่ได้ทำการเกษตรเชิงเขาหินปูน



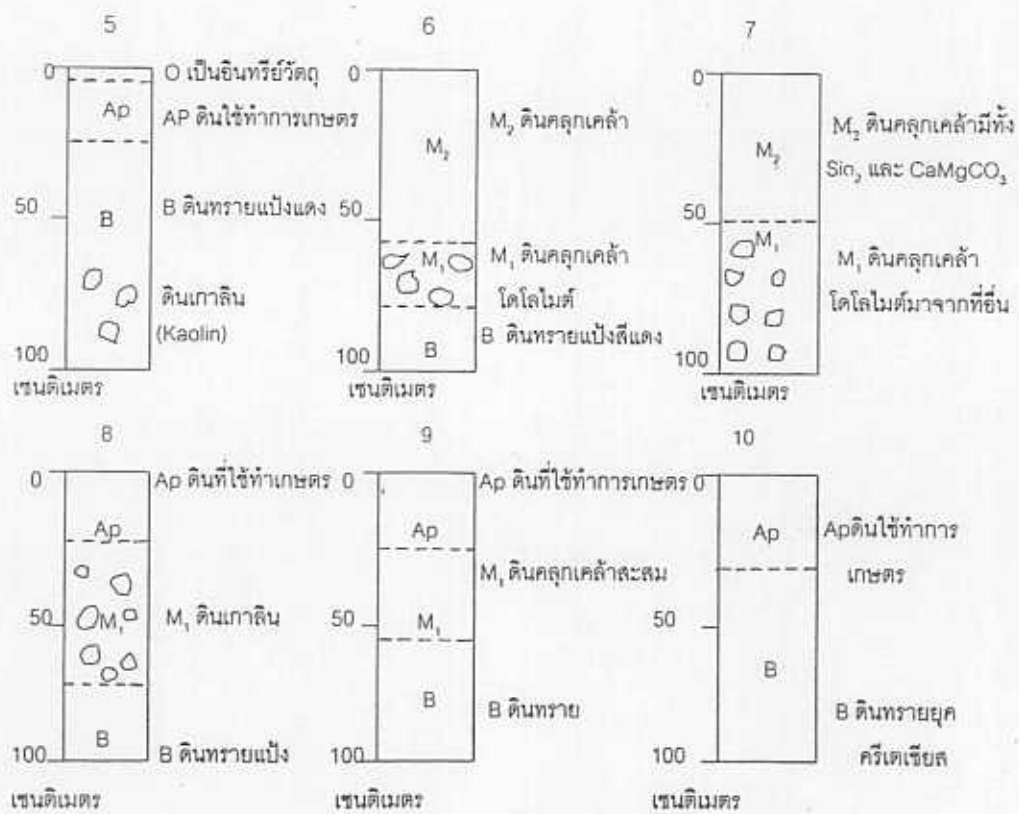
ลักษณะดินหนา 70 เซนติเมตร เป็นดินละเอียด มาจากดินลมหอบ (leoss) มีอินทรียวัตถุ อยู่ ชั้นบน เป็นดินที่ยังไม่ทำการเกษตร

หลุมที่ 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 ทำภาพตัดด้านข้างดินเนินเขาหินปูน

เลือกพื้นที่เจาะดินตามระดับลาดชันอีก 6 หลุม ได้แก่ หลุมที่ 5 - 10 เพื่อสร้างภาพตัดด้านข้างพื้นที่ปรากฏตามภาพ ซึ่งในหลุมที่ 6 และ 7 แสดงให้เห็นการทำเป็นเนินคูกุเคล้าเพื่อกันเป็น ชั้นบันไดไม่ให้ดินไหลลงไป และหลุมที่ 8, 9, 10 ใช้ทำการเกษตรบริเวณที่ราบชั้นบันได



ภาพที่ 5 แสดงภาพตัดด้านข้างพื้นที่เจาะดินตามระดับลาดชัน



- ศึกษาการทำแผนที่การใช้ที่ดินและพืชพรรณ

Prof. Pfeffer ได้ชี้แจงและแนะนำการทำแผนที่ธรณีสัณฐานกับลักษณะพื้นที่การใช้ที่ดิน โดยแนะนำการออกสำรวจพื้นที่ในแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 5,000 และกำหนดหมายเลขดังนี้

1. พื้นที่เกษตรในหุบเขา
2. พื้นที่เกษตรบริเวณสันเขา
3. พื้นที่เกษตรบริเวณภูเขา
4. พื้นที่เกษตรเปลี่ยนสภาพเป็นป่า
5. พื้นที่ชั้นบันไดและพื้นที่ป่า
6. ป่าไม้ผลัดใบ
7. ป่าสนมีชั้นบันได
8. พื้นที่เกษตรระหว่างภูเขา
9. พื้นที่ป่าทั่วไประหว่างภูเขา

เมื่อเดินสำรวจเสร็จทั้งสองตอนเช้าและตอนบ่ายก็นำมารวมกลุ่มทั้งหมด 3 กลุ่มให้พื้นที่ติดกัน โดยตกลงร่วมกันว่าจะกำหนดสัญลักษณ์อย่างไร ผลการประชุมทั้ง 3 กลุ่ม ปรากฏผลดังนี้

1. สัญลักษณ์ธรณีสัณฐาน



ภูเขา



หุบเขา



สันเขา



ชั้นบันได

2. สัญลักษณ์การใช้ที่ดิน



ป่าไม้ผลัดใบ

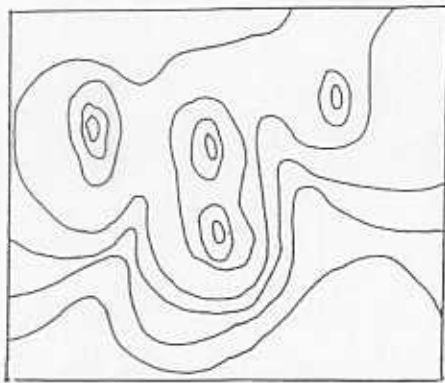


ป่าสน

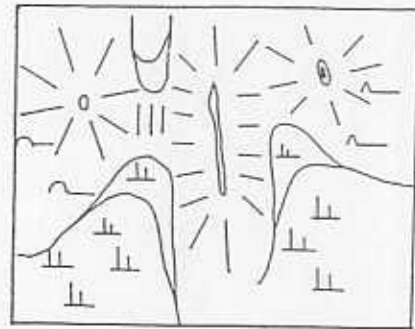


ทุ่งหญ้า

ใช้พลาสติกใต้อาบน้ำลงบนแผนที่แล้วจึงกำหนดสัญลักษณ์กรณีพื้นฐานและการใช้ที่ดินลงบนแผนที่แสดงการใช้ที่ดิน



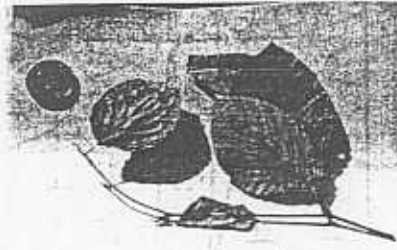
ภาพที่ 6 แสดงภูมิประเทศ



ภาพที่ 7 แสดงการใช้ที่ดิน

สรุปผลการศึกษาและปฏิบัติการภาคสนามทางภูมิศาสตร์เป็นวิชาบังคับพื้นฐานที่นิสิตวิชาเอกภูมิศาสตร์ต้องเรียน ทำให้เกิดความเข้าใจดังนี้

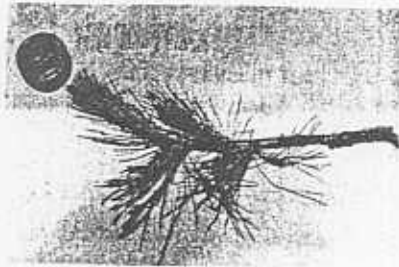
1. การสำรวจทางภูมิศาสตร์ใช้เวลาและความอดทนเก็บข้อมูลทุกสภาพภูมิประเทศเป็นการทดสอบตัวนิสิตว่ามีความสนใจอย่างแท้จริง ถ้าไม่ชอบก็เปลี่ยนวิชาเอกอื่น
2. การทำงานของอาจารย์ต้องเตรียมอุปกรณ์และข้อมูลให้กับนิสิตพร้อมที่จะให้นิสิตได้ปฏิบัติทุกวัน
3. การทำงานของนิสิตต้องเก็บข้อมูลและส่งงานที่เก็บข้อมูลกับอาจารย์ทุกวันทั้งปฏิบัติการ
4. แผนที่ภูมิประเทศที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติมาตราส่วน 1 : 50,000 ทำให้สะดวกต่อการเก็บข้อมูลได้ดีและการออกแบบทำแผนที่จากการเดินสำรวจ ทำให้นิสิตได้แสดงความคิดจากการจัดทำแผนที่กรณีพื้นฐานวิทยาใหม่



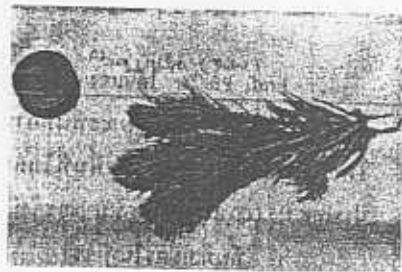
รูปที่ 23 ใบไม้ต้นบลูเคอร์



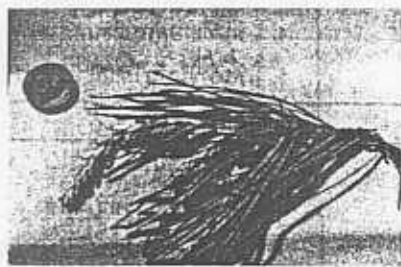
รูปที่ 24 พืชดอก



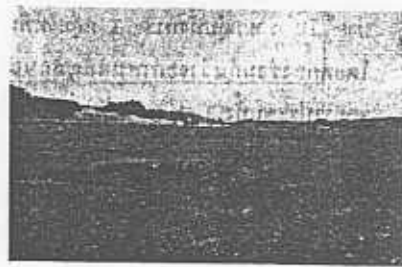
รูปที่ 25 ใบไม้ต้นสนพีชเชอร์



รูปที่ 26 ใบไม้ต้นสน



รูปที่ 27 ใบไม้ต้นสนคิฟเฟอร์



รูปที่ 28 แอ่งหลุมยุบหินปูน



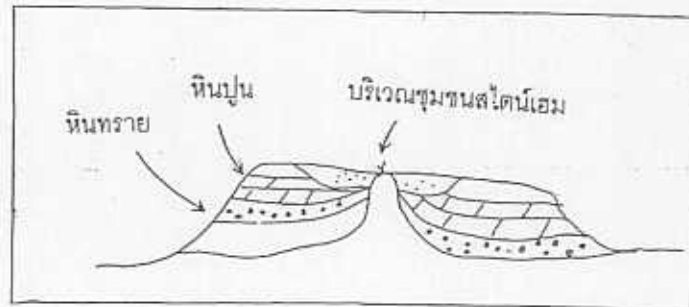
รูปที่ 29 สัณฐานอิโต้หินปูน



รูปที่ 30 น้ำพุในหินปูน

2. ที่ราบสูงชวาบิลเซ แอปป์

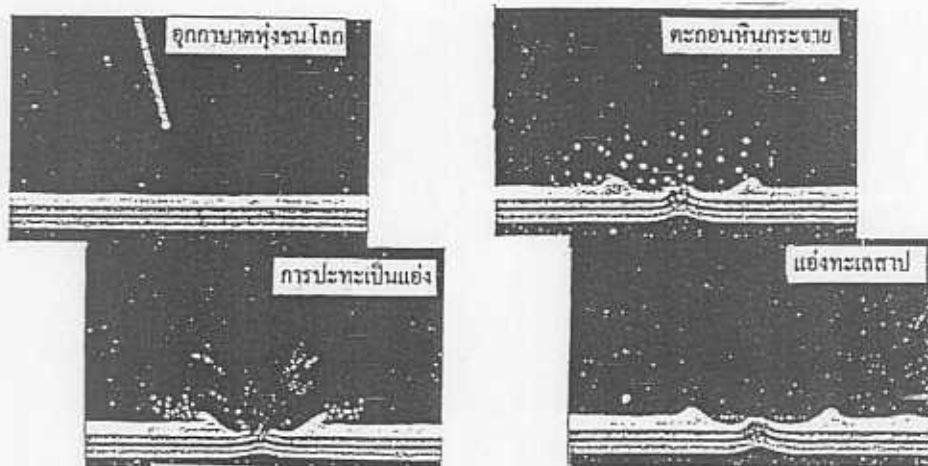
ที่ราบสูงชวาบิลเซ แอปป์ บริเวณชุมชนสไตน์เฮม ในการศึกษาภูมิประเทศคาร์สต์ใน
ครั้งนี้ Prof. Pfeffer ได้นำนักศึกษา 1 คนไปดูพื้นที่หินปูน ซึ่งตั้งอยู่บริเวณที่ราบสูงชวาบิลเซ แอปป์
มีลักษณะแบบเขาสันอีโต้ (Cuesta) ระดับความสูงจากน้ำทะเล 660 เมตร



ภาพที่ 8 โครงสร้างชุมชนสไตน์เฮม

พื้นที่เมืองสไตน์เฮม จะเป็นแอ่งที่เกิดจากอุกกาบาต (Cosmic parts) พุ่งชนพื้นโลกเรียกว่า
"Meteor Crater" เกิดเป็นแอ่ง ตอนกลางจะมีหินปูนและหินทรายที่อยู่ตอนล่างเกิดแรงดันขึ้นมา
บริเวณ โดยรอบจะมีน้ำท่วมขัง ในช่วง 15 ล้านปีที่ผ่านมา ผลที่เกิดจากการกระแทกของ
อุกกาบาตตอนบนพื้นโลกทำให้หินปูน หินทราย ตอนล่างในยุคยูเรสติกไหลขึ้นตอนกลางของแอ่ง
ต่อมาวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต หอยและสัตว์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเก็บไว้ในฟอสซิล และการ
พัฒนาพื้นที่หินปูนสำหรับใช้พื้นที่ทำการเกษตรรวมทั้งเกิดลักษณะหินปูนเป็นแอ่งหินปูน (Doline)

สภาพพื้นที่หินปูนจะมีน้ำพุ (Spring) เกิดขึ้นจากใต้ดิน ไหลขึ้นที่ผิวดิน ซึ่งปัญหาน้ำพุมี
สารปนเปื้อน เช่น ไนเตรท เกิดจากการตั้งชุมชน และการเลี้ยงสัตว์ จะเป็นปัญหาการใช้ น้ำบริเวณ
พื้นที่หินปูนจึงต้องทำการศึกษาวิจัยปัญหาน้ำในเขตภูมิประเทศคาร์สต์ ซึ่งเป็นปัญหาที่นักศึกษา
ภูมิศาสตร์สนใจในทุก ๆ ด้าน



รูปที่ 31 แสดงอุกกาบาตพุ่งชนเมือง Steinheim

ภูมิประเทศคาร์สต์ในเขตตอนบนมีลักษณะฐานแบบโดม และแบบเขาอีโต้ เกิดขึ้นในยุคยูเรสสิกในเยอรมันนี และยุคเปอร์เมียนในญี่ปุ่น การใช้ประโยชน์ของภูมิประเทศคาร์สต์ นำไปใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติ บริเวณที่ราบสูงหินปูนประเทศญี่ปุ่น จะเป็นหินปูนเนื้อแคลซิก เกิดละลายเนื้อหินเป็นโพรงถ้ำที่ใหญ่ มีการยุบตัวเป็นหลุมยุบ และมีหินใล้รวมทั้งจัดสร้างพิพิธภัณฑ์คาร์สต์ทำให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติของเมืองอะคิโยชิ จังหวัดยามากูชิ ที่สำคัญและใหญ่ที่สุดของประเทศญี่ปุ่นสำหรับบริเวณที่ราบสูงแฟรงคิสเซ แอปัล และที่ราบสูงชวาบิลเซ แอปัล ประเทศเยอรมันนี เป็นหินปูนเนื้อโดโลไมติก ทนทนต่อการทำปฏิกิริยา จึงไม่ค่อยมีถ้ำที่สวยงามแต่ก็มีหลุมยุบ เสาหินปูนและน้ำพุ ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยต้นสน แต่อย่างไรก็ตามจากสภาพการเกิดหินปูนที่ชวาบิลเซ แอปัล เกิดจากการพุ่งชนของดาวตกทำให้มีการศึกษาการเกิดหินปูนที่ปะทุขึ้นมาจากแรงดันชั้นใต้โลกเกิดเป็นแอ่งหลุมและพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตก็เกิดขึ้น ทางเมืองสไตน์เฮมได้สร้างพิพิธภัณฑ์ให้นักท่องเที่ยวได้เข้าชมและสำหรับที่ราบสูงแฟรงคิสเซ ที่เมืองโคนิค สไตน์ ก็เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติเพื่อการศึกษาพืชพรรณในเขตหินปูน

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. การกำหนดพื้นที่วิจัย

บริเวณถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำช้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช เป็นถ้ำที่มีช่องแนวเขตติดต่อกันของภูเขาหน้าได้บอบบริเวณวัดถ้ำสุมะโน อ.เมือง จ.พัทลุง เนื่องจากเป็นถ้ำที่มีหลากหลายของสิ่งฐานคาร์สต์ และมีเส้นทางเข้าถึงภายในถ้ำสำหรับนักท่องเที่ยวได้สะดวก

2. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ชนิดของลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ ประกอบด้วย โพรงหิน หินงอก หินย้อย หินเสา หินไหล แอ่งน้ำชั้นบันได น้ำใต้ดินและอื่น ๆ

3. วิธีการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างสิ่งฐานคาร์สต์เป็นแบบเจาะจงทั้งหมด แล้วคัดเลือกลักษณะสิ่งฐานคาร์สต์ที่สำคัญและเด่น

4. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

- 4.1 แปลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมของพื้นที่หินปูนบริเวณจังหวัดพัทลุง
- 4.2 สำรวจและวัดขนาดถ้ำน้ำลอดบริเวณวัดถ้ำสุมะโนและชนิดของลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในบริเวณวัดถ้ำสุมะโน ประกอบด้วยลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดจากการกัดเซาะละลายและทับถมของตะกอน สารละลายแคลไซต์ เช่น โพรง หินงอก หินย้อย เสาหิน แอ่งน้ำชั้นบันได และอื่น ๆ
- 4.3 วัดระยะทางโดยใช้เทปวัดระยะและทิศทางโดยใช้เข็มทิศสนามเพื่อกำหนดตำแหน่งของลักษณะถ้ำน้ำลอดและลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์และกำหนดลงบนแผนที่เส้นทางภายในถ้ำเพื่อคัดเลือกลักษณะสิ่งฐานที่มีลักษณะสำคัญและลักษณะเด่นเรียงลำดับ 5 ตำแหน่ง ลงบนแผนที่ที่ทำบนโต๊ะเขียนแผนที่
- 4.4 ถ่ายภาพลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ เพื่อนำมาเขียนข้อมูลประกอบการบรรยาย โดยใช้ข้อมูลจากการค้นคว้าเอกสารและข้อมูลจากภาคสนาม
- 4.5 วัดพิภคของปากถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำช้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช

5. เครื่องมือที่ใช้

- 5.1 ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 5 โดยผสมแบนด์ 4, 5, 2 โดยเลือกพื้นที่จังหวัดพัทลุง ระวังแนว 128 – 55 และ 129 – 55 ตามดัชนีระวางของภาพถ่ายจากดาวเทียม
- 5.2 เครื่องมือวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) ใช้วัดพิกัดบริเวณปากถ้ำ ทั้ง 4 แห่ง
- 5.3 เข็มทิศสนาม เพื่อวัดทิศทางของเส้นทางภายในถ้ำ
- 5.4 เทปวัดระยะ เพื่อวัดระยะทางภายในถ้ำ
- 5.5 กล้องถ่ายรูป ใช้เก็บข้อมูลภาพสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำ
- 5.6 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และโปรแกรม Arc
- 5.7 เครื่องสแกน (Scanner) เพื่อเก็บข้อมูลจากแผนที่ที่ทำจากโต๊ะเขียนแผนที่ ทำการป้อนเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 5.8 เครื่องเขียนแผนที่ ได้แก่ ปากกาเขียนแผนที่ กระดาษลอกลาย และอื่น ๆ

6. ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล

- 6.1 การทำแผนที่ถ้ำน้ำลอด และตำแหน่งสันฐานคาร์สต์
 - 6.1.1 การทำแผนที่ด้วยมือและเครื่องเขียนเป็นต้นฉบับ โดยใช้ข้อมูลที่เก็บจากภาคสนาม จากการวัดระยะทางและทิศทาง ลงในกระดาษลอกลาย ขนาดมาตราส่วน 1 : 500
 - 6.1.2 คัดลอกแผนที่ต้นฉบับ โดยใช้เครื่องสแกน (Scanner) เก็บเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม Arc-Catalog แล้วนำมาป้อนข้อมูล (Digitize) 3 ลักษณะ ได้แก่ แบบพื้นที่ (Polygon) คือบริเวณทางน้ำและขอบเขตถ้ำ แบบเส้น (Line) คือบริเวณทางเดินและมาตราส่วนระยะราบและตั้ง แบบจุด (Point) เป็นจุดตำแหน่งของสันฐานคาร์สต์ภายในถ้ำ
 - 6.1.3 จัดเก็บข้อมูลลงใน personal geodatabase เป็นชั้นข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่
 - ขอบเขตถ้ำ
 - ทางน้ำภายในถ้ำ
 - พิกัดของถ้ำ
 - ทางเดินภายในถ้ำ
 - ตำแหน่งสันฐานภายในถ้ำ
 - มาตราส่วนระยะราบและตั้ง
- 6.2 จำแนกลักษณะธรณีสันฐานคาร์สต์ โดยจัดบันทึกลงในตารางประเภทต่าง ๆ แสดงชนิดสันฐานคาร์สต์ จำนวนสันฐานคาร์สต์ และรูปร่างสันฐานคาร์สต์

- 6.3 การทำแผนที่จากฐานข้อมูลเดิม โดยจำแนกสัญญาณคาร์สต์ทั่วไปกับสัญญาณคาร์สต์ที่สำคัญให้กระจายลงบนแผนที่
- 6.4 การทำแผนที่จากฐานข้อมูลเดิม โดยแสดงสัญญาณคาร์สต์ที่สำคัญและสัญญาณเด่นกระจายลงบนแผนที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 6.5 กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในแผนที่ที่จะติดตั้งสื่อบรรยายความรู้ตามชนิดของลักษณะสัญญาณคาร์สต์ภายในถ้ำสำหรับนักท่องเที่ยว

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดหัวข้อการวิเคราะห์ข้อมูลไว้

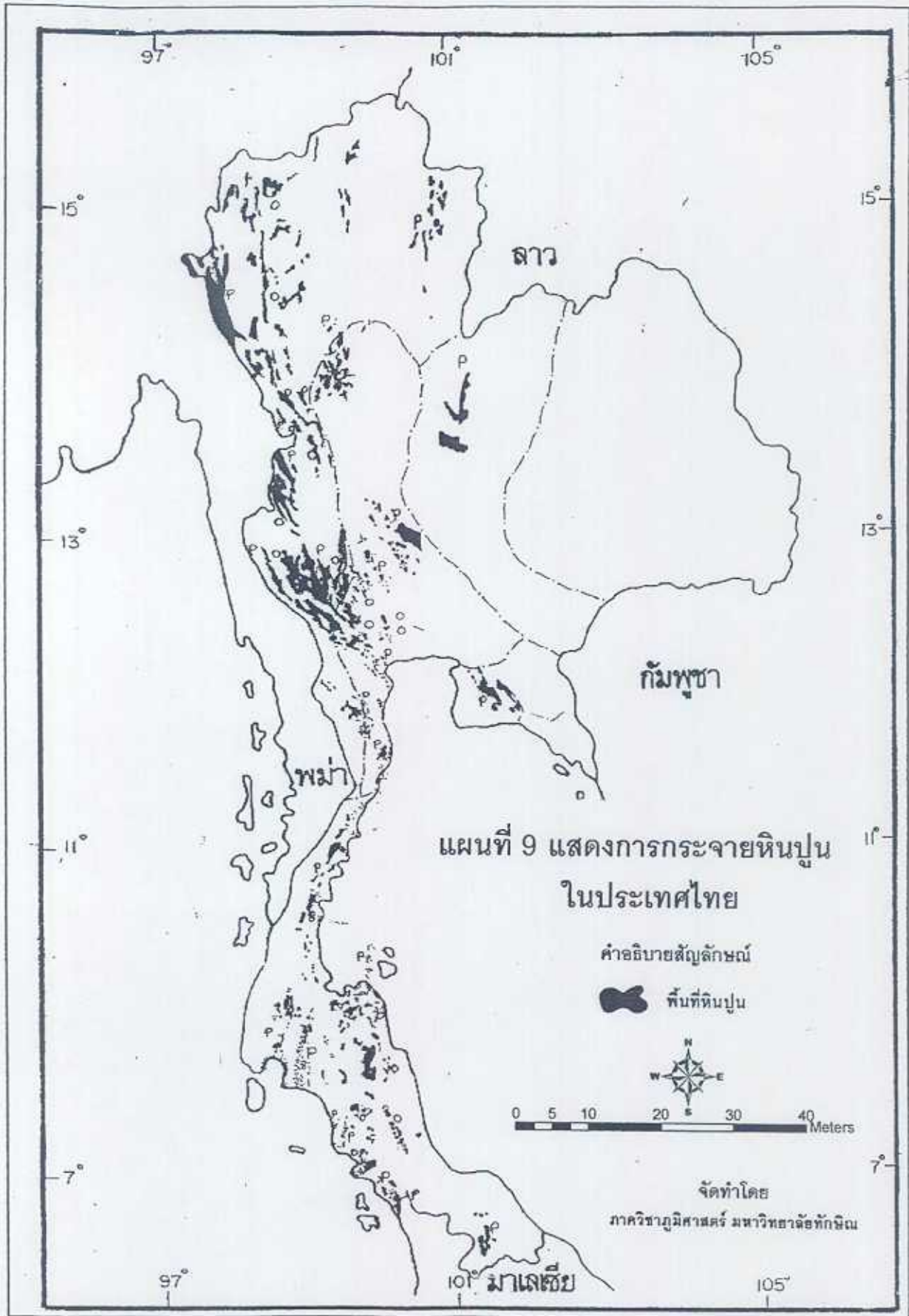
1. การจำแนกพื้นที่หินปูน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม
2. การทำแผนที่ภายในถ้ำน้ำลอด
3. การจำแนกชนิดของธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอด
4. การเลือกสัณฐานคาร์สต์ที่สำคัญภายในถ้ำน้ำลอด
5. การเลือกสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอดที่มีลักษณะเด่น
6. การเลือกตำแหน่งที่พร้อมติดตั้งสื่อสำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในแผนที่

1. การจำแนกพื้นที่หินปูนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม

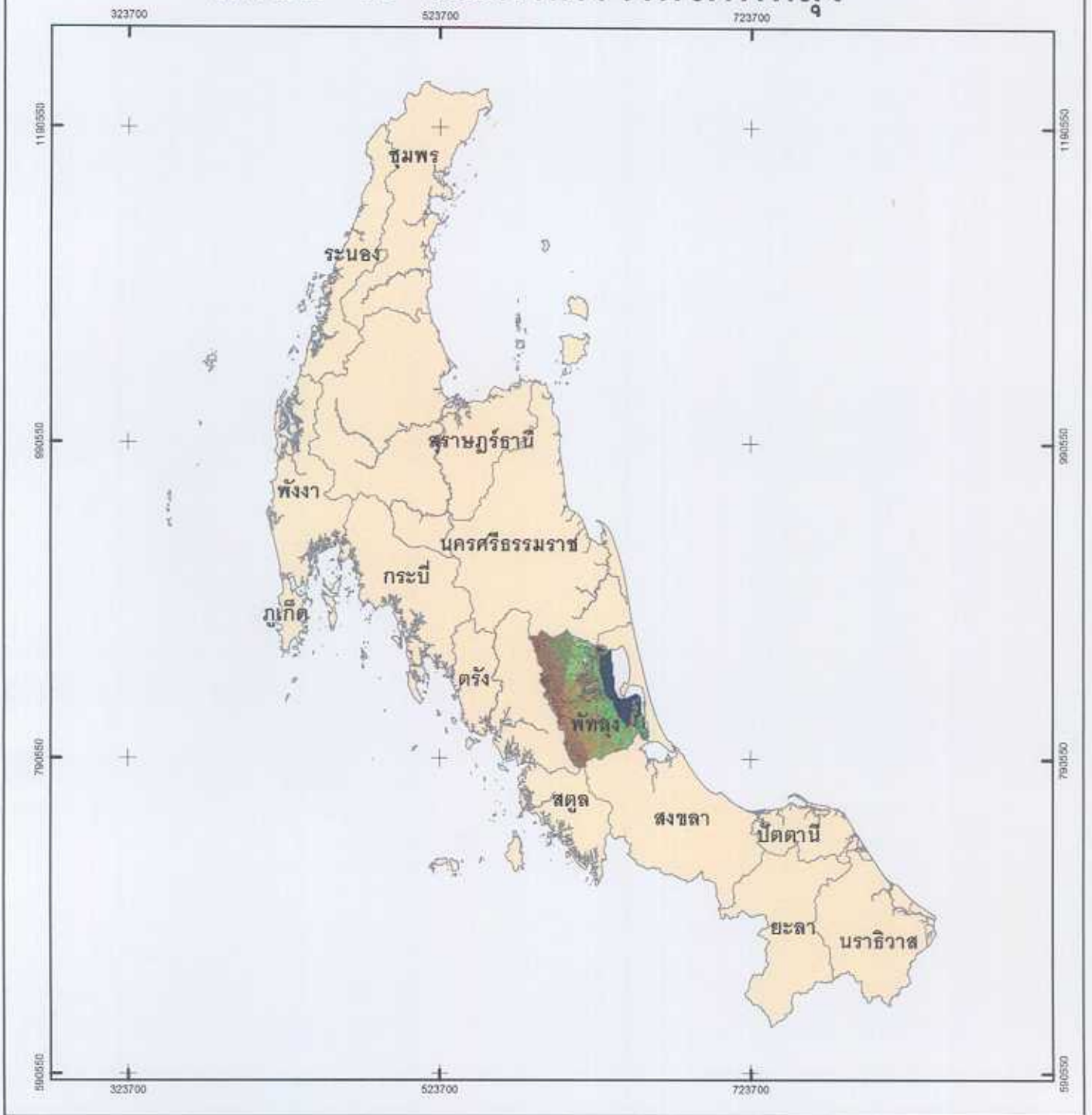
จังหวัดพัทลุงตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกของไทย ตามอาณาเขตที่ตั้งปรากฏอยู่ในแผนที่ 10 โดยแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 10 อำเภอ และ 1 กิ่งอำเภอ ได้แก่ อำเภอควนขนุน อำเภอเมืองพัทลุง อำเภอเขาชัยสน อำเภอบางแก้ว อำเภอปากพะยูน อำเภอป่าบอน อำเภอตะโหมด อำเภอกงหรา อำเภอศรีบรรพต อำเภอป่าพะยอม และ กิ่งอำเภอ ศรีนครินทร์ ปรากฏในแผนที่ 11

ลักษณะภูมิประเทศคาร์สต์ของจังหวัดพัทลุง เมื่อแปลผลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 ของปี พ.ศ. 2540 ของการผสมแบนด์ 4, 5, 2 สามารถเห็นความแตกต่างของภูเขา ที่ราบ และแหล่งน้ำ ซึ่งพื้นที่ภูเขาจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลทางด้านตะวันตกของจังหวัดพัทลุง เป็นแนวเขาบรรทัดของเทือกเขานครศรีธรรมราช รูปแบบของภูเขาหินปูนจะมีลักษณะเป็นเขาตะปุ่มตะป่ำ และใช้แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ประกอบการแปลผลโดยพิจารณาจากเส้นชั้นความสูงจะมีความลาดชันสูง มีการกระจายเป็นแนวทิศเหนือ-ใต้ และประกอบกับการใช้แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1 : 250,000 ทำให้สามารถจำแนกหินปูนออกเป็น 2 ยุค ได้แก่ยุคออร์โดวิเซียน อยู่เป็นแนวทางตะวันตก ประกอบด้วยเขาปู่ ทิวยางแตก เขาน้ำได้บ่อ เขาคราม เขาวัง เขาก้า เขาในวัง เขาหัวช้าง และยุคเปอร์เมียนเป็นแนวทางตะวันออก ประกอบด้วย เขาอ้อ เขาวัง เขาชัยบุรี เขาพังอิฐ เขาก้ามาลัย เขาชัยสน เกาะเข็ม เกาะยายโล ปรากฏตามแผนที่ 12 และ 13

พื้นที่เขาน้ำได้บ่ออยู่ในกิ่งอำเภอศรีนครินทร์ เป็นที่ตั้งของวัดถ้ำสุมะโน ปรากฏตามแผนที่ 14 และ 15 โดยมีอาณาเขตของวัดถ้ำสุมะโน ประกอบด้วย ภูเขา 2 ลูก ด้านหน้าจะเป็นภูเขาหินปูนขนาดเล็ก เป็นที่ตั้งของวัดถ้ำสุมะโน ด้านหลังเป็นที่ตั้งของเขาน้ำได้บ่อ โดยมีถ้ำที่สำคัญที่ทะลุถึงกัน คือ ถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำช้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช ปรากฏตามแผนที่ 16



แผนที่ 10 แสดงที่ตั้งจังหวัดพัทลุง



คำอธิบายสัญลักษณ์



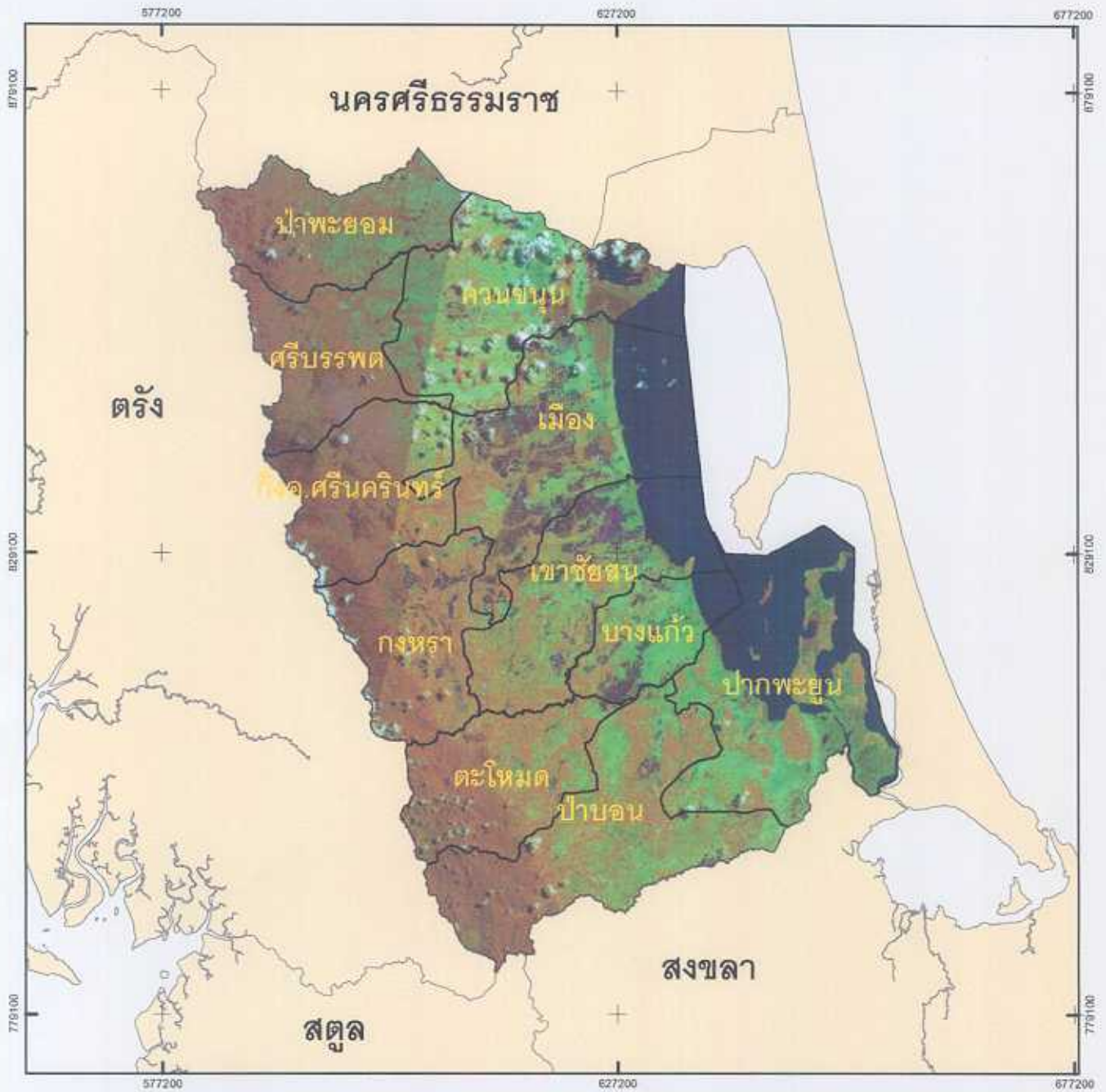
ขอบเขตจังหวัด



จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

แผนที่ 11 แสดงขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ จังหวัดพัทลุง



คำอธิบายสัญลักษณ์

 ขอบเขตอำเภอ

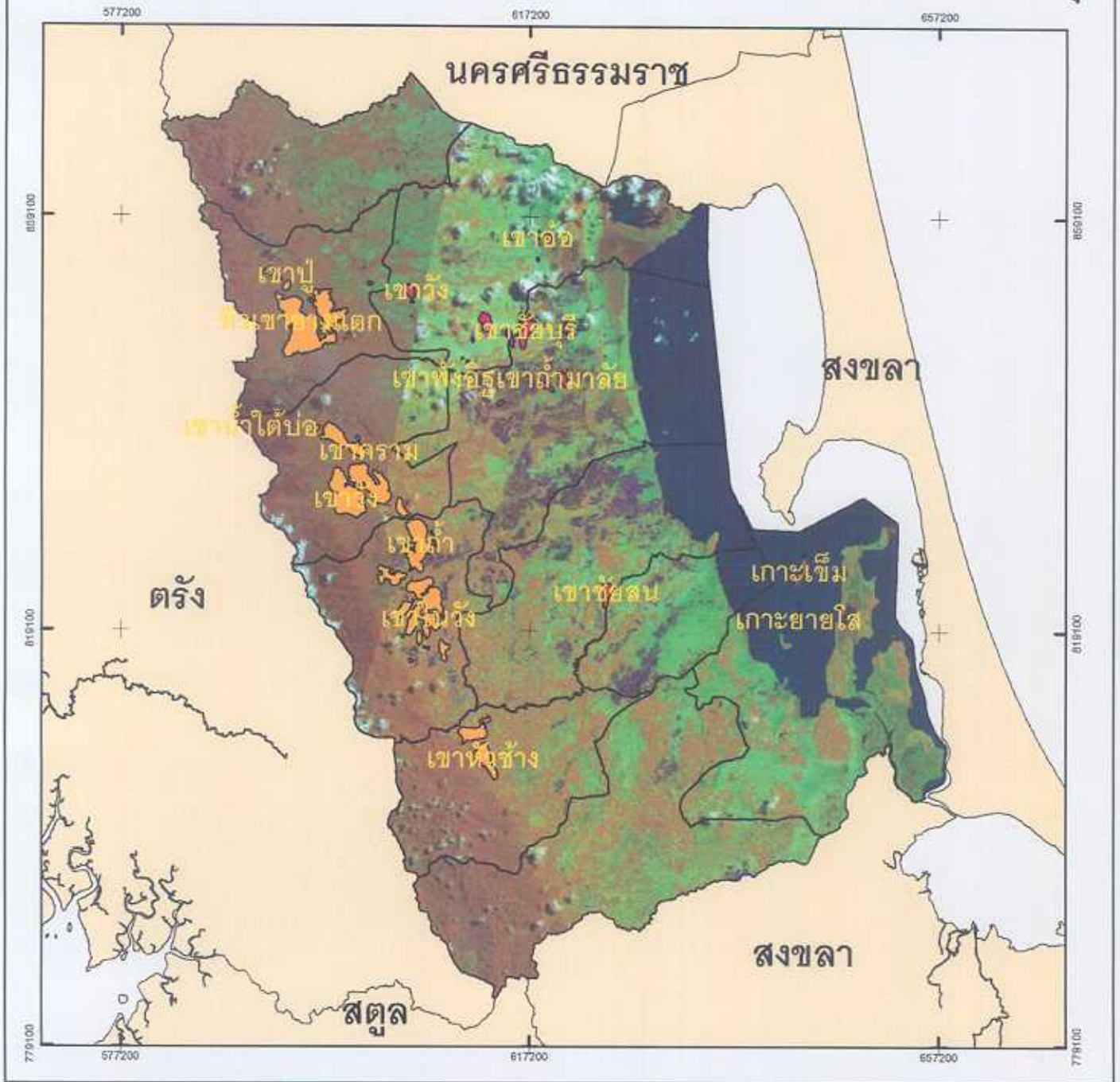


 Meters
0 5 10 20 30 40

จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

แผนที่ 12 พื้นที่หินปูนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม จังหวัดพัทลุง



คำอธิบายสัญลักษณ์

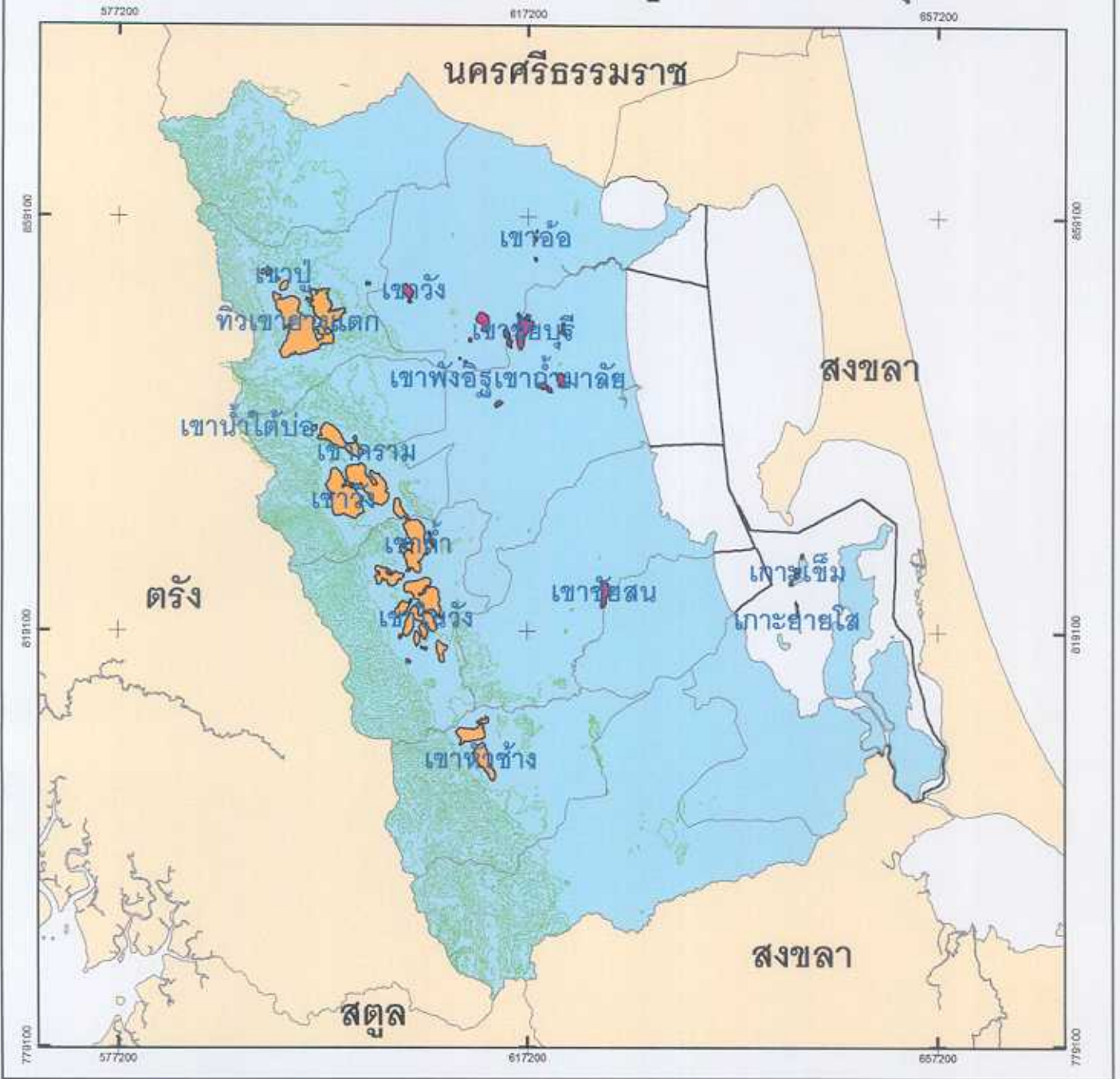
-  ขอบเขตอำเภอ
-  จังหวัดข้างเคียง
-  หินปูนยุคเปอร์เมียน
-  หินปูนยุคออร์โดวิเชียน



จัดทำโดย

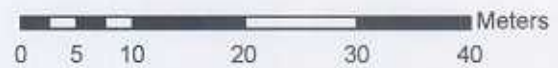
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

แผนที่ 13 แสดงพื้นที่หินปูน จังหวัดพัทลุง



คำอธิบายสัญลักษณ์

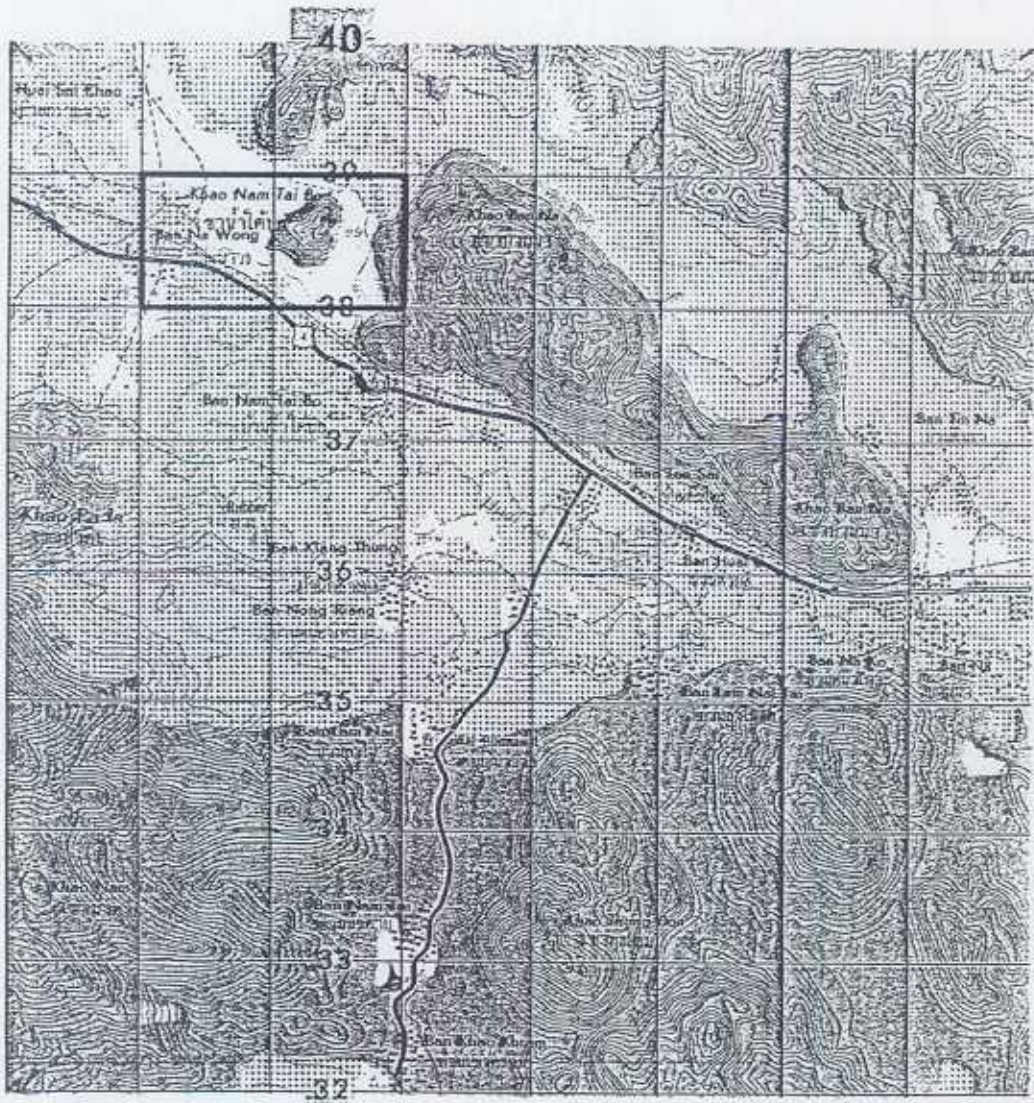
- | | | | |
|--|------------------------|--|------------------|
| | ขอบเขตอำเภอ | | จังหวัดพัทลุง |
| | หินปูนยุคออร์โดวิเชียน | | เส้นชั้นความสูง |
| | หินปูนยุคเปอร์เมียน | | จังหวัดข้างเคียง |



จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

แผนที่ 15 แสดงลักษณะภูมิประเทศ บริเวณเขาน้ำได้บ่อ



คำอธิบายสัญลักษณ์



เส้นชั้นความสูง

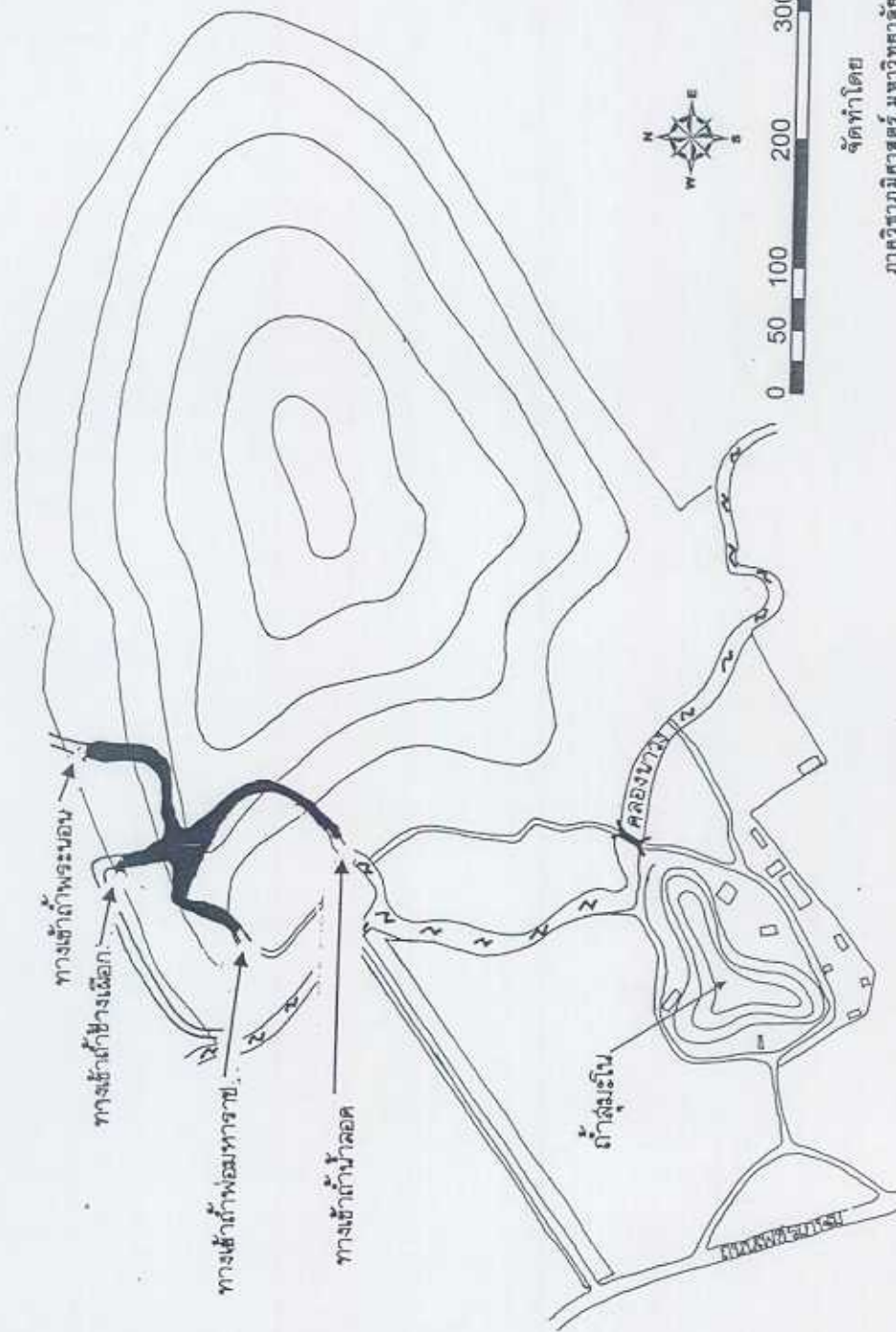


0 400 800 1,600 2,400 3,200 Meters

จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

แผนที่ 16 แสดงที่ตั้งบริเวณถ้ำน้ำลอด - พระนอน - ช้างเผือก - พ่อมหาราช



จัดทำโดย
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

2. การทำแผนที่ภายในถ้ำน้ำลอด

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการทำแผนที่ภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน ออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

1.1 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

- การใช้เข็มทิศสนามเพื่อหาตำแหน่งและทิศทางภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน
- ใช้เทปวัดระยะเพื่อวัดระยะทางทั้งด้านกว้างและด้านยาวภายในบริเวณถ้ำน้ำลอด
- ใช้เครื่องวัดพิกัด (GPS) เพื่อจับตำแหน่งของปากถ้ำ เพื่อนำไปอ้างอิงกับตำแหน่งจริงบนพื้นโลก
- สเก็ตภาพของขอบเขตถ้ำและลักษณะของสิ่งฐานต่าง ๆ ภายในถ้ำน้ำลอด

1.2 การทำแผนที่ด้วยมือ

- นำเข้าข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาประกอบเป็นแผนที่ โดยนำเอาข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยเข็มทิศ เทปวัดระยะ และภาพสเก็ตของถ้ำน้ำลอดมาวางโครงร่างของแผนที่ตามมาตราส่วนที่เหมาะสม
- นำแผนที่ที่ได้จากการวางโครงร่างแผนที่มาใส่องค์ประกอบของแผนที่ คือ สัญลักษณ์ของสิ่งฐานต่าง ๆ ภายในถ้ำ มาตราส่วนระยะแนวตั้ง มาตราส่วนระยะแนวราบ ทิศเหนือ ทิศทางภายในถ้ำน้ำลอด ชื่อแผนที่ สารบัญระวางติดต่อก
- คัดลอกแผนที่ใหม่เพื่อความเรียบร้อย และสวยงาม

2. ขั้นตอนการทำแผนที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1 การนำเข้าข้อมูล

- นำแผนที่ของถ้ำน้ำลอดที่ทำด้วยมือมา Scan ด้วยเครื่อง Scanner แล้วจึงจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม ArcCatalog
- การนำเข้าพิกัดอ้างอิง โดยนำเข้าในรูปของค่าพิกัด X, Y ของแต่ละจุดตามแต่ละสถานที่ที่จับพิกัด ซึ่งมีทั้งหมด 4 บริเวณด้วยกัน คือ บริเวณปากถ้ำน้ำลอด ถ้ำช้างเผือก ถ้ำพ้อมหาราช และถ้ำพระนอน เพื่อที่จะสามารถอ้างอิงตำแหน่งแผนที่ของถ้ำกับตำแหน่งจริงบนพื้นโลกได้ แล้วจัดเก็บในชื่อ Cave_gcp

- นำแผนที่ถ้ำน้ำลอดที่ตริ่งพิกัตแล้วมา Digitize ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

Digitize แบบ Polygon คือ คือบริเวณขอบเขตถ้ำและขอบเขตทางน้ำ

Digitize แบบ Line คือ บริเวณเส้นทางเดินภายในถ้ำและมาตราส่วนระยะแนวตั้งทั้ง 2 มาตราส่วน

Digitize แบบ Point ในรูปของตาราง คือหลักฐานภายในถ้ำน้ำลอด โดยจะแบ่งออกเป็นหลักฐานทั่วไป หลักฐานที่สำคัญและหลักฐานที่เด่น

- การจัดเก็บข้อมูล หลังจากที่ได้ Digitize ข้อมูลแต่ละชั้นแล้วจัดเก็บชั้นข้อมูลลงใน Personal Geodatabase ในไดร์ D : โดยแยกจัดเก็บชั้นข้อมูลในชื่อ ดังนี้

ขอบเขตถ้ำ	จัดเก็บในชื่อ	Cave_bound
ขอบเขตทางน้ำ	จัดเก็บในชื่อ	Cave_channal
เส้นทางเดินภายในถ้ำ	จัดเก็บในชื่อ	Cave_path
หลักฐานภายในถ้ำ	จัดเก็บในชื่อ	Cave_point
มาตราส่วนระยะแนวตั้ง	จัดเก็บในชื่อ	Cave_scale1, Cave_scale2

2.2 การวางโครงร่างแผนที่

1. แผนที่ แสดงขอบเขตภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณถ้ำสุมะโน

1) เลือกข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ ซึ่งประกอบด้วยชั้นข้อมูลขอบเขตถ้ำ (Cave_bound) , ชั้นข้อมูลขอบเขตทางน้ำ (Cave_channal) , ชั้นข้อมูลเส้นทางเดินภายในถ้ำ (Cave_path), ชั้นข้อมูลมาตราส่วนระยะแนวตั้ง (Cave_scale1 , Cave_scale2) จากโปรแกรม ArcCatalog ด้วยคำสั่ง Add หลังจากดึงข้อมูลมาจากรฐานข้อมูลแล้วจึงปรับแก้สีและขนาดของแผนที่ตามความเหมาะสม ซึ่งสีที่สมควรเป็นสีที่มีความชัดเจนและเป็นธรรมชาติ

2) ใส่องค์ประกอบของแผนที่ ซึ่งองค์ประกอบของแผนที่ มี ดังนี้

- Grid โดยใช้ชุดคำสั่ง View → Data Frame Properties → Grid → New Grid เลือกลักษณะของ Grid ตามความเหมาะสม

- ทิศเหนือ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → North Arrow เลือกลักษณะของทิศเหนือตามความเหมาะสม

- มาตราส่วนระยะแนวราบ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Scale Bar เลือกลักษณะของมาตราส่วนระยะแนวราบตามความเหมาะสม

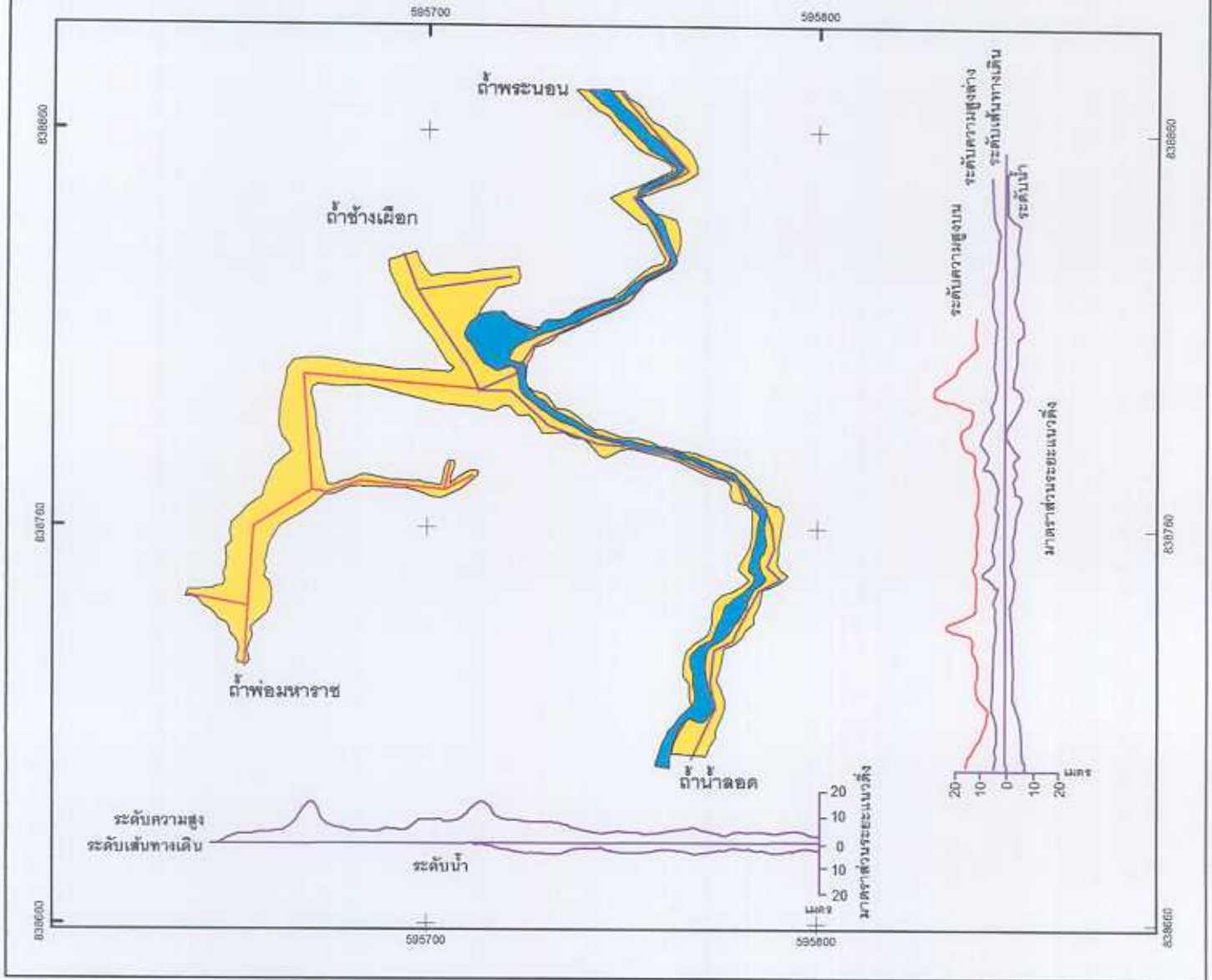
- ชื่อแผนที่ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Title พิมพ์ชื่อแผนที่พร้อมทั้งเลือกลักษณะต่าง ๆ ของชื่อแผนที่ตามความเหมาะสม

- คำอธิบายแผนที่ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อถ้ำ คำอธิบายมาตราส่วน ที่มาของข้อมูล ชื่อผู้จัดทำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Text พิมพ์และเลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม




- สัญลักษณ์ของแผนที่ ซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ขอบเขตถ้ำ สัญลักษณ์ขอบเขตทางน้ำ สัญลักษณ์เส้นทางเดินภายในถ้ำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Legend เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ เลือกจำนวนแถวและสดมภ์ที่จะแสดงสัญลักษณ์ แล้วพิมพ์ข้อความอธิบายสัญลักษณ์ พร้อมทั้งเลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสมแล้วจึงเลือกสัญลักษณ์ที่ต้องการพร้อมทั้งกำหนดลักษณะของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

3) จัดวางโครงร่างแผนที่ตามความเหมาะสม ปรากฏตามแผนที่ 17

แผนที่ 17 แสดงขอบเขตภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน



คำอธิบายสัญลักษณ์

-  เส้นทางเดินภายในถ้ำ
-  ขอบเขตทางน้ำ
-  ขอบเขตของถ้ำ



ที่มาของข้อมูล

การสำรวจภาคสนาม ด้วยเข็มทิศ เทป และเครื่องวัดพิกัด
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

3. การจำแนกชนิดของธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอด

ธรณีสัณฐานคาร์สต์พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 13 ชนิด ดังนี้

1. หินงอก มีจำนวนทั้งหมด 13 แห่ง ประกอบด้วยรูปร่างแบบโดม 4 แห่ง รูปแท่งเสา 5 แห่ง รูปจอมปลวก 3 แห่ง และรูปกลม 1 แห่ง
2. หินย้อย มีจำนวนทั้งหมด 51 แห่ง ประกอบด้วย รูปร่างแบบเห็ด 6 แห่ง รูปแท่ง 9 แห่ง รูปเข็ม 5 แห่ง รูปหอก 1 แห่ง รูปม่าน 13 แห่ง รูปโคมไฟ 1 แห่ง รูปดอกบัวคว่ำ 1 แห่ง รูปรังผึ้ง 3 แห่ง รูปกริช 3 แห่ง รูปแคน 1 แห่ง รูปกำแพง 2 แห่ง รูปน้ำตก 3 แห่ง รูปร่ม 2 แห่ง รูปคลื่น 1 แห่ง
3. หินไหล มีจำนวนทั้งหมด 25 แห่ง ประกอบด้วย รูปน้ำตกแห้ง 6 แห่ง รูปน้ำตกชั้นบันได 1 แห่ง รูปน้ำไหล 10 แห่ง รูปม่าน 2 แห่ง รูปหนวดฤๅษี 2 แห่ง รูปสไบ 1 แห่ง รูปเห็ด 1 แห่ง รูปเจดีย์ 2 แห่ง
4. หินเสา มีจำนวนทั้งหมด 2 แห่ง เป็นรูปร่างแบบรูปเสา 2 แห่ง
5. บ่อชั้นบันได มีจำนวนทั้งหมด 3 แห่ง ประกอบด้วย รูปคันทนา 1 แห่ง รูปชั้นบันได 2 แห่ง
6. โทรงมีจำนวนทั้งหมด 33 แห่ง ประกอบด้วย รูปห้องประชุม 3 แห่ง รูปกะโหลก 1 แห่ง รูปตะเกียงโบราณ 1 แห่ง รูปกระทะ 1 แห่ง รูปเสี้ยวพระจันทร์ 1 แห่ง รูปไก่ 1 แห่ง รูปท่อระบายน้ำ 2 แห่ง รูปอุโมงค์ 4 แห่ง รูปห้องไดน้ำ 4 แห่ง รูปโรงแรงน้ำชั้นบันได 2 แห่ง รูปทรงรี 1 แห่ง รูปประตูเข้าถ้ำ 1 แห่ง รูปโดม 2 แห่ง รูปห้องเล็ก 5 แห่ง รูปห้องโถง 1 แห่ง รูปโทรง 2 แห่ง รูปไบโไฟ 1 แห่ง
7. เหว มีจำนวนทั้งหมด 1 แห่ง เป็นรูปทางน้ำหุบเหว
8. ช่องยุบตัว ทั้งทั้งหมด 1 แห่ง เป็นรูปปล่องไฟ
9. บ่อน้ำ มีทั้งหมด 1 แห่ง เป็นรูปแอ่งน้ำ
10. น้ำพุ ไม่ได้นับจำนวนเนื่องจากเก็บข้อมูลช่วงฤดูแล้ง
11. น้ำใต้ดิน ไม่ได้นับจำนวนเนื่องจากเป็นทางน้ำที่ไหลภายในถ้ำเส้นทางเดียว
12. รูปปั้น มีจำนวน 16 แห่ง ประกอบด้วย รูปพระนอน 1 แห่ง รูปพระนั่ง 14 แห่ง รูปพระยืน 1 แห่ง
13. รูปโดม มีจำนวนทั้งหมด 5 แห่ง ประกอบด้วย รูปกระทะคว่ำ 2 แห่ง รูปประสัง 1 แห่ง รูปร่ม 1 แห่ง รูปปล่อง 1 แห่ง

ตารางที่ 7 แสดงชนิดของธรณีลักษณะคาร์สต์ภายในถ้ำ

ชนิดลักษณะ	รูปร่าง	จำนวน			รวม
		ด้านซ้าย	ด้านบน	ด้านขวา	
1. หินงอก	รูปโดม	2	-	2	
	รูปแท่งเสา	1	-	4	
	รูปจอมปลวก	2	-	1	
	รูปสมอ	-	-	1	
		5	-	8	รวม = 13
2. หินย้อย	รูปเห็ด	4	-	2	
	รูปแท่ง	4	-	5	
	รูปเข็ม	1	-	4	
	รูปงอก	1	-	-	
	รูปม่าน	8	-	5	
	รูปโดมไฟ	-	-	1	
	รูปดอกบัวคว่ำ	-	-	1	
	รูปรังผึ้ง	2	-	1	
	รูปกริช	-	-	3	
	รูปแคน	1	-	-	
	รูปกำแพง	-	-	2	
	รูปน้ำตกแห้ง	1	-	2	
	รูปร่ม	-	2	-	
	รูปคลื่น	1	-	-	
		23	2	26	รวม = 51
3. หินไหล	รูปน้ำตกแห้ง	2	-	4	
	รูปน้ำตกชั้นบันได	1	-	-	
	รูปน้ำไหล	7	-	3	
	รูปม่าน	-	-	2	
	รูปหนวดฤๅษี	2	-	-	
	รูปสไล	1	-	-	
	รูปเห็ด	-	-	1	
	รูปเจดีย์	2	-	-	
	15	-	10	รวม = 25	

ชนิดพื้นฐาน	รูปร่าง	จำนวน			รวม
		ด้านซ้าย	ด้านบน	ด้านขวา	
4. ดินเผา	รูปเสา	2	-	-	
		2	-	-	รวม = 2
5. บ่อชั้นบันได	รูปคันนา	-	-	1	
	รูปชั้นบันได	-	-	2	
		-	-	3	รวม = 3
6. โพรง	รูปห้องประชุม	1	1	1	
	รูปกะโหลก	1	-	-	
	รูปตะเกียงโบราณ	1	-	-	
	รูปกระทะ	1	-	-	
	รูปเสี้ยวพระจันทร์	-	-	1	
	รูปโก	-	-	1	
	รูปท่อระบายน้ำ	-	-	2	
	รูปอุโมงค์	1	-	3	
	รูปห้องไดน้ำ	-	-	4	
	รูปโพรงน้ำชั้นบันได	2	-	-	
	รูปทรงรี	-	1	-	
	รูปประตูเข้าถ้ำ	1	-	-	
	รูปโดม	-	1	1	
	รูปห้องเล็ก	5	-	-	
	รูปห้องโถง	-	-	1	
	รูปโพรง/ช่อง	1	-	1	
	รูปไบโพร	1	-	-	
		15	3	15	รวม = 33
7. รูปแหวน	รูปทางน้ำหุบเหว	1	-	-	
		1	-	-	รวม = 1
8. ช่องยุบตัว	รูปปล่องไฟ	-	-	1	
		-	-	1	รวม = 1
9. บ่อน้ำ	รูปแอ่งน้ำ	-	-	1	
		-	-	1	รวม = 1
10. น้ำพุ	รูปน้ำไหล	-	-	-	
		-	-	-	รวม = 0

ชนิดสัญลักษณ์	รูปร่าง	จำนวน			รวม
		ด้านซ้าย	ด้านบน	ด้านขวา	
11. น้ำใต้ดิน	รูปสี่เหลี่ยม	-	-	-	รวม = 0
		-	-	-	
12. รูปปั้น	รูปพระนอน	-	-	1	รวม = 16
	รูปพระนั่ง	1	6	7	
	รูปประยี่น	-	-	1	
		1	6	9	
13. รูปโดม	รูปกระทะคว่ำ	-	-	2	รวม = 5
	รูปประตั้ง	-	1	-	
	รูปร่ม	-	1	-	
	รูปปล่อง	-	1	-	
		-	3	2	

การทำแผนที่แสดงลักษณะสัญลักษณ์ภายในถ้ำน้ำลอดบริเวณวัดถ้ำสุมะโน ได้นำข้อมูลจากชั้นข้อมูลที่ทำแผนที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ไว้แล้วกับข้อมูลสัญลักษณ์คาร์สต์ภายในถ้ำที่ได้จากภาคสนามมาสร้างเป็นแผนที่ตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกข้อมูลที่ต้องการนำเสนอในแผนที่ ซึ่งประกอบด้วย ชั้นข้อมูลขอบเขตถ้ำ (Cave_bound) , ชั้นข้อมูลขอบเขตทางน้ำ (Cave_chanal), ชั้นข้อมูลเส้นทางเดินภายในถ้ำ (Cave_path), ชั้นข้อมูลมาตราส่วนระยะแนวตั้ง (Cave_scale1, Cave_scale2), ชั้นข้อมูลสัญลักษณ์ภายในถ้ำ (Cave_point) เมื่อเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการนำเสนอครบแล้วจึงปรับแก้สีและขนาดของแผนที่ตามความเหมาะสม

2. ใส่องค์ประกอบแผนที่ ซึ่งองค์ประกอบแผนที่มี ดังนี้

- Grid โดยใช้ชุดคำสั่ง View → Data Frame Properties → Grid → New Grid เลือกลักษณะของ Grid ตามความเหมาะสม

- ทิศเหนือ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → North Arrow เลือกลักษณะของทิศเหนือตามความเหมาะสม

- มาตราส่วนระยะแนวราบ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Scale Bar เลือกลักษณะของมาตราส่วนระยะแนวราบตามความเหมาะสม

- ชื่อแผนที่ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Title พิมพ์ชื่อแผนที่พร้อมทั้งเลือกลักษณะต่าง ๆ ของชื่อแผนที่ตามความเหมาะสม

- คำอธิบายแผนที่ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อถ้ำ คำอธิบายมาตราส่วนระยะแนวตั้ง ที่มาของข้อมูล ชื่อผู้จัดทำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Text พิมพ์ข้อความพร้อมทั้งเลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม

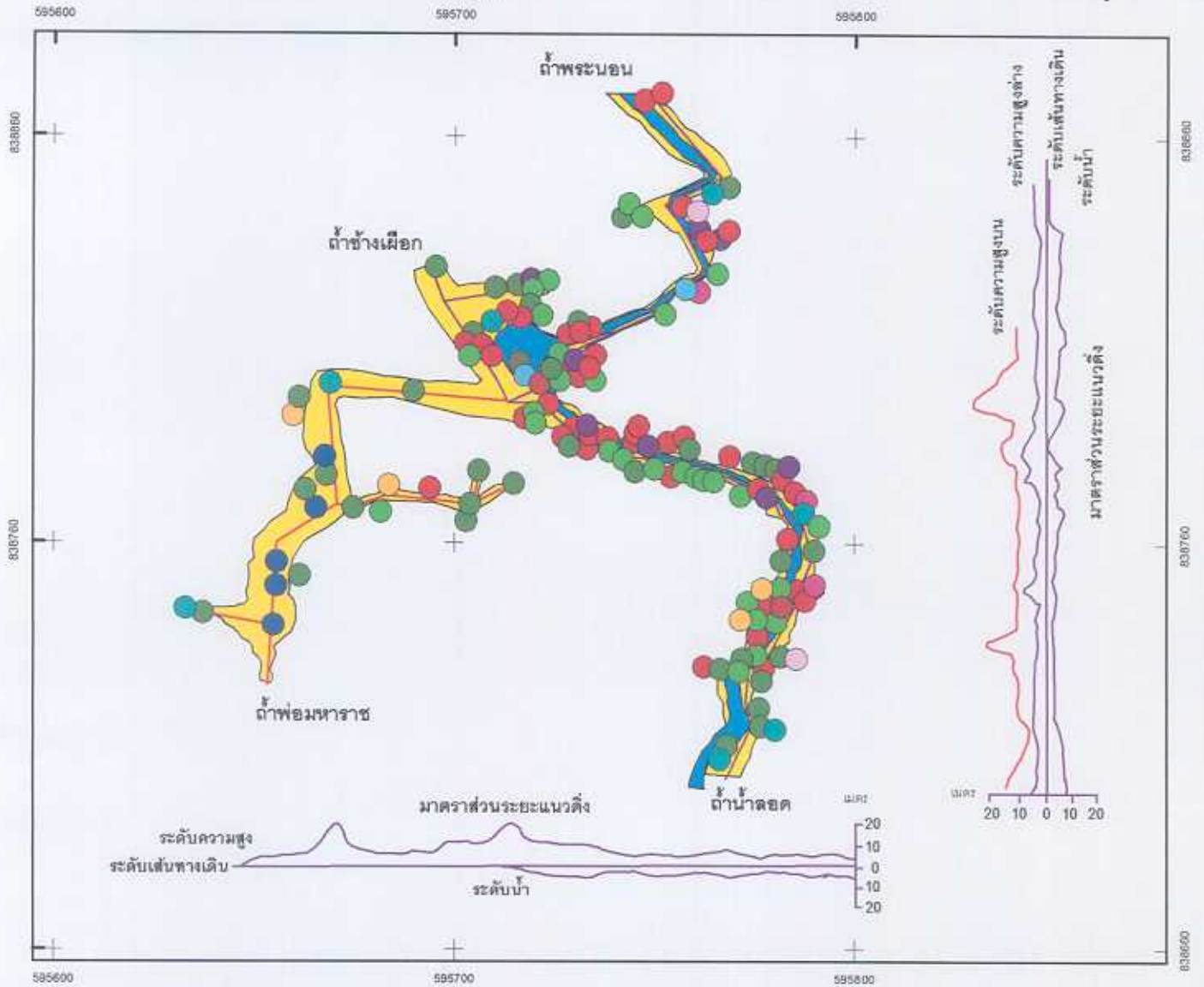
- สัญลักษณ์ ซึ่งประกอบด้วย สัญลักษณ์ขอบเขตถ้ำ สัญลักษณ์ขอบเขตทางน้ำ สัญลักษณ์เส้นทางเดินภายในถ้ำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Legend เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ เลือกจำนวนแถวและสตมภ์ที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ แล้วพิมพ์คำอธิบายสัญลักษณ์ เลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม แล้วจึงเลือกสัญลักษณ์ที่ต้องการพร้อมทั้งกำหนดลักษณะของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

- สัญลักษณ์สันฐานภายในถ้ำ ซึ่งมีทั้งหมด 13 ชนิด โดยใช้ชุดคำสั่ง Cave_point คลิกขวา → Properties → Symbology → Categories → Unique Values Type → Color Scheme → Add All Values แล้วจึงปรับแก้สีและขนาดของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

3. จัดวางโครงร่างแผนที่ตามความเหมาะสม ปรากฏตามแผนที่ 18

จากข้อมูลภาคสนาม ตามตารางที่ 7 ได้จำแนกธรณีสันฐานคาร์สต์ภายในถ้ำไว้ทั้งหมด 13 ชนิด และมีจำนวนสันฐานทั้งหมด 151 สันฐาน เมื่อนำข้อมูลมาจัดทำเป็นแผนที่แสดงลักษณะสันฐานภายในถ้ำ กำหนดชนิดสันฐานไว้เพียง 12 ชนิด ยกเว้น น้ำพุ เนื่องจากไม่ได้เป็นช่วงฤดูฝน ทำให้ไม่ได้นับจำนวนช่องน้ำไหล (น้ำพุ) ซึ่งก็มีจำนวนมาก รวมทั้งการแปลเปลี่ยนข้อมูลใหม่ เช่น รูปปั้นมีรูปพระ จำนวน 16 องค์ แต่ลงตำแหน่งในแผนที่เพียง 7 ตำแหน่ง เนื่องจากเป็นที่ตั้งเฉพาะจริง และการปรับเปลี่ยนรูปร่างสันฐานทำให้เหลือจำนวนสันฐานเพียง 140 สันฐาน ปรากฏตามแผนที่ 18

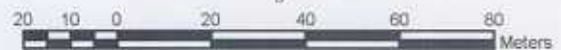
แผนที่ 18 แสดงลักษณะสัญญาณภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน



คำอธิบายสัญลักษณ์

ชนิดของสัญญาณ

- | | | |
|-------------------|--------------|-----------------------|
| ● หินงอก | ● โฟรง | ● รูปปั้น |
| ● หินย้อย | ● รูปแหวน | ● โคม |
| ● หินไหล | ● ช่องซูปตัว | — เส้นทางเดินภายในถ้ำ |
| ● เสาหิน | ● บ่อน้ำ | ● ขอบเขตทางน้ำ |
| ● บ่อน้ำชั้นบันได | ● น้ำใต้ดิน | ● ขอบเขตของถ้ำ |



ที่มาของข้อมูล

การสำรวจภาคสนามด้วยเข็มทิศ และเครื่องมือวัดพิกัด
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

4. การเลือกสัญญาณคาร์สต์ที่สำคัญภายในถ้ำน้ำลอด

นำแผนที่เส้นทางภายในถ้ำน้ำลอดที่สร้างด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และแผนที่แสดงการกระจายของสัญญาณคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอด มาทำการคัดเลือกสัญญาณคาร์สต์ที่สำคัญ โดยพิจารณาจากความสวยงามที่เกิดจากรูปร่าง ขนาด สีสีน ของการสลักเสลาตบแต่งจากธรรมชาติและการสร้างของมนุษย์ ที่จะป็นข้อมูลความรู้แก่นักท่องเที่ยว ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกได้ 25 ตำแหน่ง ดังนี้

P.1	สัญญาณหินไหล	มีรูปร่างเหมือน น้ำตกแห้ง
P.2	สัญญาณเสาหิน	มีรูปร่างเหมือน เสาเพชร
P.3	สัญญาณหินไหล	มีรูปร่างเหมือน น้ำตกไหล
P.4	สัญญาณรูปปั้น	มีรูปร่างเหมือน พระนั่ง
P.5	สัญญาณหินย้อย	มีรูปร่างเหมือน ดอกบัวคว่ำ
P.6	สัญญาณหินไหล	มีรูปร่างเหมือน เจดีย์
P.7	สัญญาณหินงอก	มีรูปร่างเหมือน ลมมองเพชร
P.8	สัญญาณหินไหล	มีรูปร่างเหมือน ม่าน
P.9	สัญญาณเสาหิน	มีรูปร่างเหมือน เสาแก้ว
P.10	สัญญาณหินย้อย	มีรูปร่างเหมือน โคมไฟ
P.11	สัญญาณบ่อขั้บบันได	มีรูปร่างเหมือน คันนา
P.12	สัญญาณหินงอก	มีรูปร่างเหมือน จอมปลวก
P.13	สัญญาณรูปปั้น	มีรูปร่างเหมือน พระนอน
P.14	สัญญาณหินไหล	มีรูปร่างเหมือน น้ำตกขั้บบันได
P.15	สัญญาณหินไหล	มีรูปร่างเหมือน เห็ด
P.16	สัญญาณหินไหล	มีรูปร่างเหมือน สไบ
P.17	สัญญาณรูปปั้น	มีรูปร่างเหมือน พระนั่งสมาธิ
P.18	สัญญาณหินงอก	มีรูปร่างเหมือน แฉวปลวก
P.19	สัญญาณโพรง	มีรูปร่างเหมือน ห้องโถง
P.20	สัญญาณรูปปั้น	มีรูปร่างเหมือน พระนั่งประทานพร
P.21	สัญญาณช่องยุบตัว	มีรูปร่างเหมือน ช่องกระจก
P.22	สัญญาณโพรง	มีรูปร่างเหมือน อุโมงค์
P.23	สัญญาณโดม	มีรูปร่างเหมือน ปล่อง
P.24	สัญญาณโดม	มีรูปร่างเหมือน ระฆัง
P.25	สัญญาณโพรง	มีรูปร่างเหมือน ห้องประชุม

ลักษณะสัญลักษณ์ที่สำคัญทั้ง 25 สัญลักษณ์ แบ่งออกเป็นสัญลักษณ์หินไหล 7 สัญลักษณ์ รูปปั้น 4 สัญลักษณ์ หินงอก 3 สัญลักษณ์ โพรง 3 สัญลักษณ์ หินย้อย 2 สัญลักษณ์ เสาหิน 2 สัญลักษณ์ โคม 2 สัญลักษณ์ บ่อน้ำชั้นบันได 1 สัญลักษณ์ และช่องยุบตัว 1 สัญลักษณ์ ดูได้จากรูปสัญลักษณ์ ตาม ตำแหน่งในแผนที่ 19 แสดงสัญลักษณ์ที่สำคัญภายในถ้ำน้ำลอด โดยมีการจัดทำดังนี้

1. เลือกข้อมูลที่ต้องการนำมาเสนอในแผนที่ ซึ่งประกอบด้วยชั้นข้อมูลขอบเขตถ้ำ (Cave_bound) , ชั้นข้อมูลขอบเขตทางน้ำ (Cave_chanal), ชั้นข้อมูลเส้นทางเดินภายในถ้ำ (Cave_path), ชั้นข้อมูล มาตรการส่วนระยะแนวตั้ง (Cave_scale1, Cave_scale2), ชั้นข้อมูล สัญลักษณ์ภายในถ้ำ (Cave_point) เมื่อเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการนำมาเสนอครบแล้วจึงปรับแก้สีและ ขนาดของแผนที่ตามความเหมาะสม

2. ใส่องค์ประกอบแผนที่ ซึ่งองค์ประกอบแผนที่มี ดังนี้

- Grid โดยใช้ชุดคำสั่ง View → Data Frame Properties → Grid → New Grid เลือกลักษณะของ Grid ตามความเหมาะสม

- ทิศเหนือ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → North Arrow เลือกลักษณะของทิศเหนือตาม ความเหมาะสม

- มาตรการส่วนระยะแนวราบ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Scale Bar เลือกมาตรการ ส่วนระยะแนวราบตามความเหมาะสม

- ชื่อแผนที่ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Title พิมพ์ชื่อแผนที่พร้อมทั้งเลือกลักษณะ ของ แผนที่ตามความเหมาะสม

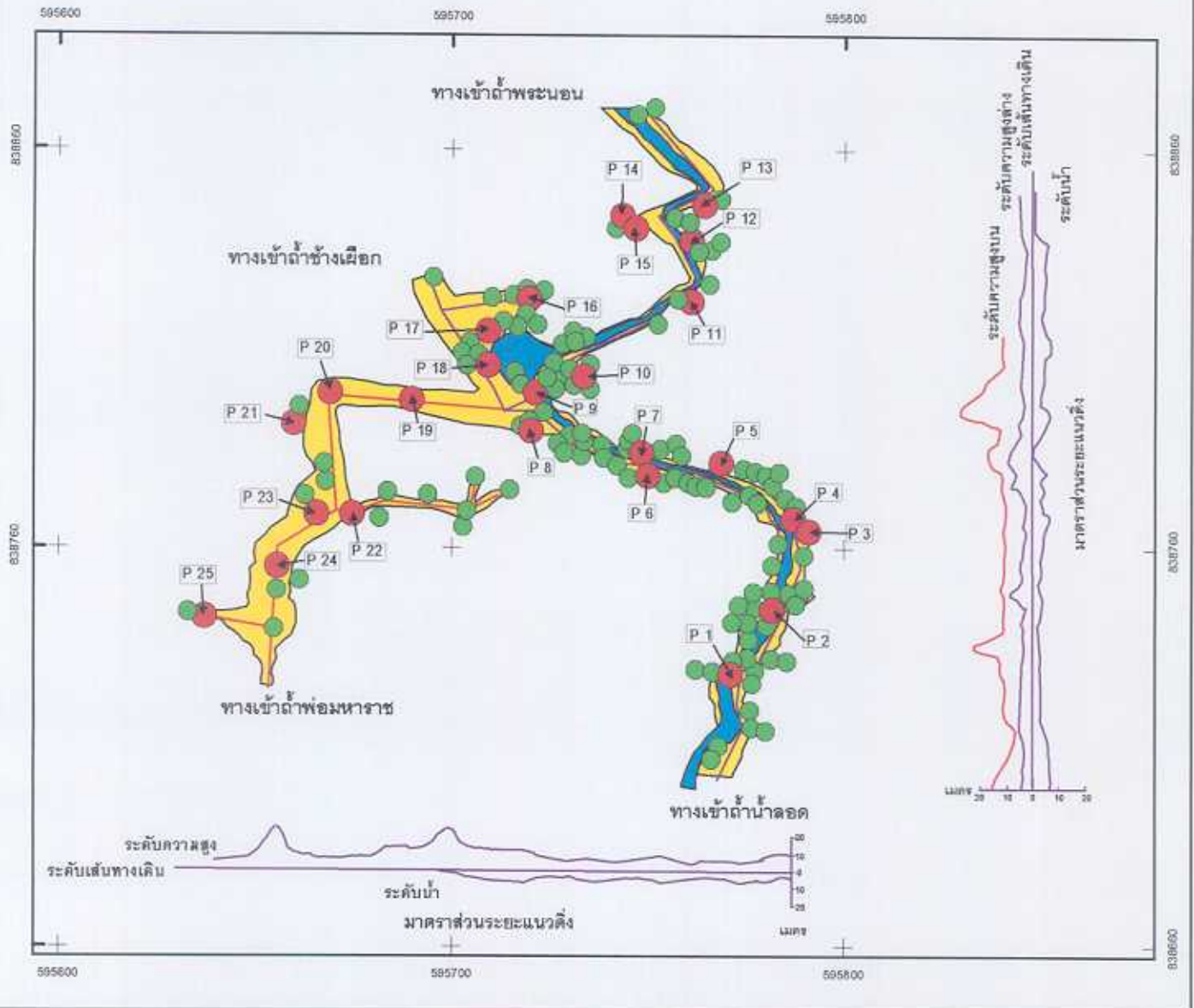
- คำอธิบายแผนที่ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อถ้ำ คำอธิบายมาตรการส่วนที่มาของข้อมูล ชื่อ ผู้จัดทำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Text พิมพ์ข้อความพร้อมทั้งเลือกลักษณะของตัวอักษรตาม ความเหมาะสม

- สัญลักษณ์ ซึ่งประกอบด้วย สัญลักษณ์ขอบเขตถ้ำ สัญลักษณ์ขอบเขตทางน้ำ สัญลักษณ์เส้นทางเดินภายในถ้ำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Legend เลือกชั้นข้อมูล ที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ เลือกจำนวนแถวและสดมภ์ที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ แล้วพิมพ์คำ อธิบายสัญลักษณ์ เลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม แล้วจึงเลือกสัญลักษณ์พร้อมทั้ง กำหนดลักษณะของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

- สัญลักษณ์สัญลักษณ์ภายในถ้ำ ซึ่งจะแบ่งออกเป็นสัญลักษณ์ที่มีความเด่น 25 สัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ทั่วไปอีก 115 สัญลักษณ์ โดยใช้ชุดคำสั่ง Cave_point คลิกขวา → Properties → Symbology → Categories → Unique Values → Enhance → Color Scheme → Add All Values แล้วจึงปรับแก้สีและขนาดของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

3. จัดวางโครงร่างแผนที่ตามความเหมาะสม ปรากฏตามแผนที่ 19

แผนที่ 19 แสดงสัญญาณที่สำคัญภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน



คำอธิบายสัญลักษณ์

ชนิดของสัญญาณ

- | | |
|---|--|
| ● สัญญาณทั่วไป | — เส้นทางเดิน |
| ● สัญญาณที่สำคัญ | ■ ขอบเขตทางน้ำ |
| | ■ ขอบเขตถ้ำ |



ที่มาของข้อมูล

การสำรวจภาคสนามด้วยเข็มทิศ เทป และเครื่องวัดพิทัก
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

P 1



P 3



P 5



P 7



P 2



P 4



P 6



P 8



P 9



P 10



P 11



P 12



P 13



P 14



P 15



P 16



P 17



P 18



P 19



P 21



P 20



P 22



P 23



P 24



P 25



5. การเลือกฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอดที่มีลักษณะเด่น

การเลือกฐานคาร์สต์ที่มีลักษณะเด่น เกิดจากการพิจารณาคัดเลือกจาก 25 ฐานที่มีความสำคัญไว้แล้ว เหลือเพียง 5 ชนิด โดยพิจารณาจากการตัดสินใจของคณะผู้สำรวจเก็บข้อมูลจำนวน 24 คน เป็นผู้เลือก ปรากฏผลดังนี้

1. ฐานเสาหินย้อย
2. ฐานบ่อน้ำชั้นบันได
3. ฐานหินย้อย
4. ฐานหินไหล
5. ฐานช่องยุบตัว

การดำเนินงานจัดทำแผนที่

แสดงฐานที่เด่นภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน ปรากฏผลดังนี้

1. เลือกข้อมูลที่ต้องการนำเสนอเพื่อจัดทำแผนที่ฐานคาร์สต์ที่เด่น ซึ่งประกอบด้วยชั้นข้อมูลขอบเขตถ้ำ (Cave_bound), ชั้นข้อมูลขอบเขตทางน้ำ (Cave_channal), ชั้นข้อมูลเส้นทางเดินภายในถ้ำ (Cave_path), ชั้นข้อมูลมาตราส่วนระยะแนวตั้ง (Cave_scale1, Cave_scale2), ชั้นข้อมูลฐานภายในถ้ำ (Cave_point) เมื่อเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการแล้วปรับแก้สีและขนาดของแผนที่ตามความเหมาะสม

2. ใส่องค์ประกอบแผนที่ ซึ่งองค์ประกอบแผนที่มี ดังนี้

- Grid โดยใช้ชุดคำสั่ง View → Data Frame Properties → Grid → New Grid เลือกลักษณะของ Grid ตามความเหมาะสม

- ทิศเหนือ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → North Arrow เลือกลักษณะทิศเหนือตามความเหมาะสม

- มาตราส่วนระยะแนวราบ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Scale Bar เลือกมาตราส่วนระยะแนวราบตามความเหมาะสม

- ชื่อแผนที่ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Title พิมพ์ชื่อแผนที่พร้อมทั้งเลือกลักษณะของแผนที่ตามความเหมาะสม

- คำอธิบายแผนที่ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อถ้ำ คำอธิบายมาตราส่วน ที่มาของข้อมูล ชื่อผู้จัดทำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Text พิมพ์ข้อความพร้อมทั้งเลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม

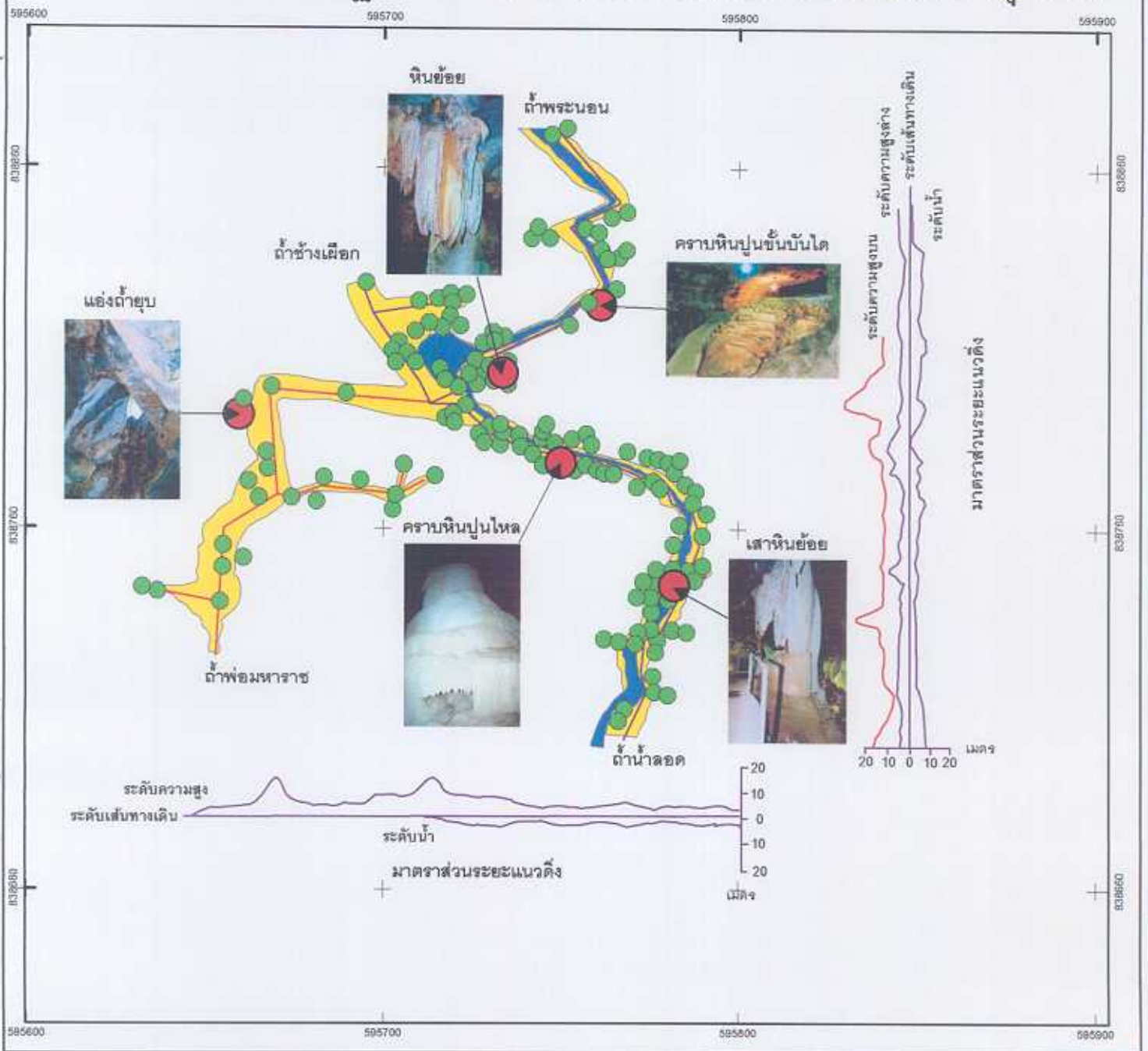
- สัญลักษณ์ ซึ่งประกอบด้วย สัญลักษณ์ขอบเขตถ้ำ สัญลักษณ์ขอบเขตทางน้ำ สัญลักษณ์เส้นทางเดินภายในถ้ำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Legend เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ เลือกจำนวนแถวและสดมภ์ที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ แล้วพิมพ์คำอธิบายสัญลักษณ์ เลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม แล้วจึงเลือกสัญลักษณ์พร้อมทั้งกำหนดลักษณะของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

- สัญลักษณ์พื้นฐานภายในถ้ำ ซึ่งในแผนที่แผ่นนี้จะแบ่งสัญลักษณ์ที่มีความเด่นทั้งหมด 5 สัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ทั่วไปอีก 135 สัญลักษณ์ โดยใช้ชุดคำสั่ง Cave_point คลิกขวา → → Properties → Symbology → Categories → Unique Values → Eios → Color Scheme → Add All Values แล้วจึงปรับแก้สีและขนาดของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

- การดึงข้อมูลภาพมาโดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Picture แล้วจึงปรับแก้ขนาดของภาพตามความเหมาะสม

3. จัดวางโครงสร้างแผนที่ตามความเหมาะสม ปรากฏตามแผนที่ 20

แผนที่ 20 แสดงสัญญาณที่เด่นภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน



คำอธิบายสัญลักษณ์

- | | | |
|---------------|----|---------------|
| ชนิดของสัญญาณ | == | เส้นทางเดิน |
| ● | ● | สัญญาณทั่วไป |
| ● | ● | สัญญาณที่เด่น |
| | ● | ขอบเขตทางน้ำ |
| | ● | ขอบเขตถ้ำ |



ที่มาของข้อมูล
การสำรวจภาคสนามด้วยเข็มทิศ เทป และเครื่องวัดพิทัก
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

จัดทำโดย
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

6. การเลือกตำแหน่งที่พร้อมติดตั้งสื่อสำหรับการท่องเที่ยว

สถานการณ์คาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอด กำหนดไว้ 5 ลานคนที่มีลักษณะเด่นเพื่อติดตั้งสื่อสำหรับการท่องเที่ยวมีระยะจากปากถ้ำน้ำลอด ดังนี้

ตำแหน่งที่ 1 มีระยะทาง 50 เมตร มีชื่อว่า เสาหินย้อย

ตำแหน่งที่ 2 มีระยะทาง 120 เมตร มีชื่อว่า หินไหล

ตำแหน่งที่ 3 มีระยะทาง 175 เมตร มีชื่อว่า นมผา

ตำแหน่งที่ 4 มีระยะทาง 210 เมตร มีชื่อว่า ปอน้ำชั้นบันได

ตำแหน่งที่ 5 มีระยะทาง 205 เมตร มีชื่อว่า ช่องกระฉก

การทำแผนที่แสดงสถานการณ์เด่น 5 ตำแหน่ง ที่จะติดตั้งสื่อข้อมูลให้ความรู้กับนักท่องเที่ยวปรากฏตามแผนที่ 21 พร้อมข้อมูลประกอบการบรรยาย มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกข้อมูลที่ต้องการนำเสนอเพื่อจัดทำแผนที่สถานการณ์เด่น ซึ่งประกอบด้วยชั้นข้อมูลขอบเขตถ้ำ (Cave_bound), ชั้นข้อมูลขอบเขตทางน้ำ (Cave_channal), ชั้นข้อมูลเส้นทางเดินภายในถ้ำ (Cave_path), ชั้นข้อมูลมาตราส่วนระยะแนวตั้ง (Cave_scale1, Cave_scale2), ชั้นข้อมูลสถานการณ์ภายในถ้ำ (Cave_point) เมื่อเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการแล้วปรับแก้สีและขนาดของแผนที่ตามความเหมาะสม

2. ใส่องค์ประกอบแผนที่ ซึ่งองค์ประกอบแผนที่ มี ดังนี้

2.1 Grid โดยใช้ชุดคำสั่ง View → Data Frame Properties → Grid → New Grid เลือกลักษณะของ Grid ตามความเหมาะสม

2.2 ทิศเหนือ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → North Arrow เลือกลักษณะทิศเหนือตามความเหมาะสม

2.3 มาตราส่วนระยะแนวราบ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Scale Bar เลือกมาตราส่วนระยะแนวราบตามความเหมาะสม

2.4 ชื่อแผนที่ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Title พิมพ์ชื่อแผนที่พร้อมทั้งเลือกลักษณะของแผนที่ตามความเหมาะสม

2.5 คำอธิบายแผนที่ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อถ้ำ คำอธิบายมาตราส่วนที่มาของข้อมูล ชื่อผู้จัดทำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Text พิมพ์ข้อความพร้อมทั้งเลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม

2.6 สัญลักษณ์ ซึ่งประกอบด้วย สัญลักษณ์ขอบเขตถ้ำ สัญลักษณ์ขอบเขตทางน้ำ สัญลักษณ์เส้นทางเดินภายในถ้ำ โดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Legend เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ เลือกจำนวนแถวและสทมภ์ที่ต้องการแสดงสัญลักษณ์ แล้วพิมพ์คำอธิบายสัญลักษณ์ เลือกลักษณะของตัวอักษรตามความเหมาะสม แล้วจึงเลือกสัญลักษณ์พร้อมทั้งกำหนดลักษณะของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

2.7 สัญลักษณ์สันฐานภายในถ้ำ ซึ่งในแผนที่แผ่นนี้จะแสดงสันฐานทั้ง 13 ชนิด และสันฐานที่มีความเด่นชัดอีก 5 สันฐาน โดยใช้ชุดคำสั่ง Cave_point คลิกขวา → Properties → Symbology → Multiple Attributs → Values Fields → Trype → Kios → Kios → Symbolsize → Fields → Value → Kios แล้วจึงปรับแก้สีและขนาดของสัญลักษณ์ตามความเหมาะสม

2.8 การดึงข้อมูลภาพมาโดยใช้ชุดคำสั่ง Insert → Picture แล้วจึงปรับแก้ขนาดของภาพตามความเหมาะสม

3. จัดวางโครงร่างแผนที่ตามความเหมาะสม ปรากฏตามแผนที่ 21

แผนที่ 21 แสดงหลักฐานที่เด่นในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน

595700

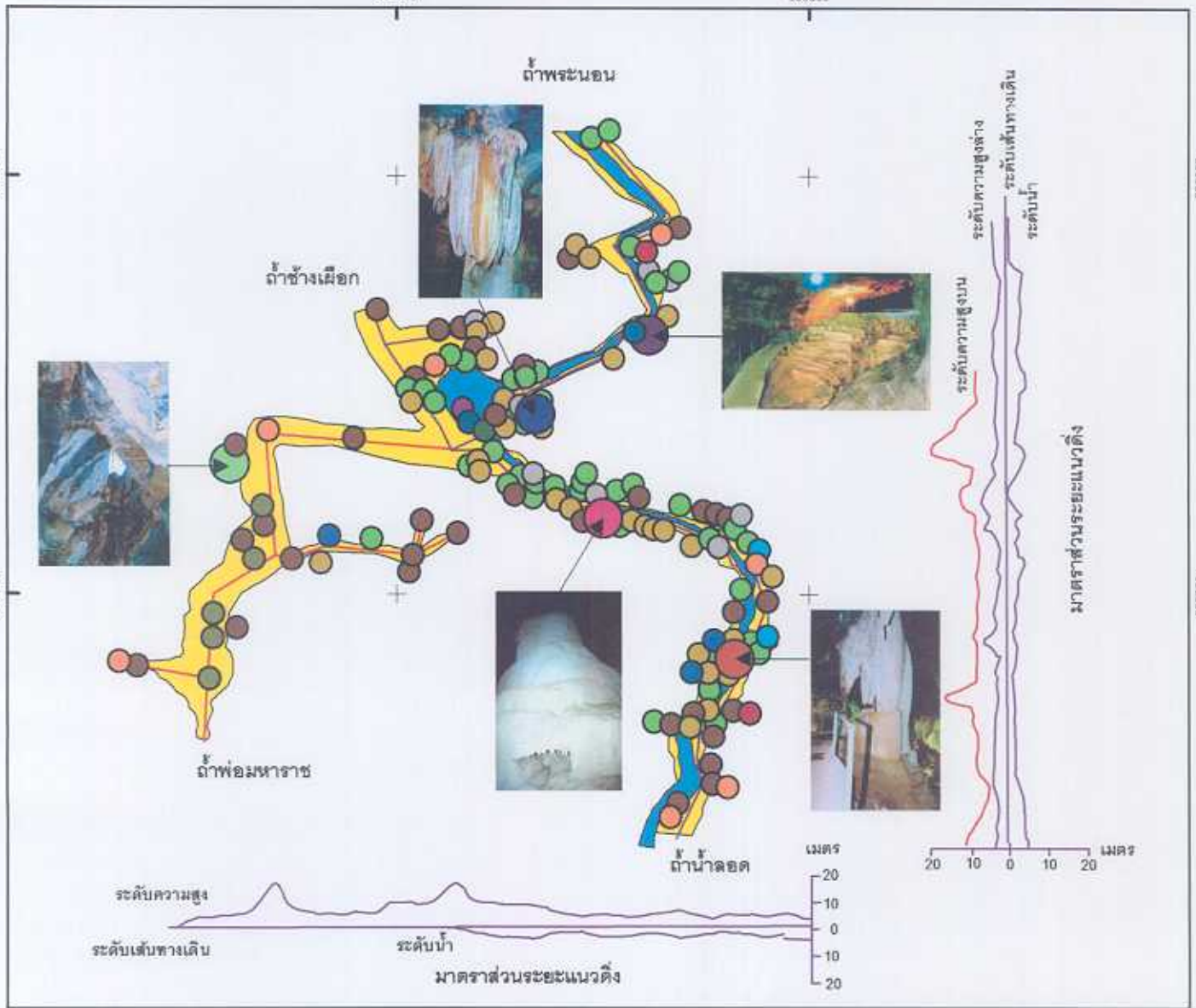
595800

838600

838700

838600

838700



คำอธิบายสัญลักษณ์

ชนิดของหลักฐาน

- | | | |
|-------------------|--------------|---------------------------------|
| ● หินงอก | ● หุบเหว | ● ตำแหน่งหินย้อยที่เด่น |
| ● หินย้อย | ● ช่องยุบตัว | ● ตำแหน่งหินไหลที่เด่น |
| ● หินไหล | ● บ่อน้ำ | ● ตำแหน่งเสาหินที่เด่น |
| ● เสาหิน | ● น้ำใต้ดิน | ● ตำแหน่งบ่อน้ำชั้นบันไดที่เด่น |
| ● บ่อน้ำชั้นบันได | ● รูปปั้น | ● ตำแหน่งช่องยุบตัวที่เด่น |
| ● โฟรง | ● โดม | ● ขอบเขตถ้ำ |
| — เส้นทางเดิน | — ทางน้ำ | |



10 5 0 10 20 30 40 Meters

ที่มาของข้อมูล

การสำรวจภาคสนามโดยไร่เข็มทิศ เทป และเครื่องวัดทิศทาง
ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

จัดทำโดย

ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

เสาหินย้อย



ภาพที่ 9 เสาหินย้อย (Column in Cavern)

เสาหินย้อย (Column in Cavern)

คราบหินปูนที่ย้อยลงมาจากเพดานถ้ำ ตรงปลายล่างสุดของส่วนที่ย้อยจะมีน้ำหยดลงสู่พื้นถ้ำ เรียกว่า หินย้อย และคราบหินปูนที่งอกจากพื้นถ้ำขึ้นไปหาเพดานถ้ำ เรียกว่า หินงอก จะมาบรรจบกันกลายเป็นรูปเสารองรับเพดานถ้ำ

เสาหิน มีรูปร่างลักษณะความยาว และสีต่างกันไปตามลักษณะการงอก และการย้อยของหินที่มาบรรจบกัน มีลักษณะต่างๆ กัน และ ความแปลกตาที่หาชมได้ยาก จึงขนานนามตามความเด่นนั้นๆ เช่น เสาเพชร หรือเสาหินย้อย

หินไหล

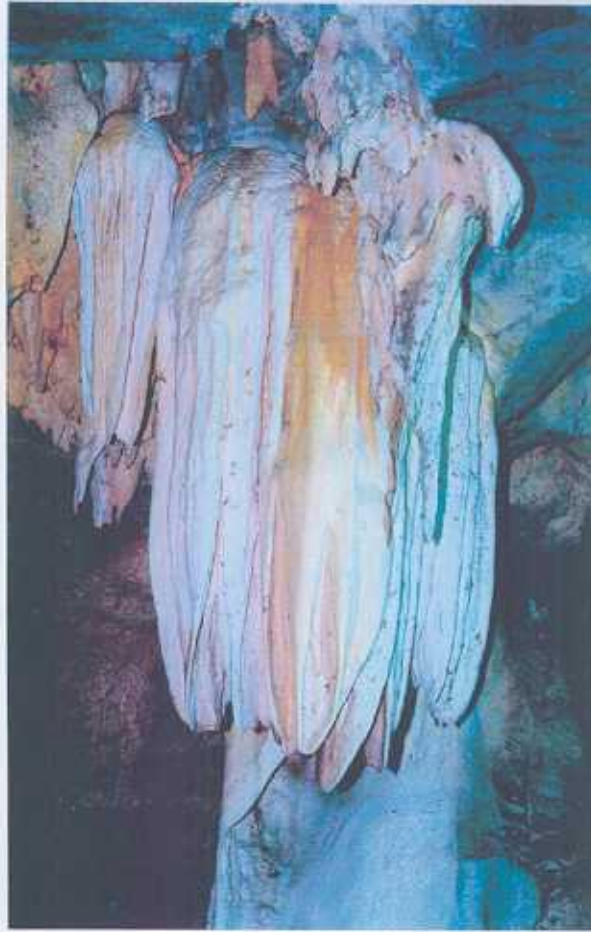


ภาพที่ 10 คราบหินปูนไหล (Travertine Flow)

คราบหินปูนไหล (Travertine Flow)

คราบหินปูนไหลเป็นตะกอนแคลเซียมคาร์บอเนต เนื้อแน่น ผล็กเล็กมากอาจมี สีขาว หรือ สีน้ำตาลเกิดจากการตกตะกอนทางเคมี หรือ การระเหยของน้ำจนทำให้เกิดการพอกเป็นชั้น จากสารละลายทั้งจากน้ำผิวดิน เกิดได้ในถ้ำหินปูนในรูปของหินงอกหินย้อย ถ้ามีความแกร่ง หรือ อัดแน่นน้อย และมีรูพรุน เรียกว่า หูฟา (Tufa) อาจมีชื่อเรียกว่า หินไหล

นมผา



ภาพที่ 11 หินย้อย (Stalactite)

หินย้อย (Stalactite)

คราบหินปูนที่ย้อยลงมาจากเพดานถ้ำหินปูน มีลักษณะเป็นท่อน เป็นกรวย หรือเป็นแผง ม้วนลงมา ปกติแวววาวเมื่อต้องแสง สีอ่อนๆ จางๆ อยู่ในตัวก็มี ตรงปลายล่างสุดของส่วนที่ย้อยมีน้ำหยดลงสู่พื้นถ้ำด้วย

หินย้อยเกิดจากน้ำที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตละลายอยู่ ได้ละลายเอาสารประกอบเป็นหินปูนออกมา แล้วหยดจากรอยร้าวในเพดานถ้ำ เมื่อน้ำระเหยไปจึงปล่อยให้สารประกอบที่ละลายมานั้นสลายตัวแล้วพอกพูนจับตัวกันเป็นหินย้อย บางท้องถิ่นเรียกว่า นมผา

บ่อน้ำชั้นบันได



ภาพ 12 ทรายหินปูนชั้นบันได (Travertine Terraces)

ทรายหินปูนชั้นบันได (Travertine Terraces)

เกิดจากการสะสมตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต จากการละลายของแร่แคลไซต์ และหินปูนเมื่อมีการระเหยของน้ำจะตกผลึกหรือแข็งตัวเป็นชั้น พบตามชายน้ำตกที่น้ำไหลผ่าน เกิดเป็นทรายหินปูนที่จับตัวแข็งเป็นชั้นๆ เป็นชั้นบันได อาจมีชื่อ เรียกว่า นาข้าวชั้นบันได หรือ บ่อน้ำชั้นบันได

ช่องกระจก



ภาพ 13 แอ่งถ้ำยุบ (Collapse Sink)

แอ่งถ้ำยุบ (Collapse Sink)

แอ่งหรือหลุม หรือช่องที่เกิดจากการหักพังของเพดานถ้ำหินปูน ช่องที่เป็นโพรงลึกเข้าไปในภูเขาหินปูนอาจมีขนาดใหญ่ เรียกว่า ถ้ำ ซึ่งมนุษย์สามารถเข้าไปได้ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยทั่วไป จะเกิดในหินปูนที่มีน้ำใต้ดินไหลผ่าน กัดเซาะ และเพดานเกิดหักพังจนเป็นช่อง อาจมีชื่อเรียกว่า ช่องกระจก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล ข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

การจำแนกลักษณะธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณวัดถ้ำสุมะโน เพื่อให้สำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ จังหวัดพัทลุง มีวัตถุประสงค์เพื่อทำแผนที่ภายในถ้ำ จำแนกสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำ การเลือกตำแหน่งสัณฐานคาร์สต์ที่สำคัญ และสร้างสื่อบรรยายข้อมูลทางธรณีสัณฐานคาร์สต์ติดตั้งภายในถ้ำตามลักษณะสัณฐานที่เด่น 5 ตำแหน่งสำหรับนักท่องเที่ยวให้ได้รับความรู้ มีวิธีดำเนินการศึกษา โดยใช้วิธีสำรวจในสนาม วัดระยะด้วยเทปวัดระยะ วัดทิศทางด้วยเข็มทิศสนาม วัดพิกัดด้วยเครื่องบอกตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) แล้วจึงเก็บข้อมูลลักษณะสัณฐานคาร์สต์พร้อมกับถ่ายรูปสัณฐานภายในถ้ำ แล้วนำข้อมูลมาจัดทำแผนที่ที่ได้จากภาคสนาม และป้อนข้อมูลเพื่อสร้างแผนที่ ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ประกอบการแปลผลข้อมูลพื้นที่หินปูน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม (RS) สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำ แบ่งออกได้ 13 ประเภท จำนวน 151 สัณฐาน ประกอบด้วยจำนวนร้อยละของสัณฐานต่าง ๆ ได้แก่ หินย้อยร้อยละ 33.77 โพรงร้อยละ 21.85 หินไหลร้อยละ 16.56 รูปปั้นร้อยละ 10.6 หินงอกร้อยละ 8.61 โดมร้อยละ 3.31 บ่อน้ำชั้นบันไดร้อยละ 1.99 หินเสาร้อยละ 1.33 หุบเหวร้อยละ 0.66 ช่องยุบตัวร้อยละ 0.66 บ่อน้ำร้อยละ 0.66 น้ำใต้ดินเป็นทางน้ำเส้นทางเดียวและน้ำพุมีกระจายจัดกระจายทั่วไป
2. การทำแผนที่ภายในถ้ำ แบ่งออกได้ 4 เส้นทาง เป็นแนวติดต่อกัน ได้แก่ เส้นทางถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำข้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช โดยมีการกระจายของธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำหนาแน่นตามแนวเส้นทางน้ำใต้ดินของน้ำลอดและถ้ำพระนอน มีความยาว 275.31 เมตร
3. ธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำที่สำคัญ มีจำนวน 25 สัณฐานจากจำนวนทั้งหมด 151 สัณฐาน ที่เหมาะสมต่อการให้ความรู้สำหรับนักท่องเที่ยว โดยมีสัณฐานหินไหลมากที่สุด 7 สัณฐาน รูปปั้น 4 สัณฐาน หินงอกและโพรงชนิดละ 3 สัณฐาน หินย้อย เสาหิน และโดมชนิดละ 2 สัณฐาน บ่อน้ำชั้นบันไดและช่องยุบตัวชนิดละ 1 สัณฐาน
4. ธรณีสัณฐานคาร์สต์ภายในถ้ำที่เด่น มีจำนวน 5 สัณฐานที่ถูกคัดเลือกให้ใช้สื่อบรรยายข้อมูลทางธรณีสัณฐานคาร์สต์ สำหรับนักท่องเที่ยวได้แก่ เสาหินย้อย ครอบหินปูนชั้นบันได หินย้อย ครอบหินปูนไหล และแอ่งถ้ำยุบ

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อการอภิปรายออกเป็น 6 หัวข้อ ดังนี้

1. การจำแนกพื้นที่หิโนปุน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม
2. การทำแผนที่ภายในถ้ำ
3. การจำแนกชนิดของถ้ำฐานคาร์สต์
4. การเลือกถ้ำฐานคาร์สต์ที่สำคัญและเด่น

1. การจำแนกพื้นที่หิโนปุนโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม

พื้นที่หิโนปุนในจังหวัดพัทลุงเกิดขึ้นตามแนวเหนือใต้ การใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยการผสมแบนด์(Band) 4 , 5 , 2 ของแลนด์แซท (Landsat) 5 สามารถแปลผลพื้นที่หิโนปุนได้ชัดเจน โดยเฉพาะพื้นที่ขนาดใหญ่จะมีลักษณะความเข้มของสีมาก และลักษณะตะปุ่มตะป่ำ แตกต่างจากพื้นที่โดยรอบภูเขาหิโนปุน ผลการแปลพื้นที่หิโนปุนที่แน่นอนและถูกต้องอาจจะขึ้นอยู่กับตัวแปรดังนี้

1. การแปลผลข้อมูลพื้นที่หิโนปุน โดยใช้รูปถ่ายทางอากาศให้รายละเอียดความถูกต้องสูง และเนื่องจากข้อมูลมีมาตราส่วนที่ใหญ่ กรณีที่ศึกษาในพื้นที่กว้างใหญ่ จะเป็นปัญหาต้องใช้ภาพจำนวนมาก แต่ถ้าศึกษาวิจัยพื้นที่ขนาดเล็ก จะมีความถูกต้องสูง ซึ่งปัจจุบันสามารถใช้รูปถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1 : 40,000 หรือ 1 : 15,000 ได้
2. ขนาดของพื้นที่หิโนปุน โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม สามารถขยายมาตราส่วนได้ ประมาณ 1 : 1,000 สามารถจำแนกได้
3. ประสบการณ์ของผู้แปล ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านธรณีวิทยาและการออกศึกษาภาคสนาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแตกต่างของหิโนปุนโตไลไมต์ กับ หิโนปุนแคลไซต์ ที่มีความแตกต่างกัน และความแตกต่างกับโครงสร้างหินชนิดอื่น

การใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียมสามารถนำมาใช้ในการวางแผนจัดการอนุรักษ์พื้นที่ภูมิประเทศคาร์สต์ได้หลายประการดังนี้

1. การกำหนดเขต (Zone) เพื่อใช้ประโยชน์ของพื้นที่คาร์สต์ ให้ประชาชนได้รับรู้และมีส่วนร่วม เช่น เป็นเขตอุทยานบริเวณพื้นที่หิโนปุน เขตอนุรักษ์สัตว์ป่า เขตพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวบริเวณพื้นที่คาร์สต์
2. พื้นที่ภูมิประเทศคาร์สต์ เมื่อจัดเป็นแหล่งท่องเที่ยวจะต้องมีการจัดการเพื่อการท่องเที่ยวอย่างแท้จริง ประกอบด้วย ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้
 - 2.1 การจัดการข้อมูลนักท่องเที่ยวแต่ละแหล่งเพื่อให้มีสถิติของนักท่องเที่ยวเข้าไปเยี่ยมชมของทุกแหล่งพื้นที่คาร์สต์ที่มีการจัดการเป็นแหล่งท่องเที่ยว

- 2.2 ให้ข้อมูลด้านความรู้การอนุรักษ์ทรัพยากร การสร้างความตระหนักให้เกิดประโยชน์ในระยะยาวนาน
- 2.3 จัดทำแผนพัฒนาพื้นที่ภูมิประเทศคาร์สต์ให้สอดคล้องกับกิจกรรมในทุกระดับรักษาไว้ซึ่งวัฒนธรรมของชุมชน
- 2.4 ส่งเสริมระบบธุรกิจชุมชนในท้องถิ่น ไม่ว่าจะเป็นการขายสินค้าที่ระลึก ผลิตภัณฑ์ของชุมชน
- 2.5 การให้ข้อมูลข่าวสารด้านความรู้กับนักท่องเที่ยวทั้งก่อนตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวและระหว่างท่องเที่ยวที่แหล่งท่องเที่ยวพื้นที่คาร์สต์

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ได้สำรวจทำแผนที่ภายในถ้ำน้ำลอด บริเวณภูเขาน้ำใต้บ่อของภูมิประเทศคาร์สต์ในจังหวัดพัทลุง เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลข่าวสารให้นักท่องเที่ยวได้ตัดสินใจ ในรูปแบบของแผนที่ท่องเที่ยว และข้อมูลทั่วไปของพื้นที่บริเวณวัดถ้ำสุมะโน นอกจากนี้แล้ว การจัดทำข้อมูลทางวิชาการ ให้ความรู้สำหรับนักท่องเที่ยวที่เข้าไปชมความงามภายในถ้ำน้ำลอด จะมีข้อมูลแสดงเป็นสื่อไม่ว่าจะเป็นสื่อประเภทเสียง ประเภทข้อความ ติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งสัญญาณคาร์สต์ภายในถ้ำ

2. การทำแผนที่ภายในถ้ำ

การทำแผนที่ภายในถ้ำน้ำลอด เชื่อมโยงออกสู่ถ้ำพระนอน ถ้ำช้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช จะต้องสำรวจภาคสนาม และเก็บข้อมูลระยะทาง ทิศทาง ตำแหน่ง ภายในถ้ำ จากขั้นตอนการทำแผนที่ภายในถ้ำ มีการทำแผนที่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การทำแผนที่ ด้วยการสำรวจภาคสนามแล้วจึง สร้างจากการรังวัดด้วยเครื่องเขียน และการทำแผนที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

แผนที่ที่ได้จากภาคสนามด้วยการวัดทิศทาง โดยใช้เข็มทิศสนาม โดยยึดแนวทางเดินภายในถ้ำและพยายามให้อยู่ในแนวช่องกลางของถ้ำ ซึ่งจะมีตำแหน่งเปลี่ยนทิศทางจำนวนมาก ความเที่ยงตรงจะอยู่ที่คนเล็งวัดมุมของทิศทาง ถ้าวัดมุมผิดพลาดก็จะสะสมจนไม่สามารถเชื่อมต่อโยงแผนที่ตามความเป็นจริงได้ ก็ต้องกลับไปวัดทิศทางอีกหลายครั้ง นอกจากนี้แล้วปัญหาที่สำคัญก็คือการวัดระยะขอบเขตความกว้าง-ยาว และสูง-ต่ำของถ้ำ ซึ่งจะใช้เทปวัดระยะเป็นหลัก กรณีที่เป็นทางราบของเส้นทางเดินสามารถใช้เทปวัดระยะได้แน่นอนตามตำแหน่งจุดเปลี่ยนทิศทาง แต่ระยะที่ไม่สามารถวัดระยะได้สะดวกก็ต้องใช้วิธีการคาดคะเน เพราะความจำเป็นที่อยากต่อการเข้าไปวัดระยะ มีลักษณะการทำงานแบบวงรอบเปิด ดังนั้น ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะอยู่ที่การกำหนดตำแหน่งของการเปลี่ยนทิศทางที่ไม่ตรงเป้าหมายจากการกำหนดไว้ และการอ่านค่ามุมของทิศทางที่ผิดพลาด

เมื่อนำผลจากการสำรวจมาสร้างเป็นแผนที่ต้นฉบับก็กำหนดมาตราส่วนที่เหมาะสม 1 : 500 เพื่อนำไปป้อนเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

แผนที่ที่ได้จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ก็ต้องนำข้อมูลจากการทำแผนที่จากภาคสนามที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเป็นรูปขนาดของถ้ำ เส้นทางเดินภายในถ้ำ เส้นทางน้ำภายในถ้ำ และพิกัดที่วัดจากภาคสนามด้วยระบบ GPS (Global Position System) จำนวน 4 ตำแหน่ง บริเวณปากถ้ำ เมื่อนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ด้วยการสแกน (Scanner) และการป้อนข้อมูล (Digitize) เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลสามารถจัดทำได้สะดวกจะมีความผิดพลาดก็อยู่ตรงที่การป้อนข้อมูลไม่ทับซ้อนเส้นเดิมจากแผนที่ที่ทำในภาคสนาม

จากผลการทำแผนที่ทั้ง 2 ขั้นตอน สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลสำหรับใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ สำหรับนักท่องเที่ยว และนำไปใช้กำหนดตำแหน่งแสดงข้อมูลภายในถ้ำได้

3. การจำแนกชนิดของสัณฐานคาร์สต์

ธรณีสัณฐานคาร์สต์จำแนกออกได้ 13 ประเภท ผู้วิจัยได้รวมรูปปั้น ซึ่งเกิดจากมนุษย์กระทำด้วย แม้ว่าไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สัณฐานคาร์สต์ส่วนใหญ่จะเป็นหินย้อย และโพรงหิน มีจำนวนร้อยละ 33.77 และ 21.85 ตามลำดับ สำหรับสัณฐานคาร์สต์ที่เป็นน้ำพุ เป็นน้ำที่ไหลออกมาจากช่อง หรือ โพรง ก็มีน้ำซึมบ้าง เนื่องจากไม่ใช่จุดฝน ในขณะที่เก็บข้อมูลปริมาณน้ำจึงมีการไหลซึมน้อย ผู้วิจัยจึงไม่บันทึกปริมาณของน้ำพุภายในถ้ำ ซึ่งก็มีร่องรอยจำนวนมาก ตามธรรมชาติของภูมิประเทศคาร์สต์อยู่แล้ว เนื่องจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของการละลายเนื้อหินปูนจากน้ำฟ้าและน้ำใต้ดิน รวมทั้งน้ำใต้ดินก็มีเป็นทางน้ำทะเลก้นระหว่างถ้ำ ผู้วิจัยก็ไม่ได้นับเป็นปริมาณ อย่างไรก็ตามธรณีสัณฐานคาร์สต์ที่ปรากฏภายในถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำช้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช มีการกระจายหนาแน่นอยู่ในแนวของเส้นทางน้ำติดต่อกันระหว่าง ถ้ำลอด และถ้ำพระนอน ซึ่งแนวนี้เกิดเป็นแนวรอยเลื่อน เป็นช่อง น้ำฟ้าสามารถเข้าทำปฏิกิริยาได้ง่าย ดังนั้นจึงเกิดการละลายเป็นหินย้อย โพรงหิน หินไหล หินงอก หินเสา หุบเหว บ่อน้ำชั้นบันได ได้จำนวนมาก มีรูปร่างและปริมาณการสะสมตะกอนของสารละลายแคลไซต์ตามปริมาณน้ำฟ้าและส่วนประกอบของแร่ในเนื้อหินปูน ปริมาณที่มีจำนวนมากได้แก่ หินย้อย โพรงหิน และหินไหล ก็เกิดจากตัวการที่กระทำทั้งน้ำฟ้าและน้ำใต้ดิน

การเก็บข้อมูลธรณีสัณฐานคาร์สต์ที่มีขนาดเล็ก ๆ ไม่สะดวก อาจจะไม่ได้อุบัติข้อมูลก็เป็นไปได้ ซึ่งก็จำเป็นจะต้องขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้วิจัยและผู้ร่วมเก็บข้อมูล เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศ และออกแบบในลักษณะของประเภทสัณฐานคาร์สต์ด้วยความแตกต่างของสีก็สามารถประเมินการกระจายสัณฐานคาร์สต์ได้

4. การเลือกฐานคาร์สต์ที่สำคัญและเด่น

จากแผนที่การกระจายฐานคาร์สต์ทั้งหมด 151 ชนิดฐานในจำนวน 13 ประเภท ถูกคัดเลือกจากผู้วิจัยและผู้ร่วมงานเก็บข้อมูลให้เหลือ 25 ชนิดฐานในจำนวน 9 ประเภท เป็นฐานคาร์สต์ที่สำคัญที่เป็นตำแหน่งสำหรับนักท่องเที่ยวและดูความงามได้ มีกระจายตลอดทั้ง 4 เส้นทางของถ้ำน้ำลอด ถ้ำพระนอน ถ้ำช้างเผือก และถ้ำพ่อมหาราช ส่วนใหญ่ก็เป็นฐานคาร์สต์ของหินไหล 7 ฐาน รูปปั้น 4 ฐาน หินงอกและโพรง 3 ฐาน หินย้อย เสาหิน และโดม 2 ฐาน บ่อน้ำชั้นบันไดและช่องยุบตัว 1 ฐาน ซึ่งฐานต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องตั้งชื่อให้ข้อมูลความรู้แก่นักท่องเที่ยว จำแนกออกได้ 3 ลักษณะดังนี้

1. ข้อมูลบรรยายความรู้ที่มีเนื้อหาทางธรณีวิทยาเป็นเชิงวิทยาศาสตร์ (Geologic description)
2. ข้อมูลบรรยายความรู้ที่มีเนื้อหาทางวัฒนธรรมพื้นบ้าน (Folk description)
3. ข้อมูลบรรยายความรู้ที่มีเนื้อหาสำหรับนักท่องเที่ยว (Tourist description)

การออกแบบในแผนที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถจำแนกฐานที่สำคัญ 25 ฐาน กับฐานทั่วไป 126 โดยมีขนาดและสีที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถสังเกตเห็นการกระจายฐานที่สำคัญได้ชัดเจน เมื่อนักท่องเที่ยวได้ทราบข้อมูลจะเกิดความอยากรู้อยากเห็นยิ่งขึ้น

จากลักษณะฐานที่สำคัญ จำนวน 25 ฐาน ผู้วิจัยได้คัดเลือกให้ได้ลักษณะฐานเด่นเพียง 5 ฐาน มีดังนี้

1. ฐานเสาหินย้อย มีรูปร่างเหมือน เสาเพชร
2. ฐานบ่อน้ำร้อน มีรูปร่างเหมือน คันทนา
3. ฐานหินย้อย มีรูปร่างเหมือน โคมไฟ
4. ฐานหินไหล มีรูปร่างเหมือน เจดีย์
5. ฐานช่องยุบตัว มีรูปร่างเหมือน ช่องกระจก

ผู้วิจัยได้จัดทำข้อมูลบรรยายความรู้ สำหรับนักท่องเที่ยว พร้อมทั้งจะติดตั้งไว้ 5 ตำแหน่ง จะต้องประสานงานกับผู้รับผิดชอบในพื้นที่วัดถ้ำสุมะโน ซึ่งผู้วิจัยได้เคยประสานงานกับทางวัดแล้ว เบื้องต้นหลายครั้งเมื่อครั้งเข้าไปเก็บข้อมูล และได้รับความสะดวกเป็นอย่างดี รวมทั้งการสนับสนุนข้อมูลเอกสาร ข้อมูลแผนที่ จากทางวัดถ้ำสุมะโน

ข้อบกพร่องของการวิจัย

1. การวัดขอบเขตถ้ำตามระยะขนาดกว้าง - ยาว และ สูง-ต่ำ บริเวณที่ไม่สามารถวัดได้สะดวก จำเป็นต้องใช้การคาดคะเนเป็นระยะประมาณ
2. การเก็บข้อมูลในช่วงฤดูแล้งอาจไม่ครอบคลุมข้อมูลฐานที่เป็นน้ำพุ ซึ่งจะปรากฏในช่วงฤดูที่มีฝนตก

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. การสำรวจข้อมูลภายในดำเนิน ๗ ยังต้องศึกษาอีกมากเพื่อจัดทำเป็นแผนที่สำหรับส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์
2. ร่วมมือกับหน่วยงานและประชาชนในพื้นที่ภูมิประเทศคาร์สต์ เพื่อศึกษาการจัดทำแผนการท่องเที่ยวตามศักยภาพของพื้นที่

บรรณานุกรม

- แก้ว นวลฉวี และสุภัค วงศ์ปาน . ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ . ใน การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย . 2536.
- คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สำนักงาน . การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2536.
- คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา . พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยาอังกฤษ-ไทย . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2530.
- ครองชัย หัตถกา . "การศึกษาธรณีสัณฐานในท้องถิ่น : แนวคิดและวิธีการ" วารสารภูมิศาสตร์ . สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มีนาคม 2529.
- งามพิศ แย้มนิยม . ทรัพยากรแร่ในประเทศไทย . กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี, 2534.
- จุมพล คีนดัก . หินปูนในประเทศไทย . กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี, 2529.
- ชาญ ดันติสุกฤต . ธรณีวิทยา เล่ม 1 . กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช , 2527.
- ชาญ ดันติสุกฤต . ธรณีวิทยา เล่ม 2 . กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช , 2529.
- ชูศรี วงศ์รัตน์ . เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย . พิมพ์ครั้งที่ 7 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- دنۇپل دننوباس . ภาพถ่ายดาวเทียมในการสำรวจระยะไกลและการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ . สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2540.
- ดาราศรี ดาวเรือง . ภูมิสารสนเทศพื้นฐาน . กรุงเทพฯ : มปท, 2533.
- ทรัพยากรธรณี, กรม. แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย 1 : 250,000 จังหวัดสงขลา สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง ยะลา . กรุงเทพฯ : กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. 2528.
- ทรัพยากรธรณี, กรม. ข่าวสารการธรณี. ปีที่ 42 ฉบับที่ 2 ปี 2540 หน้า 69-70
- ทรัพยากรธรณี, กรม. ทรัพยากรในดินราชบุรี . กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี. 2535.

ทรัพยากรธรณี, กรม. ทรัพยากรใต้ดินไทย เอกสารสำหรับประชาชน ฉบับที่ 29. กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี, 2526.

ธงชัย พึ่งรัศมี. ธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2531.

นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, สำนักงาน. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537. กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2539.

นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, สำนักงาน. รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมภาคใต้ ปี 2539. กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540.

นราดร มั่นตะจิตร์. อุตสาหกรรมเหมืองแร่และเหมืองหินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี, 2541.

ปฏิภาณ บุญยะประกฤษ. แคลเซียมคาร์บอเนต. กรุงเทพฯ : เอกสารแร่อุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 สภาการเหมืองแร่, 2530.

ประมาน เทพลงเคราะห์. "การศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานของภูมิประเทศคาร์สต์ เพื่อจำแนกหินปูนโดโลไมต์และแคลไซต์โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่". วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 1(2) : 68-81 ; กันยายน - ธันวาคม 2541.

ประมาน เทพลงเคราะห์. การวิจัยเชิงภูมิศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2541.

ประมาน เทพลงเคราะห์. การศึกษาลักษณะชายฝั่งทะเลที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อการเกษตรบริเวณสันดอนสงขลา อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา. สงขลา : ภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒภาคใต้, 2536.

ประมาน เทพลงเคราะห์. "การศึกษาภูมินิเวศคาร์สต์เขตอบอุ่นในประเทศญี่ปุ่นและเยอรมันนี" วารสารภูมิศาสตร์. สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 พฤศจิกายน 2545.

ประมาน เทพลงเคราะห์. "การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากระยะไกลและระบบสารสนเทศและการศึกษาพื้นที่หินปูนที่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายของการอนุรักษ์ทรัพยากรในท้องถิ่นภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทย" วารสารภูมิศาสตร์. สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 ธันวาคม 2543.

ประมาณ เทพสงเคราะห์. "ธรณีสัณฐานหินปูนภาคสนามท้องถิ่นภาคใต้" ใน เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องการทำแผนที่และศึกษาธรณีสัณฐานหินปูนจากภาคสนามและภาพถ่ายจากดาวเทียมภาคใต้ ระหว่างวันที่ 18 - 21 สิงหาคม 2540 ณ ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ประมาณ เทพสงเคราะห์. "ภูมินิเวศน์ภูมิประเทศคาร์สต์จากภาคสนามในภาคใต้" วารสารภูมิศาสตร์. ตมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 22 ฉบับที่ 3 พฤศจิกายน 2540.

ประมาณ เทพสงเคราะห์. "ภูมิประเทศคาร์สต์ในท้องถิ่นภาคใต้". ใน เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องการทำแผนที่และศึกษาธรณีสัณฐานหินปูนจากภาคสนามและภาพถ่ายจากดาวเทียมภาคใต้ ระหว่างวันที่ 18 -21 สิงหาคม 2540 ณ ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ประมาณ เทพสงเคราะห์. "การจำแนกภูมิประเทศคาร์สต์เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในภาคใต้ของไทยและญี่ปุ่น". ใน เอกสารเสนอต่อที่ประชุมวิชาการนานาชาติ เรื่อง แนวโน้มและทิศทางการศึกษาวิจัยทางภูมิศาสตร์ในทศวรรษหน้า . จัดโดยสมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ร่วมกับคณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติ และภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ 14 - 16 ตุลาคม 2542.

ประเสริฐ วิทยารัฐ. ภูมิศาสตร์กายภาพประเทศไทย . กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต . 2536.

ปราณี สุนทรศิริ . การรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

พงษ์เทพ จารุอำพรพรรณ . "การจัดการสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี." ใน เอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี .วันที่ 2 -4 กันยายน 2541 ณ ห้องประชุมใหญ่ กรมทรัพยากรธรณี.

พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ : ตรีติการพิมพ์ . 2530.

พัฒนาที่ดิน, กรม. แผนแม่บทงานวิจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรุงเทพฯ : กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, 2530.

พินิจ ดาวฤกษ์. การอ่านแผนที่และรูปถ่ายทางอากาศ . กรุงเทพฯ : กรมแผนที่ทหาร , 2521.

- พิสิทธิ์ อีรติลล . ทำเหมืองหินปูนเพื่ออุตสาหกรรม . กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี, มปป.
- พิสิทธิ์ อีรติลล . "ทรัพยากรหินปูนของประเทศไทย." ใน การประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณี
ปี 2538 เรื่องความก้าวหน้าและวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี. หน้า 63-86.
กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี, 2538.
- พิสิทธิ์ อีรติลล . "ธรณีวิทยาเพื่อพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา." ธรณีวิทยากับการพัฒนาประเทศ.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
- รัชฎา รุจิพัฒน์พงศ์. หินปูนและโดโลไมต์กับการนำไปใช้ประโยชน์ในภาคใต้ . สงขลา :
สำนักงานทรัพยากรธรณี เขต 1 สงขลา, 2540.
- รัชณี วาจาระคุปต์. "การหาปริมาณซิลิกาในหินปูนและโดโลไมต์ โดยวิธีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์".
ในการประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณี ประจำปี 2533 วันที่ 16 - 17 สิงหาคม
2533 เรื่อง การจัดการทรัพยากรธรณี ณ ห้องมรกต โรงแรมอินทราวิญญู.
- ราชบัณฑิตยสถาน, พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ เล่ม 2 อังกฤษ-ไทย . พิมพ์ครั้งที่ 3 .
กรุงเทพฯ : นนทบุรี , 2523.
- ราชบัณฑิตยสถาน, พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ (อังกฤษ-ไทย) . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศูนย์การ
ทหารราบ. 2516.
- ลลิตีแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนที่แสดงเขต อำเภอบล ตำบล เทศบาลและข้อมูลพื้นฐานของ
จังหวัด พ.ศ. 2538. กรุงเทพฯ : ทีเอ ลีฟวิง, 2538.
- ลมชาย เลี้ยงพรพรรณ . รายงานการวิจัยการศึกษาแหล่งทรัพยากรหินปูนในภาคใต้ของ
ประเทศไทย. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ , 2541.
- ลิน ลินสกุล. "ธรณีลัทธิฐานชายฝั่งทะเลอันดามันฝั่งตะวันตกของแหลมไทยภาคใต้." วารสาร
ภูมิศาสตร์. สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2533.
- ลური อิงคากุล. สัมผัสระยะไกลจากภาพ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน,
2538.
- ลูวิทย์ โมณะตะระกุล . ธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์, 2521.
- เสรีวัฒน์ สมิทรปัญญา. โลกและหิน . กรุงเทพฯ : สุริยาศาสตร์, 2538.

- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ . ธรณีสัณฐานวิทยา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2530.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. "สัณฐานชายฝั่งทะเลของประเทศไทย". วารสารภูมิศาสตร์.
สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทยปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2533.
- อุบลศรี ชัยสาม และเยาวลักษณ์ นิลสถา. คุณลักษณะของแร่ตามมาตรฐานการใช้งานและ
มาตรฐานการซื้อขายในตลาดแร่. กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี, 2537.
- Airey, David. (1983). European Government Approaches to Tourism. *Tourism Management*. V,4 No. 1 - 4. 234-244.
- Anaman, Kwabena and Rose Aminah Ismail. (2002). Cross - Border Tourism from
Brunei Darussalam to Eastern Malaysia : An Empirical Analysis. *The Singapore Economic Review*. Vol. 47. No.1. 65-87.
- Ankomah, Pual Kawame. (1990) . Unrealized Tourism Potential. *Tourism Management*.
V.11. No.1-4. 11-27.
- Arisci, Annalisa, (2000). Geosites and Tourists Development of the Karstic Coast of
Southwest Sardinia. <http://www.medcoast.org.tr/publications/proceedings-01.html>.1.
- Aronsson, Lars. (2000). *The Development of Sustainable Tourism* . London :
Continuum.
- Baker, Andy. (2000). Actively Growing Subaqueous Stalagmites. *Cave and Karst Science*. Vol. No.2.79-85.
- Berlengi, G. (2000). Croatia Karst Ecology Conservation : Land and Natural Resource
Management Plans Review and Development. <http://www.pap-thecoastcentre.org/activities-text-new-kec.html>.1-4.
- Boniface, Brian G. and Christopher P. Cooper (1987) . *The Geography of Travel and Tourism* . Oxford : Heinemann Professional Publishing Ltd.

- Brown, A.G. *Geomorphology and Groundwater*. Chichester : John Wiley & Sons, Inc, 1995.
- Burton, Rosemary. (1995). *Travel Geography*. London : Pitman Publishing.
- Cater, Erlet. (2000). *Tourism in the Yunnan Great Rivers National Parks System Project : Prospects for Sustainability*.
<http://www.geog.nau.edu/tg/contents/V.2/abstracts 2-4.html.5>.
- Conuis, Charles. (2001). *Using GIS for Cave and Karst Conservation*.<http://198.102.62.107/leave.html.1-5>.
- Dann, Graham. (1988). *Methodology in Tourism Research*. *Annals of Tourism Research*. V.15.No. 1-4. 1-28.
- Day, Micheal. (1996). *Conservation of Karst in Belize*. *The National Speleological Society*. V2.139-144.
- Day, Micheal. (2000). *An Assessment Protected Karst Landscapes in Southeast Asia*. *Cave and Karst Science*. Vol.27 No.2. 61.
- Douglas, Joseph C. (1996). *Music in the Mammoth Cave : An Inquiry into an Important Aspect of 19th Century Cave Tourism*. *Journal of Cave and Karst Studies : convention Abstracts*.
- Drew, David. (1999). *Karst Hydrogeology and Human Activities*. Rotterdam : A Balkema Publishers.
- Gillieson, David. (1997). *Slope Form and Soil Properties in polygonal Karst, New Ireland, Papua new Guinea*. *Annals of Geomorphology*. Suppl-Bd 108.50-62.
- Global change Research Information office (2001). *Karst Activity*.
<http://www.gorio.org/geo/karst.htm.1-5>.
- Hall, C. Michael and Stephen Page. (2000). *Tourism in South and Southeast Asia : Issues and Cases*. Oxford :Butterworth Heinemana.
- Hall, C.M. And S.J. Page. (1999). *The Geography of Tourism and Recreation Environment , Place and Space*. New York : Rontledge.

- Henley, T. (2000) . Drowned Karsts. Network for Environmentally & Socially Sustainable Tourism.<http://www.geocities.com/~nesst/limeston.html>. 1-3.
- Hudman, Lloyd e. (1999). *Geography of Travel & Tourism*. New York : Delmar Publishers.
- Hunter, Colin and Howard Green. *Tourism and the Environment* . Cornwall : TJ Press, 1995.
- Kousis, Maria, (2000). *Tourism and the Environment*. *Annals of Tourism Research*. V.27 No.1-2 . 468-489.
- Leiper, Neil. (1995). *Places in Itineraries : A Geography of Tourism*. *Tourism Management* . V.16 No. 1-4. 94-95.
- Lobeck, A.K. *Geomorphology : An Introduction to the Study of Landscapes*. New York : Mcgraw-Hill Book Company, Inc., 1989.
- McDonal, Roy Charles. (1976) *Limestone Morphology in South Sulawesi, Indonesia*. *Annals of Geomorphology*. Suppl-Bd 26. 79 - 91.
- Montgomery, Carla W. *Fundamentals of Geology*. IA : Wm.c. Brown Publishers, 1989.
- Mossberg, Lena Larsson. (1995). *Tour Leaders and their Importance in Charter Tours*. *Tourism Management* . V.16 No. 1-4. 437-445.
- Moulin, Claude. (1995). *On Concepts of Community Cultural Tourism*. *The Tourist Review*. No. 1.-4. 35-39.
- Mura, Sandro De. (2000). *The Coastal Karst of Sardinia : A Scientific and Tourist Resource*.<http://www.medcoast.org.tr/publications/proceedings-01.html>.1.
- Okkerman, J.A. "Coastal Geomorphology and Sedimentary." *Geomorphology and Quaternary Geology of Thailand* . Bangkok : Chulalongkorn University, 1983.
- Page. S.J. (1999). *Small Business Development and Tourism : Terra incognit ? Tourism Management*. V.20. No.1-6. 435-459.

- Pearce, Douglas G. and Richard W. Butler. *Tourism Research*. Wiltshire : Antony Rowe Ltd, 1994.
- Pentecost, Allan. (2000). The Travertine Flora of Juizhaigou and Muniqou, China, and its Relationship with Calcium Carbonate Deposition. *Cave and Karst Science*. V.27, No.2, August(pp71-78).
- Pfeffer, Karl- Heinz. (1997). Paleoclimate and Tropical Karst in the West Indies. *Annals of Geomorphology*. Suppl-Bd 105. 5-15.
- Plummer, Charles and David McGeary. *Physical Geology*. IA : Wm.C.Brown Publishers, 1991.
- Praman Tepsongkroh. "Environmental and Geographical Tourism in Japan", *Thaksin University Journal*. 2(1) : 73 - 87 ; January - June 1999.
- Ryan, Chris. (1995). *Researching Tourist Satisfaction : Issues, Concepts, Problems*. London : Routledge.
- Ryan, Chris. (2000). *Tourism Management : Towards the New Millennium*. Amsterdam : Elsevier Science Ltd.
- Smith, Evely Hamilton. (2001) Recreation and Tourism in Karst Land. <http://www.esu.edu.au>. 1-3.
- Strahler, Arthur N. *Physical Geography*. New York : John Wiley & Sons, Inc, 1969.
- Tepsonkroh, Praman. (2000). Geocology of Karst Topography in Southern Thailand. *Annals of Geomorphology*. Suppl-Bd 122. December. 247-272.
- Veni, George. (1996). Speleology in Belize : An Introduction. *Journal of Cave and Karst Studies*. 58(2). 67-68.
- Walle, Alf H.(1997). Qualitative Tourism Research. *Annals of Tourism Research*. -V.24 No.1-2. 524-536.

Wattham, Tony. (2000). The Khammouan Karst of Laos. *Cave and Karst Science*.
Vol.27 No.1-4. 113-120.

Williams, Stephen. (1998). *Tourism Geography*. London : Routledge.

Zalatan, Antoine. (1994.) *Tourist Satisfaction : A Predetermined Model*. *The Tourist Review*. No. 1-4.9-13.

Zhongcheng, Jiang. (1999). *Karst Landscape and Tourism Exploitation around Fengyu Cave, China*. <http://www.karst.edu.cn/cave/fenggu.html>. 1-4.