



ธรณีสัณฐานสำหรับการสำรวจดิน

Geomorphology for Soil Survey

โดย วิโรจน์ อิงคากุล

เอกสารวิชาการฉบับที่ 528

ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน 2546



ธรณีสัณฐานสำหรับการสำรวจดิน

Geomorphology for Soil Survey

โดย วิโรจน์ อิงคากุล

เอกสารวิชาการฉบับที่ 528

ส่วนมาตรฐานการสำรวจจำแนกดินและที่ดิน

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน 2546

สารบัญ

	หน้า
1. คำนำ	1
2. การศึกษาธรณีสัณฐาน (Geomorphological Study).....	3
3. กระบวนการธรณีสัณฐาน (Geomorphological Process).....	12
3.1 กระบวนการที่เกิดบนผิวโลก	12
3.2 กระบวนการที่เกิดภายในโลก	22
3.3 กระบวนการที่เกิดจากภายนอกโลก	28
4. วัสดุธรณีสัณฐานและดิน (Geomorphic Materials and Soils).....	30
5. ธรณีสัณฐานสำหรับการสำรวจดิน (Geomorphology for Soil Survey).....	35
5.1. การใช้ธรณีสัณฐานในการสำรวจดิน.....	35
5.3 การแบ่งเขตภูมิประเทศของประเทศไทย	41
5.2. ชนิดของธรณีสัณฐานในประเทศไทย.....	45
6. สรุปและวิจารณ์.....	61
เอกสารอ้างอิง.....	67

รูปที่ 1 ลักษณะภูเขาที่เกิดจากหินปูน ที่แสดงหน้าผาสูงชันซึ่งเป็นลักษณะเด่นของ ภูเขาที่เกิดจากหินปูน	5
รูปที่ 2 ลักษณะพื้นที่ที่เกิดในหินทรายแบ่ง-หินดินดาน ให้สภาพราบเรียบ ไม่แสดงพื้นที่สูงชันเนื่องจากเป็นหินเนื้ออ่อน	5
รูปที่ 3 แสดงแบบบันทึกข้อมูลในสนามของการสำรวจด้านธรณีสัณฐาน	8
รูปที่ 4 แสดงการเจาะสำรวจ เพื่อศึกษาลักษณะวัสดุพื้นผิวในสภาพธรณีสัณฐาน ต่างๆ โดยทำการเจาะสำรวจในระดับความลึกประมาณ 4-5 เมตร	9
รูปที่ 5 แสดงหน้าตัดดินข้างถนน ที่ใช้ในการตรวจสอบลักษณะของวัสดุพื้นผิว	10
รูปที่ 6 แสดงลักษณะการกัดกร่อนของวัสดุพื้นผิว จากการกัดเซาะที่เกิดบนพื้นผิว โลกหลงเหลือสัณฐานที่เรียกว่า แพะเมืองผี	14
รูปที่ 7 แสดงลักษณะการแตกของหินเป็นแผ่น ซึ่งเรียกว่า Exfoliation ส่วนใหญ่ เกิดในหินอัคนี ของหินแกรนิต และหินแอนดีไซต์	14
รูปที่ 8 แสดงลักษณะการกัดเซาะของชั้นหิน ซึ่งเป็นการกัดเซาะโดยปฏิกิริยาเคมี ที่กระทำโดยน้ำฝนต่อชั้นหิน ที่ภูหินร่องกล้า จ.เลย	15
รูปที่ 9 แสดงลักษณะการกัดกร่อนของชั้นหินทราย โดยการกระทำของลม และน้ำ ที่เกิดในอดีต ทำให้เกิดสัณฐานต่างๆของ หินเทิบ หินเกิน และหินรูปร่างแปลกๆ	15
รูปที่ 10 แสดงลักษณะพื้นที่จากการกระทำของแม่น้ำ เกิด การคดโค้ง ทะเลสาบแฉก ร่องรอยการคดโค้ง พื้นที่ทับถมตะกอนลำน้ำ	16
รูปที่ 11 แสดงการกัดเซาะของลำน้ำ บนพื้นที่เกือบราบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	16
รูปที่ 12 แสดงการกัดเซาะของกระแสน้ำ และคลื่น ในทะเลต่อชั้นหินทำให้เกิดลักษณะ ที่เรียกว่า สะพานหินธรรมชาติ และช่องลม	18
รูปที่ 13 แสดงลักษณะการทับถมจากกระแสน้ำ และคลื่นทะเล ทำให้เกิดการทับถม ของหาดทราย	18
รูปที่ 14 แสดงลักษณะสันทราย (dune) ขนาดใหญ่ ที่เกิดจากการกระทำของลม ในพื้นที่ทะเลทราย	19
รูปที่ 15 แสดงลักษณะการกัดเซาะโดยกระแสน้ำ ที่มีต่อชั้นหินทำให้เกิด รูปร่างที่เรียกว่า Pedestal rock	19

รูปที่ 16	แสดงลักษณะสุสานหิน (Lapies) ที่เกิดในสภาพธรณีสัณฐานแบบคาสต์	21
รูปที่ 17	แสดงลักษณะการตกผลึกของสารปูน ทำให้เกิดหินงอก หินย้อย ในถ้ำ ของพื้นที่ภูเขาหินปูน	21
รูปที่ 18	แสดงลักษณะของธารน้ำแข็ง และการกัดเซาะชั้นหินของ พื้นที่โดยธารน้ำแข็ง	23
รูปที่ 19	แสดงส่วนปลายของธารน้ำแข็งที่มีการละลาย และหลงเหลือส่วนของ กองตะกอนธารน้ำแข็ง (Moraine)	23
รูปที่ 20	แสดงโครงสร้างของแผ่นเปลือกโลก แนวมุดตัว แนวรอยต่อ และ การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก	25
รูปที่ 21	แสดงพื้นที่แนวลาวาหลาก จากปากปล่องภูเขาไฟโดยภาพถ่ายดาวเทียม	26
รูปที่ 22	แสดงลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากหินอัคนีพุหรือหินภูเขาไฟ	26
รูปที่ 23	แสดงลักษณะหลุมยุบ จากการชนของอุกกาบาต ในประเทศสหรัฐอเมริกา	29
รูปที่ 24	แสดงลักษณะอุกโลกมี (tektite) ที่เป็นวัตถุที่ได้จากการชนของอุกกาบาต ที่พบในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย	29
รูปที่ 25	แสดงการเกิดโครงสร้างลักษณะกราเบน จากการเคลื่อนตัวของแผ่นดิน ตอนกลาง ขณะที่แผ่นดินด้านข้างทั้งสองฝั่งยกตัวขึ้น	32
รูปที่ 26	แสดงแนวขอบเขตของชายฝั่งทะเลในอดีตสมัยโฮโลซีน ที่น้ำทะเลเคย ท่วมในบริเวณราบภาคกลางตอนล่าง	32
รูปที่ 27	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานการสำรวจดิน กับสาขาวิชาการ ต่างๆที่เกี่ยวข้อง	35
รูปที่ 28	แสดงลักษณะของวัสดุพื้นผิวหรือดิน ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่โดย จะพบลักษณะโครงสร้างของหิน และเปลี่ยนเป็นหินสในชั้นล่าง	37
รูปที่ 29	เปรียบเทียบลักษณะกราฟ culmulative ที่ได้จากการวิเคราะห์การแพร่กระจาย ของตะกอนทรายลำน้ำ และ ดินลมหอบสีเหลือง ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	40
รูปที่ 30	ภาพท่อนไม้ที่โดนไฟไหม้ ผิงอยู่ในบ่อของชั้นทราย ที่มีอายุยุคควอเทอร์นารี ซึ่งคิดว่าเป็นผลจากการกระแทกของอุกกาบาต เป็นผลทำให้เกิดไฟไหม้ และ เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนทราย ที่เรียกว่า Catastrophic loess	42
รูปที่ 31	ภาพเศษกระดูกช้างโบราณของยุคควอเทอร์นารี พบในบ่อทรายที่เดียวกัน กับที่พบท่อนไม้ไฟไหม้ อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา	42
รูปที่ 32	แสดงการแบ่งเขตภูมิประเทศ (physiographic region) ของประเทศไทย ตามลักษณะภูมิประเทศและเขตโครงสร้างพื้นที่	43

รูปที่ 33	แสดงลักษณะธรณีสัณฐานโครงสร้าง ที่เป็นแบบ ภูเขาอดราบ (Mesa) ของภูต่านอีปอง อยู่ใกล้เขื่อนจุฬาภรณ์ จ.ชัยภูมิ	47
รูปที่ 34	แสดงภาพ แกนภูเขาไฟ (volcanic neck) บริเวณ อ.ท่าหลวง - อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี เกิดจากการกัดกร่อนของหินภูเขาไฟหลังการเย็นตัว เหลือส่วนแกนที่เป็นเนินหรือเขา	49
รูปที่ 35	จากภาพถ่ายดาวเทียม แสดง ลักษณะที่ราบลุ่มของแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณ จ.นครสวรรค์ ถึง จ.ชัยนาท ทำให้เกิดแม่น้ำคดโค้ง เกิดทะเลสาบรูปแอก ร่องรอยรูปแอก ที่ราบลุ่มน้ำท่วม	51
รูปที่ 36	ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดง ลักษณะของ แม่น้ำคดโค้ง มีการกัดเซาะและทับถม(อึกตื้น) ของแนวคดโค้ง แม่น้ำมูล	51
รูปที่ 37	แสดงภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งสองด้านของประเทศไทย โดยชายฝั่งด้านตะวันตก (อันดามัน) ซึ่งเป็นชายฝั่งทะเลลดตัวหรือจมน้ำ จะมีเกาะแก่ง มากกว่าด้านชายฝั่งตะวันออก (อ่าวไทย) ซึ่งเป็นชายฝั่งยกตัว	53
รูปที่ 38	แสดงลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลที่กำลังเกิดสันทราย ชนิดสันทรายเชื่อมเกาะ (Tombolo) บริเวณ อ่าวคุ้งกระเบน อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี	55
รูปที่ 39	แสดงลักษณะธรณีสัณฐานแบบคาสต์ ที่เกิดบนพื้นที่หินเกลือ ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณ จ.นครราชสีมา โดยภาพ (ก) แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ภาพ (ข) แสดงการแปลหลุมยุบของพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียม	57
รูปที่ 40	ภาพถ่ายทางอากาศ แสดงลักษณะเนินสันทราย ที่มีทิศทางเดียวกับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดผ่านเป็นประจำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่ราบใกล้แม่น้ำมูล จ.อุบลราชธานี	58
รูปที่ 41	แสดงลักษณะธรณีสัณฐาน ที่คิดว่าเกิดจากการชนของอุกกาบาต แสดงรูปร่างเป็นวงกลม และในพื้นที่รอบๆข้างพบวัตถุที่เรียกว่า อุกมณี (Tekite) ที่เป็นผลจากการชนของอุกกาบาต ในบริเวณ พื้นที่ อ.บุณฑริก จ.อุบลราชธานี	60

ธรณีสัณฐานสำหรับการสำรวจดิน

1. คำนำ

การศึกษาทางธรณีสัณฐานเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ การเกิดสัณฐานหรือสภาพรูปร่าง กระบวนการเกิด การวิวัฒนาการ และการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก เป็นสาขาหนึ่งของการศึกษาด้านธรณีวิทยา ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับงานสาขาต่างๆ ที่ศึกษาทางวิทยาศาสตร์โลก (Earth Science) ไม่ว่าจะเป็นด้านการเกษตร วิศวกรรม หรือสิ่งแวดล้อม และโดยเฉพาะทางด้านปฐพีวิทยา การศึกษาด้านนี้ก็นำมาใช้ประโยชน์ได้เช่นกัน เนื่องจากดินเป็นวัตถุองค์ประกอบของพื้นผิวโลก โดยเป็นส่วนบนสุด หรือส่วนผิวของสัณฐานของเปลือกโลก เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อมนุษยชาติ ดินหรือที่ดินเป็นปัจจัยพื้นฐานของทรัพยากรธรรมชาติที่นำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ ไม่ว่าจะเป็นงานด้านการเกษตร เพื่อผลิตหรือเพาะปลูกพืชผลต่างๆ หรืองานด้านวิศวกรรม โดยเป็นพื้นที่ก่อสร้าง เป็นแหล่งวัสดุก่อสร้าง หรือเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ พื้นที่ซึ่งมีกิจกรรมด้านต่างๆ เหล่านี้ มีดินปกคลุมเป็นส่วนใหญ่ การเกิดของดินมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับลักษณะสภาพสัณฐานของพื้นที่ จากการสำรวจพบว่า ดินที่เกิดในแต่ละสัณฐานจะมีความแตกต่างกัน และมีสมบัติเฉพาะ เช่น ดินที่พบในที่ราบลุ่มทางน้ำ ดินบนพื้นที่ซึ่งมีการกัดเซาะ ดินบนพื้นที่สูงหรือพื้นที่เขา ดินในพื้นที่ทะเลทราย ดินจากการทับถมของวัตถุทะเล เป็นต้น ลักษณะของดินหรือวัตถุในพื้นที่ต่างๆ เหล่านี้มีสมบัติที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนั้นถ้าหากต้องการศึกษาสำรวจดินในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ถ้าหากมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่หรือลักษณะธรณีสัณฐาน โดยทราบการเกิดและสามารถแบ่งลักษณะของพื้นที่ได้ จะทำให้มีความเข้าใจถึงที่มาของวัตถุต้นกำเนิดดิน ทำให้การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดิน (soil genesis) และการศึกษาดินด้านต่างๆ ทำได้ถูกต้องและมีเหตุผล

วัสดุที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีสัณฐาน เรียกว่าวัสดุธรณีสัณฐาน ซึ่งเป็นวัสดุต้นกำเนิดดิน วัสดุนี้เกิดจากกระบวนการต่างๆ ทั้งในอดีตยุคธรณีกาล (geologic time) หรือยุคปัจจุบัน (ยุคควอเทอร์นารี) โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดบนพื้นผิวโลก จากภายในโลก หรืออิทธิพลจากนอกโลก เป็นผลทำให้สภาพภูมิประเทศมีรูปร่างแตกต่างกัน กระบวนการธรณีสัณฐาน ได้แก่ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่มากระทำต่อพื้นผิวโลกทำให้เกิดสภาพรูปร่างต่างๆ และการทับถมหรือผุพังของชั้นวัตถุต่างๆ กระบวนการทางธรรมชาติที่ทำให้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลง และเกิดสภาพต่างๆ ได้แก่ กระบวนการผุพัง (weathering) กระบวนการกร่อน (erosion) กระบวนการปฏิกิริยาเคมี (chemical process) กระบวนการทับถม (deposition process) กระบวนการแปรธรณีสัณฐาน (Tectonics) เป็นต้น

สำหรับดินเป็นส่วนที่เกิดขึ้นภายหลัง เมื่อสภาพภูมิประเทศหรือลักษณะธรณีสัณฐานได้ถูกสร้างขึ้นมา โดยดินเป็นส่วนพื้นผิวหรือตอนบนของวัสดุธรณีสัณฐาน ซึ่งเป็นวัสดุต้นกำเนิดดิน แล้วเกิดการผุพัง มีกระบวนการของสิ่งมีชีวิต มีการถ่ายเทของอากาศ และกระบวนการเกิด

ดินต่างๆ มาทำให้เกิดเป็นดินขึ้นมา ดินจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน เช่น สีดิน เนื้อดิน ส่วนประกอบของดิน ปริมาณอินทรีย์ เป็นต้น มาจากปัจจัยทั้งหลายที่ทำให้เกิดดิน ซึ่งสมบัติหรือลักษณะต่างๆ ของดิน เป็นสมบัติที่ใช้ในการสำรวจดิน โดยใช้ในการจำแนกดินเป็นกลุ่มดินหรือหน่วยดินต่างๆ โดยมีระบบการจำแนกดินที่ใช้ในโลกมีอยู่หลายระบบ แล้วแต่ละประเทศสำหรับในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานหลักในการทำหน้าที่การสำรวจจำแนกดินของประเทศไทย โดยใช้ระบบการจำแนกดินของกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA) มาใช้จำแนกดินโดยมีวิธีการ และชนิดการสำรวจดินหลายระดับ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความต้องการของโครงการว่าต้องการรายละเอียดดินอย่างไร

สำหรับจุดมุ่งหมายในการทำรายงานฉบับนี้ ก็เพื่อต้องการให้มีความเข้าใจในการศึกษาธรณีสัณฐาน และประโยชน์ต่องานด้านต่างๆ โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างธรณีสัณฐาน วิทยาและปฐพีวิทยา การนำความรู้ทางด้านธรณีสัณฐานมาช่วยงานด้านสำรวจดิน และลักษณะธรณีสัณฐานชนิดต่างๆ ที่พบในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับดิน เพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และทำให้ผู้ที่ทำการสำรวจดินมีความเข้าใจสภาพพื้นที่ หรือลักษณะธรณีสัณฐาน อย่างมีหลักการ และเหตุผลในการจำแนกดินที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. การศึกษาธรณีสัณฐาน (Geomorphological Study)

คำจำกัดความของการศึกษาธรณีสัณฐาน ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่านตามแนวทางศึกษาของแต่ละท่าน ถ้าดูจากศัพท์ภาษาอังกฤษ Geomorphology คำว่า geo มีความหมายว่าโลก คำว่า morpho มีความหมายว่าสัณฐานหรือรูปร่าง และคำว่า logy หมายถึงการศึกษาหรือวิชา ดังนั้น Geomorphology จึงมีความหมายว่าวิชาหรือการศึกษาถึงสัณฐานหรือรูปร่างของโลก ซึ่งการศึกษาดังกล่าว เป็นการศึกษาที่ครอบคลุมถึงการเกิดของสภาพภูมิประเทศ หรือสัณฐานต่าง ๆ ว่าเกิดได้อย่างไรและเกิดเมื่อใด โดยอยู่บนพื้นที่อย่างไร มีปัจจัยอะไรที่ทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ นอกจากนั้นยังศึกษาถึงวิวัฒนาการ หรือประวัติของการเกิดของธรณีสัณฐาน สรุปแล้วการศึกษาด้านธรณีสัณฐานต้องมีการศึกษาถึง สภาพสัณฐาน ลักษณะวัสดุ กระบวนการที่ทำให้เกิด โครงสร้างของพื้นที่ และระยะเวลาของการพัฒนาของพื้นที่ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530) การศึกษาสภาพสัณฐานก็คือ การหาสาเหตุที่ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ ว่าเกิดได้อย่างไร ได้แก่ กระบวนการทางธรณีสัณฐานต่าง ๆ ที่ทำให้เกิด เช่น การผุพัง การแปรธรณีสัณฐาน การชะล้างและการทับถมโดยแม่น้ำ โดยคลื่นและกระแสน้ำในทะเล โดยลม โดยธารน้ำแข็ง และโดยสิ่งมีชีวิต ซึ่งกระบวนการที่ทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ เป็นกิจกรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน บางครั้งเกิดขึ้นอย่างเป็นอิสระต่อกัน แต่บางครั้งก็เกิดเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน

ในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก การทดลองวิจัยการเกิดของวัตถุจากกระบวนการต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ เป็นความพยายามที่จะทำความเข้าใจถึงการเกิดวัตถุตามธรรมชาติ แต่กระบวนการที่เกิดในห้องปฏิบัติการอาจไม่ตรงกับการเกิดในธรรมชาติ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนมากกว่า จึงอาจมีผลต่อลักษณะการเกิดของวัตถุได้ และนอกจากนั้นในการศึกษาด้านธรณีสัณฐาน ต้องรู้สภาพแวดล้อมโดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศในขณะนั้น เนื่องจากสามารถทำให้คาดเดากระบวนการทางธรณีสัณฐานต่าง ๆ ในอดีตโดยกระบวนการต่าง ๆ ที่มีปัจจัยการเกิดตามสภาวะภูมิอากาศ เช่น ถ้าสภาพภูมิอากาศชุ่มชื้นมีฝนตกชุก กระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดน่าจะเป็นอิทธิพลของน้ำเป็นหลัก หรือสภาพแวดล้อมมีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง มีฝนน้อยทำให้สภาพพื้นที่เป็นแบบทะเลทราย กระบวนการธรณีสัณฐานน่าจะเป็นอิทธิพลจากลม หรือถ้ามีสภาพอากาศอากาศหนาว กระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดเป็นการกระทำจากธารน้ำแข็ง เป็นต้น

การที่เราสามารถรู้ถึงสภาพแวดล้อมของสภาพภูมิอากาศดังกล่าว จะทำให้เข้าใจและทราบถึงการเกิดกระบวนการธรณีสัณฐาน และวัตถุดินกำเนิดดินที่เกิดขึ้น จากการศึกษาวิจัยด้านธรณีวิทยา พบว่าโลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันโดยเฉพาะในยุคควอเทอร์นารี หรือยุคปัจจุบัน (อายุตั้งแต่ 1.6 ล้านปีจนถึงปัจจุบัน) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกหลายครั้ง ทั้งการเพิ่มอุณหภูมิ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการ

ละลายของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก มีผลทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันก็มีการลดลงของ อุณหภูมิ ผลทำให้เกิดน้ำแข็งขั้วโลกเพิ่มขึ้น ระดับน้ำทะเลก็ถดถอยลง เป็นต้น การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิหรือสภาพภูมิอากาศดังกล่าว ทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกมีการเปลี่ยนแปลงทั้งเพิ่มขึ้น และลดลง ซึ่งย่อมมีผลกระทบไปถึงสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง ทะเล การเปลี่ยนแปลงลักษณะเช่นนี้เกิดขึ้นหลายครั้ง ในช่วงของยุคควอเทอร์นารี แม้แต่ในปัจจุบันก็ยังมีการเปลี่ยนแปลง การที่เราสามารถทราบว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เป็นผลจาก การศึกษางานด้านธรณีวิทยา การศึกษาด้านอากาศ การศึกษานิเวศวิทยา และการศึกษาวิจัย ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งเป็นหลักฐานที่บอกให้รู้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ เกิดขึ้น ดังนั้นในการศึกษาทางด้านธรณีสัณฐาน ถ้าสามารถรู้ข้อมูลโดยเฉพาะด้านสภาพภูมิ อากาศในอดีต (paleoclimate) ก็จะสามารถทำให้ทราบว่าในอดีต เคยมีกระบวนการธรณี สัณฐานอะไรเกิดขึ้นบ้าง

สำหรับการศึกษาลักษณะวัตถุเป็นการศึกษาถึงสภาพธรณีวิทยา ได้แก่ การรู้ถึงชนิด ของหินต่างๆ ที่รองรับอยู่ในสภาพภูมิประเทศนั้นๆ ว่าเป็นหินชนิดใด เนื่องจากหินแต่ละชนิดมี สมบัติที่แตกต่างกัน เช่น ความคงทนต่อการผุพังหรือต่อการชะล้างพังทลาย ส่วนประกอบของ แร่ธาตุ ความแข็ง เป็นต้น ดังนั้นลักษณะรูปร่างของสภาพภูมิประเทศ ที่เกิดขึ้นบนหินที่แตกต่าง กันย่อมมีสภาพพื้นที่แตกต่างกันออกไป (รูปที่ 1 และ 2) นอกจากนี้โครงสร้างทางธรณีวิทยาก็มี ผลต่อลักษณะภูมิประเทศเช่นเดียวกัน เช่น ลักษณะการคดโค้งในชั้นหิน (fold structure) ลักษณะการเคลื่อนที่ของชั้นหิน (fault structure) ลักษณะชั้นหินและการกัดเซาะหรือผุกร่อน เป็นต้น ลักษณะต่างๆ เหล่านี้เป็นผลจากการเกิดธรณีแปรสัณฐาน (tectonics) ทั้งที่เกิดขึ้นในอดีต และปัจจุบัน (paleotectonic and neotectonic) สำหรับการหาอายุของสภาพภูมิประเทศที่ต้องมี การศึกษานั้น เพื่อต้องการลำดับเหตุการณ์การเกิดของวิวัฒนาการทางธรณีสัณฐานว่าเกิดมา นานเท่าใด ทำให้เราได้รู้ถึงเวลาของการเกิดวัตถุต่างๆ สามารถจัดหมวดหมู่ของวัตถุที่มีอายุ เดียวกันได้ การหาอายุสามารถหาได้สองแบบ คืออายุจริง (absolute age) และอายุเปรียบเทียบ (correlate age) ความแตกต่างของการหาอายุทั้งสองนั้นคือ การหาอายุจริงเป็นการวัดหาอายุที่ แน่นนอน ส่วนการหาอายุเปรียบเทียบ เป็นการเปรียบเทียบการเกิดก่อนหลังของชั้นวัตถุ หรือ สภาพภูมิประเทศว่าส่วนไหนเกิดก่อนหรือหลัง โดยอาศัยหลักการว่าชั้นวัตถุที่เกิดก่อนจะถูกทับ หรือวางตัวอยู่ใต้ชั้นวัตถุที่เกิดใหม่ หรือสภาพภูมิประเทศที่เกิดก่อนมักเกิดอยู่สูงกว่าสภาพภูมิ ประเทศที่เกิดใหม่ การหาอายุจริง (absolute age) นั้นมีวิธีการหาอายุได้หลายวิธี ตามชนิดของ วัตถุที่จะทำการศึกษา เช่น ถ้าต้องการหาอายุของหิน วิธีการหาจะใช้การหาอายุจากธาตุกัม มันตภาพรังสี เช่น ธาตุยูเรเนียม (U) ธาตุอาร์กอน (Ar) และธาตุตะกั่ว (Pb) เป็นต้น แต่ถ้า ต้องการหาอายุวัตถุที่เกิดในช่วงยุคควอเทอร์นารี ซึ่งมีอายุไม่เกิน 1.6 ล้านปี ก็จะหาโดยวิธีการ อื่นๆ เช่น วิธีเรืองแสงความร้อน (thermoluminescence method) วิธีศึกษาภาวะแม่เหล็ก บรรพกาล (paleomagnetic method) วิธีหาอายุธาตุคาร์บอน 14 เป็นต้น



รูปที่ 1 ลักษณะภูเขาที่เกิดจากหินปูน ที่แสดงหน้าผาสูงชันซึ่งเป็นลักษณะเด่นของภูเขาที่เกิดจากหินปูน



รูปที่ 2 ลักษณะพื้นที่เกิดในหินทรายแป้ง-หินดินดาน ให้สภาพราบเรียบ ไม่แสดงพื้นที่สูงชันเนื่องจากเป็นหินเนื้ออ่อน

การหาอายุจากวิธีเหล่านี้ใช้ตัวอย่างที่แตกต่างกัน เนื่องจากในธรรมชาติไม่สามารถพบวัตถุที่มีตัวอย่างชนิดเดียวในธรรมชาติ บางทีอาจมีแร่เหล็กแต่ไม่มีอินทรียววัตถุ บางทีอาจมีอินทรียววัตถุแต่ไม่มีแร่เหล็ก ดังนั้นการหาอายุจริงของวัตถุของยุคควอเตอร์นารี จึงสามารถทำได้หลายวิธี นักธรณีสัณฐานโดยส่วนใหญ่ มีความเชื่อว่าลักษณะธรณีสัณฐานที่เห็นส่วนใหญ่ มีอายุไม่เกินสมัยไพลสโตซีน มีเพียงส่วนน้อยที่อาจมีอายุมากกว่าสมัยไพลสโตซีน (Thornbury 1969) กระบวนการทางธรณีสัณฐานที่มากจะทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศต่างๆ เป็นกระบวนการที่เกิดในช่วงอายุนี้ และจากการที่เห็นสภาพภูมิประเทศ และชั้นวัตถุของยุคควอเตอร์นารี ที่มีความหลากหลาย แสดงให้เห็นว่าในช่วงอายุนี้ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้เกิดลักษณะวัตถุต่างๆ กัน การศึกษาของธรณีสัณฐานมีขั้นตอนการทำงานจัดแบ่งออกได้ดังนี้

2.1. งานเตรียมเอกสารและข้อมูล เป็นงานรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นต่างๆ ที่เคยมีการศึกษาสำรวจในพื้นที่ เพื่อจะได้ทราบข้อมูลการศึกษาต่างๆ และ เตรียมข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นสำหรับการสำรวจ ได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลด้านธรณีวิทยา ข้อมูลดิน ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลเส้นทางคมนาคม และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ซึ่งจะทำการศึกษา

2.2. งานวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน หลังจากได้เตรียมข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้แล้ว ก็เป็นงานแปลข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เพื่อที่จะนำผลการแปลดังกล่าวไปใช้ตรวจสอบในสนาม โดยขั้นตอนการทำงานในช่วงนี้ จะเป็นการแปลข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ โดยมาตราส่วนของภาพถ่ายทางอากาศ ที่ใช้ในการแปลลักษณะธรณีสัณฐานนั้น จะใช้ขนาดมาตราส่วนตามลักษณะของงานที่จะผลิตออกมา ถ้าเป็นพื้นที่เล็กจะใช้ภาพถ่ายมาตราส่วนขนาดใหญ่ เช่น 1:15,000 หรือ 1:25,000 แต่โดยทั่วไปมาตรฐานของภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้ในการแปลลักษณะธรณีสัณฐานส่วนใหญ่จะใช้มาตราส่วน 1: 50,000 เนื่องจากภาพถ่ายมาตราส่วนนี้สามารถเห็นลักษณะทางธรณีสัณฐาน และทางด้านธรณีวิทยา โดยเฉพาะด้านโครงสร้างทางธรณีวิทยาได้อย่างชัดเจน การแปลภาพถ่ายทางอากาศเป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากในภาพถ่ายทางอากาศ สามารถเห็นสภาพพื้นที่ต่างๆ ได้เหมือนจริงโดยเห็นภาพเป็นสามมิติ มีลักษณะคล้ายมองจากที่สูงลงมาทำให้สามารถมองเห็นสภาพพื้นที่มีลักษณะธรณีสัณฐาน หรือสภาพภูมิประเทศว่าส่วนใดมีความแตกต่างกัน โดยอาศัยหลักการของการแปลภาพถ่ายทางอากาศในการแปล ทำให้สามารถจำแนกลักษณะพื้นที่ หรือจัดหมวดหมู่ของพื้นที่ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันไว้เป็นหน่วยเดียวกัน หลังจากนั้นก็นำข้อมูลอื่นๆ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงโครงสร้างธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศแสดงระดับความสูงและความลาดชัน แผนที่ธรณีวิทยาแสดงลักษณะหิน ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลน้ำบาดาล และข้อมูลอื่นๆ โดยนำข้อมูลต่างๆ เหล่านี้รวบรวมเข้ากับข้อมูลจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ แล้วมาสร้างแผนที่ธรณีสัณฐานเบื้องต้น ซึ่งเป็นแผนที่จากการแปลเพื่อที่จะนำไปตรวจสอบในสนามต่อไป

2.3. งานตรวจสอบในสนาม เป็นการออกตรวจสอบลักษณะสมบัติของวัสดูธรณีสัณฐานต่างๆ ของหน่วยแผนที่ธรณีสัณฐานที่ได้จากการแปล โดยไปตรวจสอบวัสดุพื้นผิวของ

สภาพภูมิประเทศต่างๆ ว่ามีลักษณะเช่นใด เช่น ลักษณะรูปร่างหรือสัณฐานของภูมิประเทศ (landform) หรือสมบัติของวัตถุผิวดิน (surficial sediments) ว่าเป็นวัสดุอะไร เป็นหินหรือวัตถุที่ยังไม่แข็งตัว เป็นวัสดุที่เกิดอยู่กับที่ หรือวัตถุที่ถูกพัดพา วัสดุที่พบเกิดโดยกระบวนการธรณีสัณฐานอะไร ฯลฯ สำหรับงานตรวจสอบในภาคสนามจะทำตามจุด หรือเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้จากการแปลในภาพถ่ายทางอากาศ หรือจากพื้นที่พบเห็นที่น่าสนใจในสนาม การตรวจสอบในภาคสนาม ต้องสำรวจในทุกหน่วยที่ได้ทำการแปลไว้ และในแต่ละหน่วยต้องทำการสำรวจหลายๆ ตำแหน่ง เพื่อต้องการทราบความผันผวนของหน่วยธรณีสัณฐาน เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการทำแผนที่ธรณีสัณฐานขั้นตอนสุดท้าย ในการสำรวจภาคสนาม จะมีแบบฟอร์มสำหรับการบันทึกข้อมูลที่ออกตรวจสอบ (รูปที่ 3) ซึ่งข้อมูลที่บันทึกจะมีรายละเอียดของสภาพพื้นที่ เช่นเดียวกับแบบบันทึกที่ปฏิบัติงานสนามอื่นๆ เช่น ตำแหน่ง ความสูง วัตถุต้นกำเนิด การใช้ประโยชน์ที่ดิน วันที่บันทึก ลักษณะของวัตถุที่ตรวจสอบ เป็นต้น สำหรับข้อมูลของวัตถุที่ตรวจสอบ (sample description) จะบันทึกสิ่งที่พบเห็นในสนาม ซึ่งได้แก่ ข้อมูลชั้นความหนา การแบ่งชั้น เนื้อดิน ขนาดของเม็ดทราย ส่วนของตะกอนหยาบ ชนิดของตะกอน การคัดขนาด สี มีวัตถุแปลกปลอมอื่นๆ หรือไม่ เช่น ซากพืช สัตว์ หอย ซากบรรพชีวิน เป็นต้น การบันทึกข้อมูลจะบันทึกรายละเอียดทุกอย่างที่พบเห็น เพื่อเป็นหลักฐานในการทำรายงานต่อไป นอกจากรายละเอียดด้านลักษณะธรณีสัณฐานแล้ว ยังมีการศึกษาข้อมูลด้านอื่นๆ โดยเฉพาะในแง่ที่เกี่ยวข้องกับดินจะบันทึกข้อมูลด้าน ลักษณะสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ สภาพการชะล้างพังทลายของพื้นที่และสภาพพื้นผิว ลักษณะชั้นดินบนและชั้นล่างมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร โดยการเจาะตรวจสอบ จะบันทึกว่าชั้นดินมีกี่ชั้น มีชั้นหินหรือไม่ และเกี่ยวข้องกันหรือไม่ โดยทั่วไปต้องทำการเจาะสำรวจถึงชั้นหิน ถึงจะสรุปที่มาของวัตถุที่อยู่ตอนบนได้ แต่ในทางปฏิบัติสามารถเจาะได้ในระดับความลึกประมาณ 4-5 เมตร หรือถึงชั้นหินถ้าพบว่าอยู่ตื้นน้อยกว่านี้ เนื่องจากการเจาะโดยกำลังคนมีข้อจำกัดไม่สามารถเจาะได้ลึก ถ้าพบชั้นวัตถุแข็งซึ่งเป็นปัญหาในการสำรวจหาข้อมูลอย่างยิ่ง การศึกษาในสนามนอกจากการตรวจสอบโดยการเจาะแล้ว อาจทำได้โดยการตรวจสอบจาก บริเวณหน้าตัดดินข้างถนน (road cut) หรือตามบ่อขุดดินต่างๆ (รูปที่ 4 และ 5) ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการตรวจสอบในภาคสนาม จะทำการบันทึกในสมุดโน้ตเพื่อเป็นข้อมูลในการทำรายงาน นอกจากงานตรวจสอบแล้ว บางครั้งอาจมีการเก็บตัวอย่างวัตถุต่างๆ ในสนามที่มีความสงสัยหรือต้องการหาสมบัติต่างๆ มาทำการศึกษาวิเคราะห์ในสำนักงาน หรือห้องปฏิบัติการ แล้วนำผลการศึกษาทั้งสองไปรวบรวมในการทำรายงานต่อไป การเก็บข้อมูลในสนามบางครั้งก็จะบันทึกเป็นรูปภาพเพื่อไปใช้รายงานต่อไป

2.4. งานแก้ไขตรวจสอบแผนที่ วิเคราะห์ตัวอย่าง และทำรายงาน เป็นงานแก้ไขขอบเขตแผนที่ และ จัดตั้งหน่วยแผนที่ให้ถูกต้อง หลังจากที่ได้มีการตรวจสอบแล้วในสนาม พร้อมทั้งทำการรวบรวมข้อมูลการศึกษาในสนาม และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ได้เก็บมาจากในสนาม เพื่อเป็นการหาหลักฐานมายืนยันเหตุผลการศึกษา การวิเคราะห์ตัวอย่างของการศึกษาธรณีสัณฐาน

Described by

Co-ordination

Topography

Degree of weathering

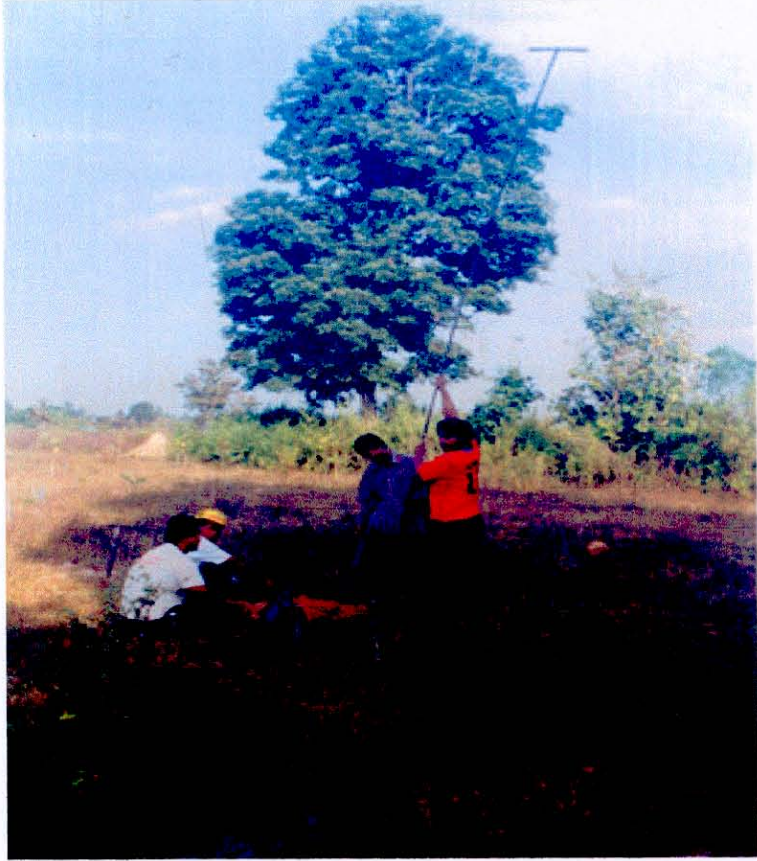
Erosion

Equipment

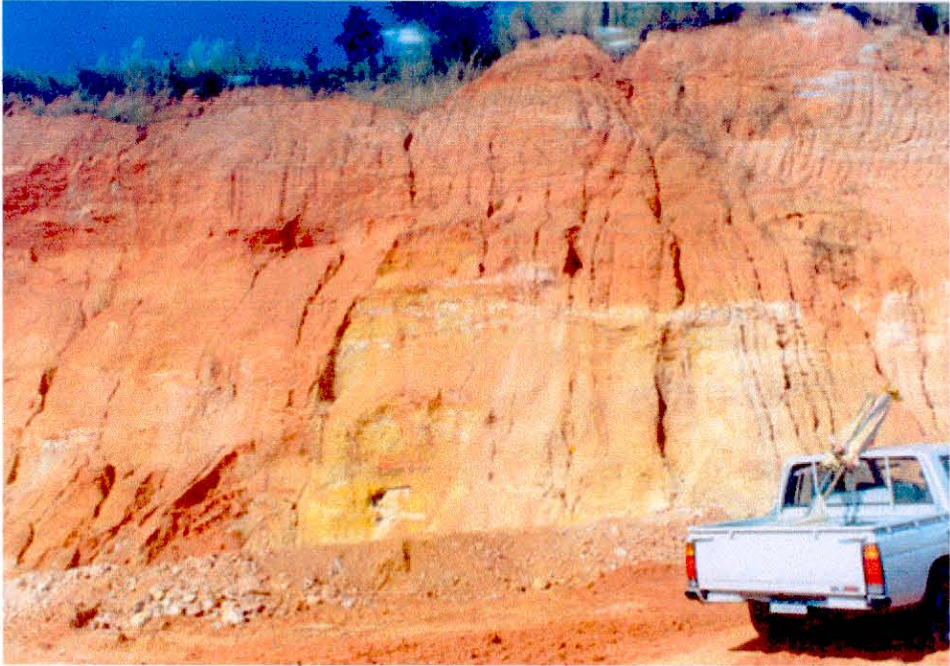
Depth	Water level	Sample description	Symbol log

Remarks

รูปที่ 3 แสดงแบบบันทึกข้อมูลในสนามของการสำรวจด้านธรณีสัณฐาน



รูปที่ 4 แสดงการเจาะสำรวจ เพื่อศึกษาลักษณะวัสดุพื้นผิวในสภาพธรณีสัณฐาน
ต่างๆ โดยทำการเจาะสำรวจในระดับความลึกประมาณ 4-5 เมตร



รูปที่ 5 แสดงหน้าตัดดินข้างถนน ที่ใช้ในการตรวจสอบลักษณะของวัสดุพื้นผิว

บางครั้งจำเป็นต้องใช้เครื่องมือเฉพาะด้าน จึงจะสามารถตรวจสอบได้ เช่น ในการศึกษาวัตถุดิน ลมหอบ (loess) โบราณ ซึ่งสภาพพื้นที่ปัจจุบันอาจไม่เห็นร่องรอย หรือหลักฐานที่เกิดโดยลม สิ่งที่จะพิสูจน์ได้ คือ ลักษณะผิวของตะกอน ซึ่งดินลมหอบประกอบด้วยวัตถุขนาดเล็กมาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัตถุขนาดทรายแป้ง (silt) หรือทรายขนาดละเอียดมาก (very fine sand) การศึกษาวัตถุที่เกิดโดยลม จะดูที่ผิวของเม็ดวัตถุว่า มีร่องรอยที่เกิดจากอิทธิพลโดยลมหรือไม่ โดยดูจากรอยกษัยการที่เกิดจากการเสียดสีของวัตถุ ลักษณะของการกระแทก การครูดถูที่เกิดตามผิวของเม็ดวัตถุ และลักษณะการสึกกร่อนตามผิว ระหว่างการพัดพาโดยลม ซึ่งลักษณะต่างๆ เหล่านี้ไม่สามารถเห็นได้จากกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา เนื่องจากกำลังขยายไม่เพียงพอ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือเฉพาะในการพิสูจน์ ได้แก่ electron microscope มาทำการศึกษา เนื่องจากกล้องชนิดนี้สามารถเห็นลักษณะขนาดเล็กมาก นอกจากนี้แล้วยังมีวิธีการวิเคราะห์ทางธรณี สันฐานด้านอื่นๆ เช่น การหาอายุ การวิเคราะห์ขนาดเม็ดทราย การวิเคราะห์ด้านจุลสัณฐาน การหาชนิดของวัตถุ เป็นต้น เนื่องจากเครื่องมือการศึกษาด้านธรณีสันฐาน มีราคาแพงและมี เฉพาะบางหน่วยงาน การวิเคราะห์ต้องขอความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ หรือบางครั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นการวิเคราะห์ตัวอย่างจะทำต่อเมื่อมีข้อสงสัย หรือมีความจำเป็นต้อง การทราบสมบัติของวัตถุที่สงสัย แต่โดยปกติแล้วการศึกษาทางด้านธรณีสันฐานหรือทาง ธรณีวิทยา จะใช้หลักฐานการสำรวจในสนามเป็นส่วนใหญ่ หลังจากที่ได้ทำการแก้ไข และ จัดทำ แผนที่ธรณีสันฐานฉบับสมบูรณ์แล้ว ก็ทำการรวบรวมข้อมูลด้านต่างๆ ที่ได้จากการตรวจสอบ เอกสาร ข้อมูลจากการสำรวจในสนาม ข้อมูลจากการวิเคราะห์ตัวอย่าง แล้วจึงนำมาสรุปเขียน เป็นรายงานต่อไป หัวข้อรายงานของการศึกษาด้านธรณีสันฐานประกอบด้วย

- 1) บทนำ หรือ คำนำ เป็นบทที่กล่าวถึง ความสำคัญของงานหรือโครงการ ที่มาของโครงการ จุดประสงค์ หรือ เป้าหมายของโครงการ
- 2) บทข้อมูลทั่วไป เป็นบทที่กล่าวถึงข้อมูลเบื้องต้นต่างๆ ของพื้นที่โครงการ เช่น สภาพพื้นที่ สภาพอุทกวิทยา ธรณีวิทยา ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประชากร สภาพดิน ฟ้าอากาศ ปฐพีวิทยา ข้อมูลที่มีการศึกษามาก่อน
- 3) บทแสดงขั้นตอนการทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงานต่างๆ และวิธีการศึกษา
- 4) บทผลของการศึกษา จะแสดงผลการสำรวจ หรือ ศึกษา ว่าได้ผลอย่างไร ซึ่ง ผลการศึกษาอาจเป็น แผนที่ ผลการวิเคราะห์ หรือ ข้อมูลต่างๆ ที่ศึกษา เป็นต้น
- 5) บทสรุป และ วิจารณ์ ผลการศึกษา

รูปแบบของหัวข้อของรายงานที่ทำการศึกษา ด้านธรณีสันฐานขึ้นอยู่กับลักษณะงาน และวัตถุประสงค์ของการศึกษา

3. กระบวนการธรณีสัณฐาน (Geomorphological Process)

กระบวนการธรณีสัณฐานเป็น กระบวนการทางกายภาพ และทางเคมีที่เกิดตามธรรมชาติ มากระทำต่อวัตถุบนพื้นผิวโลก โดยมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และสร้างลักษณะรูปร่างต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก กระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในตัววัตถุ และสภาพรูปร่าง โดยมีตัวการทางธรณีสัณฐาน (geomorphic agents) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานของพื้นผิวโลก ได้แก่ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ เช่น กระบวนการผุพัง (weathering) กระบวนการกร่อนหรือชะล้างพังทลาย (erosion) กระบวนการทับถม (deposition) กระบวนการแปรธรณีสัณฐาน (tectonic process) และกระบวนการซึ่งเกิดจากการกระทำของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ พืช หรือสัตว์ กระบวนการธรณีสัณฐานสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มใหญ่ (Thornbury W.D. 1969) ได้แก่

3.1. กระบวนการที่เกิดบนผิวโลก (Epigene หรือ Exogenetic Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการปรับระดับพื้นผิวโลก การลดระดับ การผุพัง การเคลื่อนที่ของมวลวัตถุ การชะล้างพังทลาย เนื่องจากธรรมชาติของพื้นผิวของโลก มีกระบวนการที่พยายามจะปรับระดับพื้นผิว ทำให้ผิวโลกมีระดับที่เท่ากัน โดยพื้นที่สูงจะถูกปรับระดับให้ต่ำลง ส่วนในที่ต่ำจะมีการทับถมหรือพยายามปรับระดับพื้นที่ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นการปรับสภาพสมดุลของพื้นผิวโลก กระบวนการดังกล่าว ได้แก่ กระบวนการปรับระดับของพื้นที่ (denudational process) ที่เกิดทั้งจากการสร้าง (construction) และการทำลาย (destruction) ของวัตถุและสภาพธรณีสัณฐานบนผิวโลก การเกิดของสภาพภูมิประเทศของพื้นผิว เป็นผลจากการผุพัง การกร่อน การทับถม และปรากฏการณ์ธรรมชาติอื่นๆ ทำให้เกิดสภาพธรณีสัณฐานต่างๆ เช่น ธรณีสัณฐานที่เกิดจากแม่น้ำ ธรณีสัณฐานที่เกิดจากลม ธรณีสัณฐานจากโครงสร้าง ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล ธรณีสัณฐานแบบคาสต์ และธรณีสัณฐานที่เกิดจากน้ำแข็ง เป็นต้น นอกจากตัวการทางธรณีสัณฐานธรรมชาติที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแล้ว สาเหตุอื่น เช่น สภาพดินฟ้าอากาศ และสิ่งมีชีวิต ก็อาจเป็นตัวการที่ทำให้เกิดสภาพรูปร่างของภูมิประเทศต่างๆ

กระบวนการผุพัง (weathering process) เป็นกระบวนการที่วัตถุบนพื้นผิวโลก ได้แก่ หินชนิดต่างๆ ได้ถูกทำให้ผุพังหรือเปลี่ยนแปลง ด้วยวิธีการต่างๆ จากสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การเพิ่มและลดอุณหภูมิสลับกัน หรือจากฝนทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ กระบวนการผุพัง (weathering process) ที่เกิดกับวัตถุ เป็นกระบวนการที่ทำให้วัตถุแตกหักเป็นเศษเล็กเศษน้อย และไม่ถูกเคลื่อนย้าย แต่ถ้าหากวัตถุที่ผุพังเหล่านี้ มีการเคลื่อนย้ายออกไปจากตำแหน่งเดิม กระบวนการนี้เรียกว่า กระบวนการกร่อน (erosional process) (พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา 2544) ดังนั้นกระบวนการทั้งสองมักมีความเกี่ยวข้องและมักเกิดร่วมกัน กระบวนการผุพังเกิดได้สองชนิดได้แก่ กระบวนการผุพังทางเคมี (chemical weathering) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในธรรมชาติ มีตัวการสำคัญ ได้แก่ น้ำฝน อากาศ ทำให้หิน

และแร่บนพื้นโลกเปลี่ยนแปลง เป็นแร่ชนิดใหม่หรือผุพัง และกระบวนการผุพังทางกายภาพ (mechanical or physical weathering) เป็นกระบวนการที่ทำให้วัตถุบนผิวโลก มีการแตกหัก ออกเป็นลักษณะต่างๆ เช่น แตกเป็นชิ้นเล็กๆ หรือแตกเป็นแผ่น (exfoliation) เป็นต้น การที่ วัตถุบนผิวโลกแตกหักนี้ อาจเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอากาศ ทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงแรงดันที่ยึดติดในหิน ทำให้หินแตกหักเป็นลักษณะต่างๆ

สำหรับกระบวนการกร่อน (erosional process) เป็นกระบวนการที่พัดพาวัตถุที่เกิดการ ผุพังให้เคลื่อนย้ายออกไปจากตำแหน่งเดิม ซึ่งตัวการสำคัญในการพัดพาวัตถุให้ออกไป ได้แก่ การกระทำของ ธารน้ำไหล ลม แรงโน้มถ่วงของโลก ธารน้ำแข็ง ตัวการเหล่านี้สามารถเป็นตัว การที่เป็นทั้งตัวสร้าง และทำลายลักษณะภูมิประเทศ เป็นตัวการสำคัญในกระบวนการปรับ ระดับพื้นที่ สามารถพบลักษณะการกร่อนของภูมิประเทศ และหินที่เกิดจากตัวการเหล่านี้ได้โดย ทั่วไปซึ่งลักษณะที่สำคัญที่เห็น เช่น การเกิดเขายอดตัด การเกิดลักษณะเสาเฉลียง หินเทป หิน เทิน ลักษณะแพะเมืองผี หรือลักษณะเสาหินต่างๆ นอกจากนี้การเกิดลักษณะโครงสร้างของหิน แบบต่างๆ กระบวนการทับถมและกระบวนการกร่อน ที่เกิดจากตัวการต่างๆบนพื้นผิวโลก สามารถที่จะสร้าง และทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศต่างๆ ได้หลายแบบ ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 6,7,8 และ9 ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดได้แก่

1) **ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากธารน้ำไหล (fluvial landform)** เป็นสัณฐาน ที่เกิดจากการทำงานของน้ำบนแผ่นดินต่างๆ เช่น ลำห้วย แม่น้ำ และการไหลแผ่ขาน (sheet flow) เป็นต้น สภาพสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการนี้ เป็นสภาพสัณฐานที่พบทั่วไปในพื้นที่ผิวโลก ที่เป็นแผ่นดินในปัจจุบัน และลักษณะรูปร่างของสัณฐานที่เกิดขึ้น จะเกี่ยวข้องกับลักษณะของ ทางน้ำ เนื่องจากทางน้ำมีลักษณะหลายแบบ บางชนิดมีร่องน้ำตื้น บางชนิดมีร่องน้ำลึก บาง ชนิดมีร่องน้ำเป็นทางตรง บางชนิดมีร่องน้ำโค้งตัว บางชนิดเป็นแบบธารประสานสาย (braided stream) ซึ่งลักษณะของทางน้ำที่มีความแตกต่างกัน ย่อมมีผลต่อความรุนแรงของ กระแสน้ำและลักษณะการไหล ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดลักษณะของตะกอนลำน้ำต่างกัน ดังนั้น ลักษณะตะกอนที่พบ จึงสามารถจำแนกออก ตามลักษณะทางน้ำที่ทำให้เกิดตะกอนนั้นๆ สัณฐานที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำมีหลายชนิด ได้แก่ ที่ราบน้ำท่วมถึง ลานตะพักลำน้ำ คันดินธรรมชาติ ที่ลุ่มน้ำท่วม ทรายแผ่ เนินตะกอนรูปพัด และบึงรูปแอก เป็นต้น (รูปที่ 10และ 11) ลักษณะของตะกอนที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำ จะมีลักษณะการสลับชั้นของตะกอน การวางชั้นแบบเรียงขนาด (graded bedding) การวางชั้นเฉียงระดับ (cross bedding) มีการคัด ขนาดของตะกอน (sorting) ไม่ดี เป็นต้น

2) **ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล (coastal landforms)** กระบวนการปรับระดับพื้นที่ โดยการกระทำของอิทธิพลน้ำทะเล เป็นสัณฐานที่พบอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวโลก เนื่องจากน้ำทะเล ครอบคลุมพื้นที่ของพื้นผิวโลกไว้ถึงสามในสี่ส่วน และในอดีตพื้นที่บางส่วนของแผ่นดินใน ปัจจุบันก็เคยอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลมาก่อน ตัวการสำคัญที่ทำให้ลักษณะต่างๆ ได้แก่ คลื่นของน้ำ ทะเล กระแสน้ำในทะเล การขึ้นลงของน้ำทะเล ซึ่งเป็นปัจจัยในการสร้างลักษณะธรณีสัณฐาน



รูปที่ 6 แสดงลักษณะการกัดกร่อนของวัสดุพื้นผิว จากการกัดเซาะที่เกิดบนพื้นผิวโลก
หลงเหลือสัณฐานที่เรียกว่า แพะเมืองผี



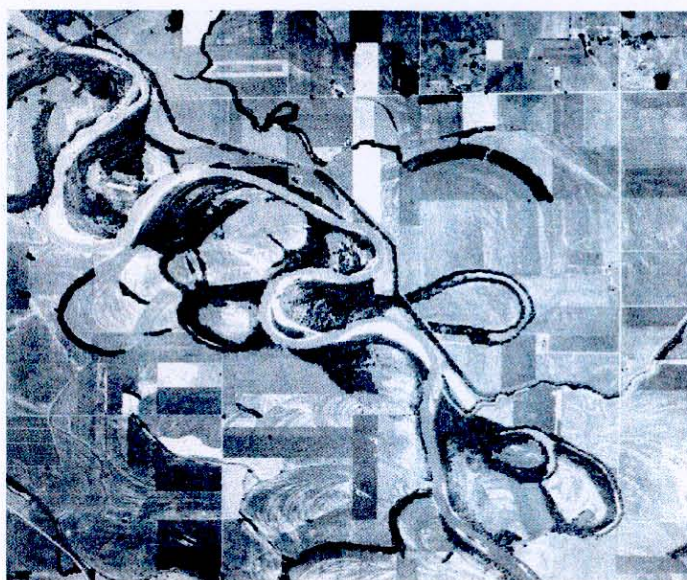
รูปที่ 7 แสดงลักษณะการแตกของหินเป็นแผ่น ซึ่งเรียกว่า Exfoliation
ส่วนใหญ่เกิดในหินอัคนี ของหินแกรนิต และหินแอนดีไซต์



รูปที่ 8 แสดงลักษณะการกัดเซาะของชั้นหิน ซึ่งเป็นการกัดเซาะโดย
ปฏิกิริยาเคมี ที่กระทำโดยน้ำฝนต่อชั้นหิน ที่ภูหินร่องกล้า จ.เลย



รูปที่ 9 แสดงลักษณะการกัดกร่อนของชั้นหินทราย โดยการกระทำของลม
และน้ำที่เกิดในอดีต ทำให้เกิดสัณฐานต่างๆของ หินเทป หินเทิน
และหินรูปร่างแปลกๆ



รูปที่ 10 แสดงลักษณะพื้นที่จากการกระทำของแม่น้ำ เกิด การคดโค้ง
ทะเลสาบแฉก ร่องรอยการคดโค้ง พื้นที่ที่ทับถมตะกอนลำน้ำ



รูปที่ 11 แสดงการกัดเซาะของลำน้ำ บนพื้นที่เกือบราบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ 2530) สาเหตุที่ทำให้เกิดคลื่น และกระแสน้ำต่าง ๆ ในทะเลนั้น ได้แก่ อิทธิพลของลม ลมมรสุมต่าง ๆ ที่เกิดอยู่เป็นประจำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความรุนแรงของคลื่น และทิศทางการไหลของกระแสน้ำแตกต่างกันไปในแต่ละที่ และทำให้เกิดลักษณะธรณีสัณฐานแตกต่างกันออกไป ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของน้ำทะเล (รูปที่ 12 และ 13) ได้แก่ สันทรายลักษณะต่าง ๆ ลานตะพักน้ำทะเล ที่ราบลุ่มน้ำขึ้นถึง (tidal flat) หรือบริเวณป่าชายเลน สะพานหินธรรมชาติและช่องลม หาดทราย ดินดอนสามเหลี่ยม (delta) และแนวปะการัง (coral reef) ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ สำหรับลักษณะตะกอนที่เกิดขึ้นจากการกระทำของน้ำทะเล สามารถสังเกตได้ชัดเจน เช่น ดินมีสีลักษณะเฉพาะคือจะมีสีเขียวเทา ในกรณีที่เป็นดินเลนเนื้อละเอียด (ดินเหนียวและเนื้อทรายแป้ง) แต่ถ้าเป็นตะกอนทราย ได้แก่ ทรายชายหาด (beach) จะมีลักษณะทรายแตกต่างจากลักษณะของทรายที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำ เนื่องจากลักษณะการกระทำของกระแสน้ำ และคลื่นทะเลมีความแตกต่างกัน โดยทิศทางการไหลและการกระทำของกระแสน้ำต่อเม็ดทรายจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน และมักพบเศษเปลือกหอยในชั้นทรายทะเล ซึ่งไม่ค่อยพบในทรายแม่น้ำ จากลักษณะดังกล่าวจึงใช้เป็นหลักฐานในการบอกถึงลักษณะพื้นที่ว่าเคยเป็นพื้นที่ที่เคยมีน้ำทะเลท่วมมาก่อน เช่น พื้นที่ของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง และบริเวณที่ราบของอำเภอหัวไทรและอำเภอรโนด ทางภาคใต้ของประเทศไทย จะพบว่าในพื้นที่ของบริเวณนี้มีชั้นตะกอนดินเหนียวสีเขียวซึ่งเกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลรองรับอยู่ได้ชั้นผิวดิน จึงเป็นหลักฐานที่บอกให้รู้ว่ครั้งหนึ่งในพื้นที่บริเวณนี้เคยมีน้ำทะเลท่วมถึง โดยเฉพาะในพื้นที่ราบภาคกลางตอนล่าง ชั้นดินนี้พบแผ่ไปถึงจังหวัดอยุธยาและอ่างทอง และนอกจากนี้ได้มีการหาอายุของเปลือกหอยที่พบในดินชั้นนี้ โดยอายุที่หาได้จะเป็นเวลาที่บอกว่าเคยมีน้ำทะเลท่วมในบริเวณนี้ จากการหาอายุพบว่าน้ำทะเลเคยท่วมอยู่ในช่วง 7,000-3,000 ปีจากปัจจุบัน (Somboon J.R.P 1990)

3) ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทำงานของลม (eolian landforms)

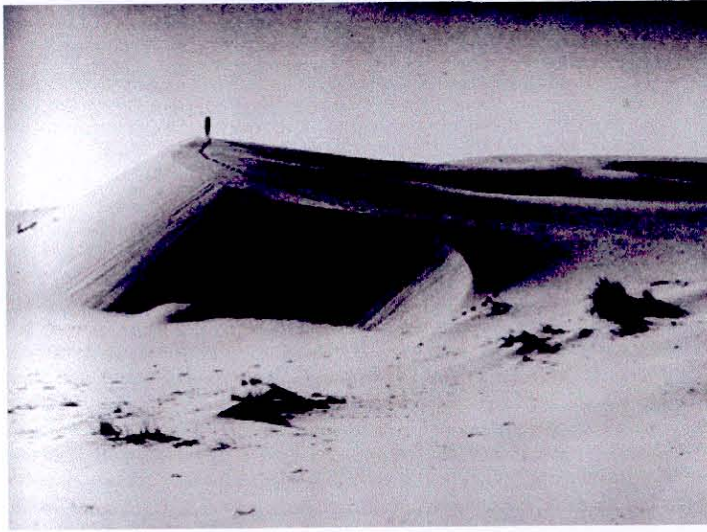
ลักษณะภูมิประเทศชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณพื้นที่เขตแห้งแล้งหรือทะเลทราย แต่ก็สามารถพบสัณฐานนี้ได้ในสภาพอากาศอื่นๆ ได้เช่นกัน เช่น แนวสันทรายตามชายฝั่งทะเลในเขตร้อน (tropic) หรือพื้นที่ดินลมหอบ (loess) ในเขตอากาศหนาวและชุ่มชื้น (semi-humid) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีลมแรง วัสดุธรณีสัณฐานที่เกิดโดยลม ส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่มีขนาดละเอียด เป็นพวกขนาดดินเหนียว ทรายแป้ง และทรายขนาดละเอียดถึงละเอียดมาก ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากลม ได้แก่ ลักษณะเนินทราย (wind blown sand) สันทรายทะเล และ สันทรายต่างๆ (dune) ในทะเลทราย (รูปที่ 14 และ 15) สันทรายพวกนี้มีขนาดใหญ่ และมีความยาวหลายกิโลเมตร เช่น สันทรายรูปพระจันทร์เสี้ยว (barchan dune) เป็นลักษณะของสันทรายขวาง (transverse sand dune) ที่วางตัวขวางทิศทางการเคลื่อนที่ของลม สันทรายอีกชนิดได้แก่ สันทรายตามความยาว (longitudinal sand dune or seif dune) เป็นสันทรายที่เกิดตามแนวทิศทางเดียวกับกระแสลม ลักษณะของดินลมหอบส่วนใหญ่ เป็นดินมีลักษณะหน้าตัดดินที่มีความสม่ำเสมอจนยากที่จะแยกชั้นออกมาได้ เม็ดตะกอนมีการคัดขนาดค่อนข้างดี (well sort) แร่ส่วน



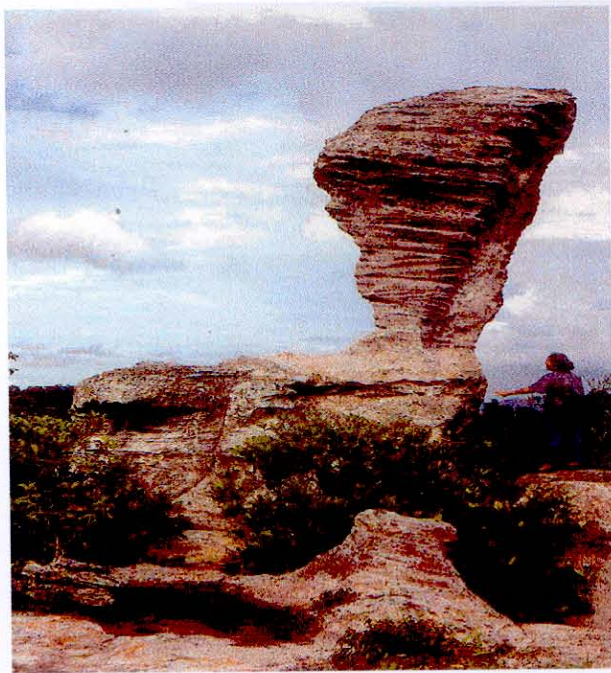
รูปที่ 12 แสดงการกัดเซาะของกระแสน้ำ และคลื่น ในทะเลต่อชั้นหิน ทำให้เกิดลักษณะที่เรียกว่า สะพานหินธรรมชาติ และช่องลม



รูปที่ 13 แสดงลักษณะการทับถมจากกระแสน้ำ และคลื่นทะเล ทำให้เกิดการทับถมของหาดทราย



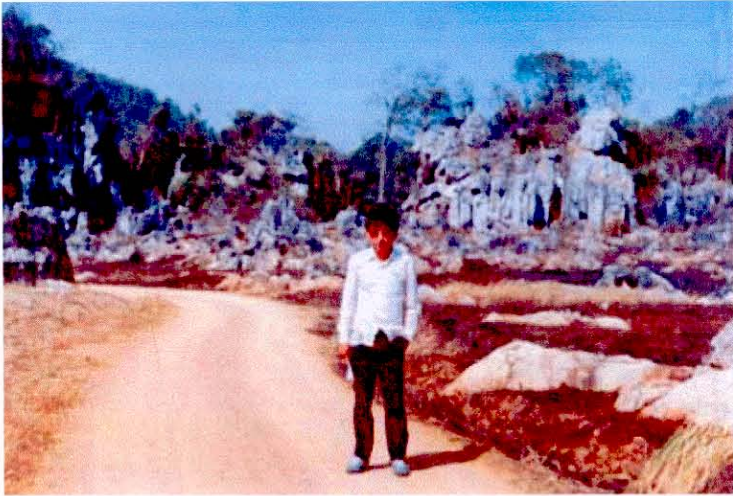
รูปที่ 14 แสดงลักษณะสันทราย (dune) ขนาดใหญ่ ที่เกิดจากการ
กระทำของลม ในพื้นที่ทะเลทราย



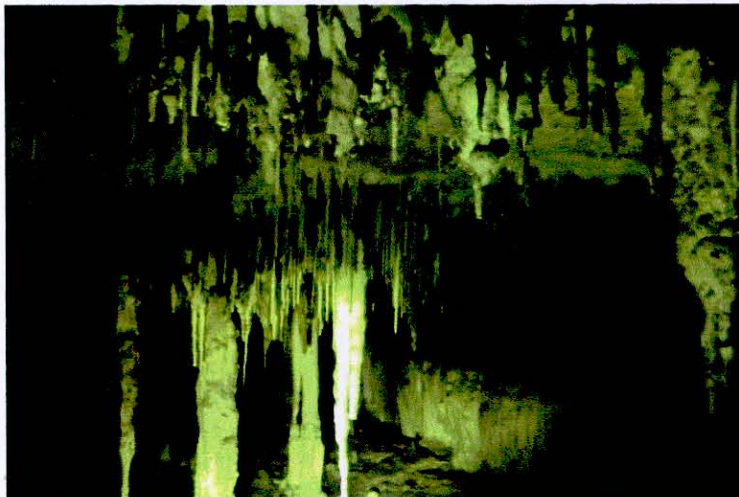
รูปที่ 15 แสดงลักษณะการกัดเซาะโดยกระแสลม ที่มีต่อชั้นหิน
ทำให้เกิดรูปร่าง ที่เรียกว่า Pedestal rock

ประกอบส่วนใหญ่ ได้แก่ แร่ควอร์ตซ เฟลสปาร์ แคลไซต์ และโดโลไมท์ เป็นต้น ลักษณะของตะกอนชนิดนี้อาจวางตัวอยู่บนสัณฐานเก่า หรือ วางตัวอยู่ได้สัณฐานใหม่ ตะกอนพวกนี้มีปฏิกริยาผิวดินค่อนข้างเป็นต่าง สามารถวางตัวตั้งฉากเป็นหน้าผาชัน น้ำซึมผ่านได้ดี ไม่แน่นแข็ง (อภิสัทธี เอี่ยมหน่อ 2530) ตะกอนที่เกิดโดยกระบวนการพัดพาของลม ส่วนใหญ่ถูกพัดพาไปในลักษณะการแขวนลอย การกลิ้งกระดอน และการกลิ้งไป ดังนั้นสภาพการกัดกร่อนที่เกิดโดยกระบวนการนี้จึงมีลักษณะเฉพาะ โดยเฉพาะตามพื้นผิวของเม็ดตะกอนจะมีร่องรอยที่เกิดจากการกระทำของลม เช่น การเสียดสี รอยขีดบนผิว และรอยสึกกร่อน เป็นต้น ลักษณะที่เห็นพวกนี้สามารถพบได้ในตะกอนขนาดต่างๆ ซึ่งบางครั้งจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ใช้เทคนิคสูงในการศึกษา เช่น กล้องelectron microscope เพื่อศึกษาพื้นผิวของตะกอนทรายแป้ง หรือดินเหนียวว่าได้รับอิทธิพลของลมกระทำหรือไม่ ลักษณะรอยกระแทกหรือเสียดสี สามารถพบในเม็ดตะกอนขนาดใหญ่ของตะกอนกรวด หรือใหญ่กว่า โดยรอยกระแทกหรือถูกไถในตะกอนขนาดใหญ่เรียกว่า รอยเวนท์แฟก (ventifact) (สามารถพบได้ในตะกอนขนาดตั้งแต่ gravel pebble cobble จนถึง boulder) หลักฐานจากลักษณะต่างๆ เหล่านี้จะเป็นตัวบอกถึง กระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดขึ้น ทำให้ทราบได้ว่าตะกอนต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นได้อย่างไร

4) ลักษณะธรณีสัณฐานแบบคาสต์ (Karst landforms) เกิดจากการกระทำของน้ำใต้ดินซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดในพื้นที่ของหินปูน เนื่องจากหินปูนเป็นหินที่ทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำได้ง่าย โดยน้ำสามารถละลายให้หินปูนสึกกร่อนลงไปได้ การชะละลายของน้ำที่มีต่อหินปูนเป็นผลทำให้พื้นที่ของหินปูนเกิดสภาพรูปร่างต่างๆ เช่น หินงอก หินย้อย ถ้ำ โพรงหรือหลุมต่างๆ ลักษณะสภาพภูมิประเทศที่เกิดในพื้นที่หินปูนเหล่านี้เรียกว่า ภูมิประเทศแบบคาสต์ (karst topography) ปัจจัยทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดภูมิประเทศประเภทนี้ ได้แก่ ลักษณะการวางตัวของชั้นหินที่ละลายน้ำได้ (หินปูน) กับหินอื่น ความหนาแน่นหรือความพรุนในเนื้อหิน ลักษณะโครงสร้างของหินที่มีความยากง่ายต่อการละลายน้ำ ความหนาชั้นหิน นอกจากปัจจัยทางธรณีวิทยาแล้วก็มีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเกิดลักษณะต่างๆ ในหินปูน เช่น สภาพของน้ำถ้ามีฤทธิ์เป็นกรดจะทำให้ละลายได้ง่ายขึ้น ความรุนแรงของกระแสน้ำ สภาพอุณหภูมิเป็นอย่างไรซึ่งโดยปกติแล้ว ปฏิกิริยาเคมีมักเกิดได้ดีในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง สัณฐานที่เกิดในกระบวนการนี้ ถ้าเป็นภูเขาจะให้ลักษณะเป็นเขาที่มีหน้าผาสูงชัน เนื้อดินมีน้อย เนื่องจากหินปูนซึ่งประกอบด้วยสารปูน (calcareous) เป็นส่วนใหญ่ ทำให้เนื้อหินปูนสามารถถูกละลายหายไปจะหลงเหลือแต่ส่วนผสมอื่นที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ ส่วนที่เป็นดินเหนียว ส่วนสารปูนที่ละลายหายไปก็จะไปตกผลึกใหม่กลายเป็นหินงอก หินย้อย หรือชั้นหินปูนทุติยภูมิต่อไป สัณฐานในส่วนที่เป็นที่ราบในพื้นที่หินปูน จะให้ลักษณะที่เรียกว่า Terra rossa เป็นสภาพพื้นที่ที่ประกอบด้วยวัตถุที่เหลือจากการชะละลายของหินปูน ดินมีลักษณะสีแดง และเป็นดินเหนียว ลักษณะสัณฐานอีกแบบที่พบในส่วนที่เป็นที่ราบในพื้นที่หินปูน ได้แก่ สภาพพื้นที่ที่เป็นป่าหิน (Lapies) (รูปที่ 16 และ 17) จะพบหินปูนโผล่สลับกับดินในสัณฐานชนิดนี้ ลักษณะสภาพที่เป็นหลุมยุบหรือแอ่ง



รูปที่ 16 แสดงลักษณะสุสานหิน (Lapies) ที่เกิดในสภาพธรณีฐานแบบคาสต์



รูปที่ 17 แสดงลักษณะการตกผลึกของสารปูน ทำให้เกิดหินงอก หินย้อยในถ้ำของพื้นที่ภูเขาหินปูน

(sink hole) สามารถพบได้ในส่วนที่เป็นภูเขา ได้แก่ หลุมยุบต่างๆ ตามยอดเขา และในพื้นที่ต่ำที่เป็นแอ่ง หรือบ่อน้ำที่พบในพื้นที่หินปูน ส่วนสภาพที่เป็นถ้ำมักเกิดในใต้ชั้นดิน หรือหิน เป็นผลจากการละลายโดยน้ำใต้ดินที่กระทำต่อหินปูน ความยาวหรือขนาดความกว้างของบางแห่งใหญ่โตมาก อาจยาวเป็นร้อยกิโลเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการเกิดด้วย

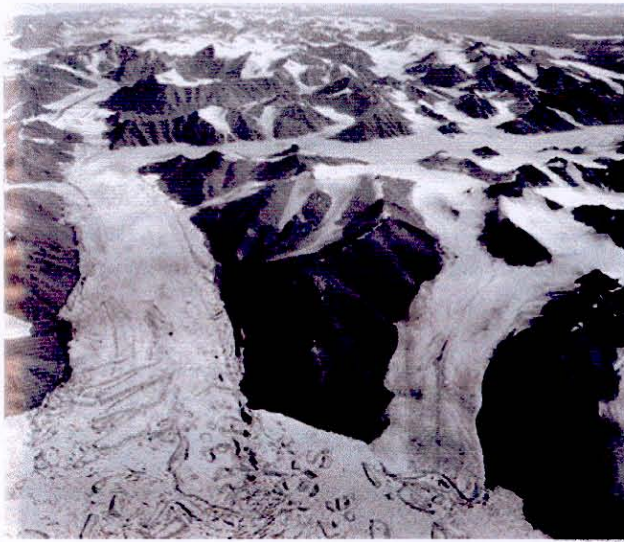
5) ธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง (glacier landforms)

อิทธิพลของกระบวนการนี้ส่วนใหญ่ เกิดในบริเวณพื้นที่ขั้วโลกหรือเขตหนาว และบนพื้นที่เขาสูงที่มีน้ำแข็งปกคลุมตลอดเวลา กระบวนการนี้จะทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศ ที่แตกต่างไปจากกระบวนการอื่นๆ สาเหตุของการเกิดลักษณะต่างๆ เนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำแข็งจากการละลาย หรือการถล่ม ซึ่งการเคลื่อนที่เหล่านี้ทำให้เกิดการกัดเซาะชั้นหินที่อยู่ด้านล่างทำให้เกิดรูปร่างลักษณะสัณฐานต่างๆ (รูปที่ 18 และ 19) เช่น เซิร์ก (cirque) หุบเขาธารน้ำแข็ง (glacial trough) อ่าวฟยอร์ด (fjord) หรือเศษหินที่หลงเหลือจากการละลายของน้ำแข็ง (moraine) ลักษณะธรณีสัณฐานต่างๆ เหล่านี้ จะพบในเขตหนาว หรือตามยอดเขาที่มีน้ำแข็งปกคลุม

กระบวนการต่างๆ ที่กล่าวมานี้เป็นกระบวนการธรณีสัณฐานสำคัญที่เกิดในธรรมชาติที่มีผลต่อการเกิดสภาพภูมิประเทศต่างๆ บนพื้นผิวโลก นอกจากกระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดในธรรมชาติ ที่เป็นสาเหตุหลักทำให้พื้นผิวโลกมีสภาพรูปร่างลักษณะต่างๆ แล้ว กิจกรรมที่เกิดจากการกระทำของสิ่งมีชีวิตก็เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนพื้นผิวโลกได้เช่นกัน การใช้ประโยชน์ที่ดินในกิจกรรมต่างๆ ของมวลมนุษย เช่น การเพาะปลูกพืช การสร้างโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ การระเบิดภูเขา เป็นต้น นอกจากนี้กิจกรรมที่เกิดจากการกระทำของพืชและ สัตว์ ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลกเช่นกัน เช่น พื้นที่จากการกระทำของปลวกในประเทศออสเตรเลีย ทำให้เกิดการสร้างสภาพภูมิประเทศที่มีจอมปลวกมากมาย การผุพังหรือการแตกหักของหินจากการชอนไชของรากพืช เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ มีผลต่อวัตถุบนพื้นผิวโลกโดยทำให้เกิดการผุพังสลายตัว และถูกพัดพาไปและไปสะสมตัวกันใหม่ ทำให้เกิดการสร้างสภาพลักษณะรูปร่างต่างๆ ขึ้นมาใหม่ ดังนั้นกระบวนการหรือตัวการทางธรณีสัณฐานที่เกิดบนพื้นผิวโลกเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยสำคัญ ต่อการเปลี่ยนแปลงของวัตถุต่างๆ และทำให้เกิดการสร้างลักษณะธรณีสัณฐานต่างๆ บนพื้นผิวโลก

3.2. กระบวนการที่เกิดภายในโลก (Hypogene หรือ Endogenetic Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้ผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลง จากการกระทำของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดจากภายในโลก แม้ว่าโลกจะถูกสร้างมานานกว่า 5,000 ล้านปี แต่โลกใบนี้ก็ยังไม่วางบนิ่งยังคงมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา โดยแรงภายในโลกที่ยังไม่สงบ ทำให้โลกมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา โลกแบ่งออกเป็นสามส่วนได้แก่ ส่วนแก่นโลก (Core) ส่วนเนื้อโลก (Mantle) และส่วนเปลือกโลก (Crust) โดยในแต่ละส่วนยังแบ่งเป็นส่วนย่อยอีก

สำหรับเปลือกโลกซึ่งเป็นส่วนนอกสุดของโลก แบ่งออกเป็นแผ่นเรียกว่า แผ่นเปลือกโลก (plate) โดยในแต่ละแผ่นสามารถแยกออกเป็นสองส่วนได้แก่ แผ่นเปลือกโลกภาคพื้นทวีป



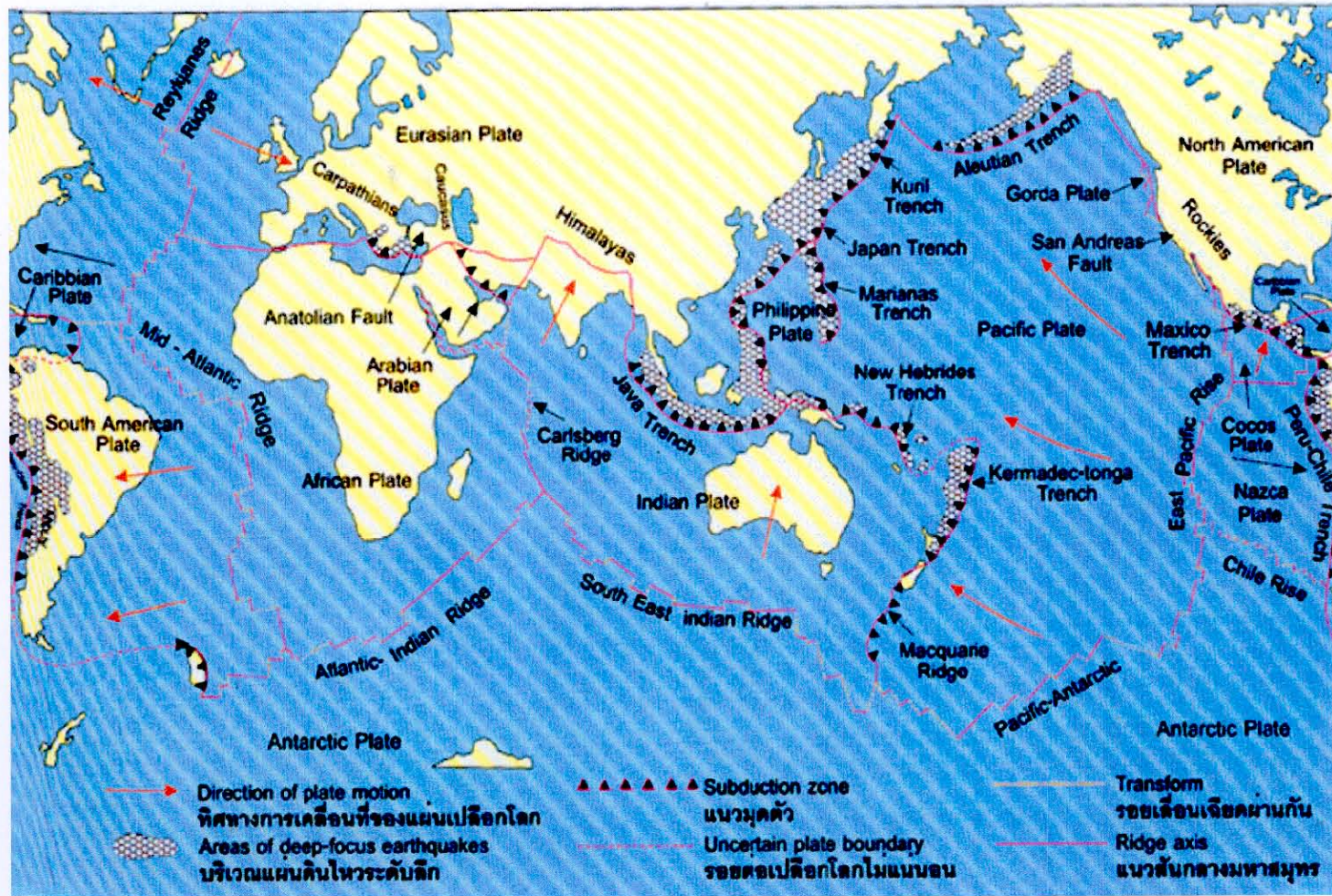
รูปที่ 18 แสดงลักษณะของธารน้ำแข็ง และการกัดเซาะชั้นหิน
ของพื้นที่ โดยธารน้ำแข็ง



รูปที่ 19 แสดงส่วนปลายของธารน้ำแข็งที่มีการละลาย และ
หลงเหลือส่วนของกองตะกอนธารน้ำแข็ง (Moraine)

(continental plate) และ แผ่นเปลือกโลกภาคพื้นสมุทร (oceanic plate) มีทั้งหมดสิบสามแผ่น (ธรณีวิทยาประเทศไทย 2544) (รูปที่ 20) โดยส่วนของแผ่นเปลือกโลกนี้ มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาตั้งแต่โลกนี้ถูกสร้างขึ้นมา และกระบวนการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกเรียกว่า Plate tectonic จากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก เป็นผลทำให้พื้นผิวโลกมีการเคลื่อนไหว มีการระเบิดของภูเขาไฟ และเกิดรอยเลื่อนของแผ่นดิน เกิดการแปรสัณฐานของเปลือกโลก ซึ่งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเหล่านี้ คือกระบวนการแปรสัณฐานต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการนี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัณฐานของผิวโลกเป็นอย่างมาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เกิดมาตลอด ตั้งแต่ในเวลาของธรณีกาล (geologic time) และก็ยังคงเกิดอยู่ในปัจจุบัน ในอดีตกระบวนการดังกล่าวนี้ ทำให้ทวีปต่าง ๆ บนโลกนี้มีการเคลื่อนที่แยกจากกัน และขณะเดียวกันก็ทำให้แผ่นดินเคลื่อนที่มาบรรจบกัน เช่น แผ่นดินฉาน-ไทย และแผ่นดินอินโดจีนซึ่งถูกแยกออกจากแผ่นดินกอนด์วานา ในช่วงต้นมหายุคพาลีโอโซอิกและมาบรรจบกันอีกทีในช่วงต้นมหายุคมีโซโซอิก ซึ่งการเคลื่อนที่ของแผ่นดินมีหลายลักษณะ ทั้งเข้าปะทะกัน แยกจากกัน และเฉียดกัน สำหรับการชนหรือปะทะกันของแผ่นดิน สามารถปะทะกันในลักษณะที่ทำให้แผ่นดินหนึ่งมุดลงใต้อีกแผ่นดินหนึ่ง (subduction zone) หรือทำให้อีกแผ่นดินเกยขึ้นมาบนอีกแผ่นดิน (obduction zone) ผลของการเคลื่อนที่ทำให้เปลือกโลกเกิดรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ทั้งเป็นแนวเทือกเขา แผ่นดินถูกฉีกขาดเป็นแนวหุบเขาต่าง ๆ หรือการยกตัวของเทือกเขา ดังเช่นเทือกเขาหิมาลัย ก็เป็นผลจากกระบวนการเคลื่อนตัวของแผ่นดิน และเกิดการชนกันโดยแผ่นดินอินเดียที่เคลื่อนที่มาจากทางด้านใต้ แล้วมาปะทะกับแผ่นดินจีน (แผ่นดินยูเรเชีย) ซึ่งอยู่ทางเหนือ ในช่วงยุคเทอร์เชียรี ซึ่งจากการปะทะของแผ่นดินดังกล่าว มีผลทำให้เกิดการยกตัวของเทือกเขาหิมาลัย และนอกจากนี้ยังมีผลต่อพื้นที่ข้างเคียงในภูมิภาคแถบนี้เป็นอย่างมาก ทำให้พื้นที่รอบข้างมีการยกตัวตามเทือกเขาหิมาลัยเป็นพื้นที่กว้างขวาง ซึ่งการชนกันของแผ่นดินครั้งนั้น ได้ทำให้เกิดการยกตัวของแผ่นดินเป็นภูเขาในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเอเชียตะวันออก การแปรสัณฐานมีผลทำให้เกิด โครงสร้างทางธรณีวิทยาของหินต่าง ๆ และเกิดสภาพสัณฐานต่าง ๆ ของภูมิประเทศ นอกจากนี้การระเบิดของภูเขาไฟก็เป็นอีกกระบวนการแปรสัณฐานที่เกิดจากแรงภายในโลก สามารถพบเห็นอยู่ในปัจจุบัน และซึ่งมีผลต่อรูปร่างของผิวโลก ได้แก่ การระเบิดของภูเขาไฟซึ่ง มีการพ่นเศษดินหินและฝุ่นละออง การพ่นลาวา และการไหลของลาวา ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อการเกิดสภาพสัณฐานต่าง ๆ ของพื้นผิวโลก (รูปที่ 21 และ 22)

ลักษณะสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการภายในโลก ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับหินอัคนีเนื่องจากภายในของโลก ประกอบด้วยหินหลอมเหลว (magma) ที่พร้อมจะปะทุขึ้นมาบนเปลือกโลกเป็นหินอัคนี หินอัคนีสามารถจำแนกได้สองชนิด ตามลักษณะและการเกิด ชนิดแรกเป็นหินหลอมเหลวที่เย็นตัวและแข็งได้เปลือกโลก เรียกว่าหินอัคนีแทรกซอน (intrusive igneous rock หรือ plutonic rock) โดยหินเหล่านี้ถูกแรงดันจากภายในโลกดันขึ้นมา และ ส่วนของผิวโลกที่ปกคลุมส่วนนี้ถูกกร่อนหายไป เช่น ภูมิประเทศที่เกิดจากหินแกรนิต มีลักษณะที่เป็นแนวเทือกเขา



รูปที่ 20 แสดงโครงสร้างของแผ่นเปลือกโลก แนวมุดตัว แนวรอยต่อและการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก
(ธรณีวิทยาประเทศไทย 2544)



รูปที่ 21 แสดงพื้นที่แนวลาวาหลาก จากปากปล่องภูเขาไฟโดยภาพถ่ายดาวเทียม



รูปที่ 22 แสดงลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากหินอัคนีพุหรือหินภูเขาไฟ
(volcanic landforms)

ภูเขาสูง ภูเขาสลับที่ราบ หรือเป็นที่ราบ ซึ่งส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแร่ในเนื้อหิน (เนื่องจากหินมีส่วนประกอบที่ไม่แน่นอน) ถ้าเป็นส่วนที่มีความคงทนสูง ก็จะทำให้เกิดเป็นสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูง ถ้าส่วนประกอบแร่นั้นผุพังง่าย ก็จะทำให้เกิดเป็นที่ราบ จากการกร่อนได้ง่าย (โดยถูกกร่อนมาเป็นเวลานานมาก) สภาพภูมิประเทศที่เกิดจากหินแกรนิต จะมีความแตกต่างจากหินชนิดอื่นโดยเฉพาะหินตะกอน โดยมีลักษณะรูปร่างของภูเขา ทางน้ำ ระบบทางน้ำ มีความแตกต่างกัน ในประเทศไทยภูมิประเทศที่เกิดจากหินแกรนิตมีอยู่หลายแห่ง เช่น ที่จังหวัดเลย จังหวัดนราธิวาส ภาคตะวันออกที่ จังหวัดชลบุรีและจันทบุรี สำหรับวัดดูที่พบอยู่บนพื้นที่หินแกรนิต โดยทั่วไปจะเป็นดินที่มีส่วนประกอบของเนื้อทรายที่เป็นเม็ดแร่ควอร์ตซ์ มีเนื้อดินตั้งแต่ดินทราย ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย จนกระทั่งถึงดินร่วนเหนียว ปนทราย หินอัคนีอีกประเภทได้แก่ หินที่แข็งตัวบนพื้นผิวโลก เรียกว่าหินอัคนีพุ (extrusive igneous rock หรือ volcanic rock) เป็นหินหลอมเหลวที่ถูกแรงดันภายในโลกดันให้ไหลขึ้นมาบนพื้นผิวโลก โดยเย็นตัวและแข็งตัวกลายเป็นหินบนพื้นผิวโลก หินอัคนีพุพวกนี้มีความแตกต่างจากหินอัคนีแทรกซอนคือ หินพวกนี้เกิดจากการแข็งตัวที่เร็วมาก หลังจากสัมผัสกับอากาศบนผิวโลก ทำให้เนื้อหินมีเนื้อละเอียด บางชนิดมีลักษณะคล้ายแก้ว (ซึ่งต่างจากหินอัคนีแทรกซอนที่มีเนื้อหยาบและเห็นผลึกแร่อย่างชัดเจน) การปะทุของหินพวกนี้ขึ้นมาบนผิวโลก ได้สร้างลักษณะภูมิประเทศหลายชนิด วัสดุที่ได้การปะทุของหินภูเขาไฟเกิดได้สามแบบ (อภิสัทธี เอี่ยมหน่อ 2530) คือ วัสดุที่เป็นของแข็งซึ่งได้แก่เศษดิน และหินจากการระเบิดซึ่งมีขนาดตั้งแต่เป็นฝุ่น (volcanic ash) จนกระทั่งเป็นก้อนที่มีขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า บอมบ์ภูเขาไฟ (volcanic bomb) วัสดุชนิดที่สองได้แก่ วัสดุที่เป็นของเหลวซึ่งได้แก่ธารลาวาที่ไหลปะทุออกมาจากใต้พื้นโลก วัสดุชนิดที่สามมีสถานะเป็นแก๊ส ซึ่งสามารถพบทั่วไปในพื้นที่ซึ่งมีการระเบิดของภูเขาไฟ สันฐานที่เกิดในพื้นที่หินภูเขาไฟพบได้หลายแบบ เช่น ชนิดธารลาวาจะให้ลักษณะรูปร่างภูมิประเทศหลายแบบ ได้แก่ เนินลาวา (volcanic shield) พื้นที่จากการทับถมของลาวาจนเป็นที่ราบกว้างใหญ่ (lava plateau) พื้นที่ลาวาที่เป็นรูปโดม (lava dome) สันฐานชนิดที่เป็นภูเขาได้แก่ ปล่องภูเขาไฟ (crater and caldera) กรวยภูเขาไฟ (volcanic cone) ปลักภูเขาไฟ (volcanic plug) (สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2538) ดินส่วนใหญ่ที่เกิดในพื้นที่หินภูเขาไฟ จะให้เนื้อดินที่มีเนื้อละเอียดเป็นโคลน หรือดินเหนียว เนื่องจากหินภูเขาไฟมีเนื้อละเอียด

ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นโครงสร้างทางธรณีวิทยา ที่เกิดจากการแปรธรณีสัณฐานจากแรงภายในโลก นอกจากจะเกิดได้ในหินอัคนีแล้ว ยังสามารถพบได้ในหินชนิดอื่นๆ ได้แก่ หินตะกอนและหินแปร เนื่องจากการเกิดของหินอัคนีไม่ว่าจะเป็น หินอัคนีแทรกซอนหรือหินอัคนีพุ มีอิทธิพลต่อหินล้อมรอบหรือหินท้องที่ (country rock) ได้แก่ หินตะกอน และหินแปรต่างๆ ที่อยู่ล้อมรอบหินอัคนีเหล่านี้ โดยทำให้หินท้องที่เกิดลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาและลักษณะภูมิประเทศจากการยกตัวของหินอัคนี เช่น การเกิดการโค้งงอในชั้นหิน การเกิดแนวเคลื่อนตัวในชั้นหิน การเกิดภูมิประเทศแบบโดม เป็นต้น ซึ่งลักษณะธรณีสัณฐานต่างๆ เหล่านี้สามารถพบเห็นอยู่ทั่วไป เช่น การเกิดลักษณะภูเขาที่มีชั้นหินคดโค้ง การเกิดสภาพภูมิประเทศที่เป็น

แอ่งทางภาคเหนือ การเกิดหุบเขาแบบกราเบนเนื่องจากการยุบตัวของแผ่นดินตามรอยเลื่อนของที่ราบภาคกลาง การเกิดโดมเขาวงของจังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นต้น ซึ่งสภาพภูมิประเทศต่างๆ เหล่านี้ที่เป็นโครงสร้างทางธรณีวิทยา ที่เป็นอิทธิพลเกิดจากการกระทำจากแรงภายในโลก เป็นตัวการที่ทำให้เกิดสัณฐานต่างๆ

3.3 กระบวนการที่เกิดจากภายนอกโลก (Extraterrestrial Process) เป็นกระบวนการที่ไม่ได้เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมบนผิวโลก หรือจากภายในโลก แต่เป็นกระบวนการที่มาจากส่วนของนอกโลก ได้แก่ จากชั้นบรรยากาศหรืออวกาศที่ห่อหุ้มโลกไว้ ปรากฏการณ์การส่วนใหญ่ของกระบวนการนี้ ได้แก่ การพุ่งชนของดาวอุกกาบาตที่กระทำต่อพื้นผิวโลก (meteorite impacts) การพุ่งชนของดาวดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการเกิดสภาพรูปร่างลักษณะภูมิประเทศของผิวโลกเช่นกัน โดยหลักฐานที่เห็นสามารถพบสภาพภูมิประเทศที่เป็นหลุม หรือแอ่งที่มีรูปร่างกลม โดยบริเวณรอบๆ เป็นที่ราบ เป็นลักษณะคล้ายโดนกระแทกลงไป ซึ่งในบริเวณรอบๆ ไม่พบลักษณะหินที่เป็นตัวการทำให้เกิดเป็นหลุม ในขณะเดียวกันถ้ามีการสำรวจ หรือ ศึกษาวัสดุที่อยู่รอบๆ พื้นที่แบบนี้ควรพบวัสดุที่มีความเกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ที่อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี พบลักษณะภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นหลุมลึกลงไปในพื้นที่ มีขอบคันสูงล้อมรอบและมีขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางของหลุมนี้ประมาณ 1.2 กิโลเมตร โดยบริเวณกลางแอ่งเป็นที่ราบมีน้ำขังบ้างเป็นพื้นที่ใช้ทำนา ไม่พบลักษณะธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดการยุบตัว พื้นที่ดังกล่าวนี้ไม่สามารถอธิบายเหตุผลการเกิดจากกระบวนการธรณีฐานอื่นๆ ได้ ในขณะเดียวกันจากการสำรวจในพื้นที่รอบๆ สามารถพบวัสดุที่เกิดจากการกระแทกของอุกกาบาต ที่เรียกว่า อุลกมณีหรือเทกไทต์ (tektite) (รูปที่ 23 และ 24) พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไป ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและในประเทศลาว และพบวัสดุพวกนี้เป็นจำนวนมากในตะกอนของยุคควอเทอร์นารี โดยพบวัตถุอยู่ในชั้นกรวดเป็นส่วนใหญ่ จากการพบหลักฐานดังกล่าว จึงได้สันนิษฐานว่าเคยมีเหตุการณ์การชนของอุกกาบาต ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศดังกล่าว โดยเชื่อว่าเป็นกระบวนการที่มาจากนอกโลก (สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2538) ซึ่งลักษณะธรณีฐานที่เกิดโดยกระบวนการนี้ สามารถพบอยู่หลายแห่งบนโลก เช่น ที่สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก และจีน แต่เป็นหลักฐานที่พบไม่มากบนพื้นผิวโลก



รูปที่ 23 แสดงลักษณะหลุมยุบ จากการชนของอุกกาบาต
ในประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 24 แสดงลักษณะอุลกมณี (tektite) ที่เป็นวัตถุที่ได้จากการชนของอุกกาบาต
ที่พบในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย

4. วัสดุธรณีสัณฐานและดิน (Geomorphic materials and Soils)

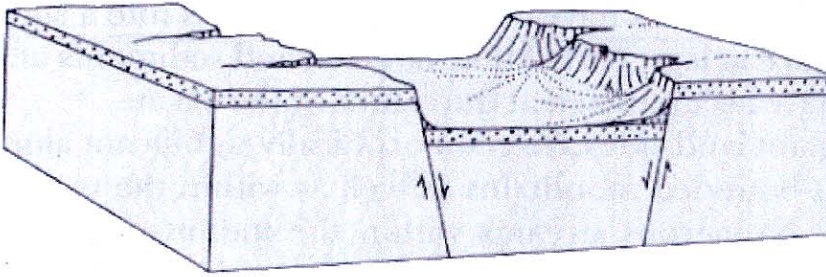
วัสดุธรณีสัณฐาน (geomorphic materials) เป็นวัสดุทางธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีสัณฐานต่างๆ ทั้งที่เกิดในอายุธรณีกาล (geologic time) และยุคปัจจุบัน (ยุคควอเทอร์นารี) เป็นวัตถุที่เกิดจากการผุพัง เคลื่อนย้าย หรือ เกิดอยู่กับที่ โดยกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการผุพัง โดยน้ำ โดยลม และโดยน้ำแข็ง แล้วถูกนำไปสร้างลักษณะภูมิประเทศต่างๆ ตามกระบวนการธรณีสัณฐานนั้นๆ หินถือเป็นวัสดุธรณีสัณฐานที่เกิดในอดีต เกิดจากกระบวนการทางธรณีสัณฐาน ในช่วงอายุธรณีกาล (geologic time) และวัสดุนั้นได้แข็งตัวจนกลายเป็นหิน จากหลักการของธรณีวิทยาที่ว่า ปัจจุบันเป็นกุญแจไขที่ไขไปสู่อดีต (present is the key to the past) เป็นหลักการที่ใช้ศึกษาวัตถุต่างๆ ที่เกิดในอดีต จากลักษณะสมบัติของวัตถุที่เกิดขึ้นในปัจจุบันที่ทราบการเกิด หรือสภาพแวดล้อมของการทับถม นักธรณีวิทยาได้ใช้เป็นหลักฐาน ในการวิเคราะห์ถึงกระบวนการทางธรณีสัณฐาน หรือสภาพแวดล้อมในอดีตที่ทำให้เกิดวัตถุนั้น สำหรับวัสดุธรณีสัณฐานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เป็นวัสดุพื้นผิวที่ยังไม่แข็งตัว (unconsolidated or semiconsolidated materials) ที่ปกคลุมผิวโลกเป็นส่วนใหญ่ เกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐาน ในช่วงยุคควอเทอร์นารี นักธรณีสัณฐานส่วนใหญ่ที่ศึกษาวิจัยงานด้านนี้ จะเน้นศึกษาจากตะกอนของยุคนี้ เนื่องจากเชื่อว่าลักษณะของสภาพธรณีสัณฐานที่เห็นในปัจจุบัน เกิดในช่วงยุคควอเทอร์นารี โดยเฉพาะในช่วงเวลาสมัยไพลสโตซีน ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 1.6 ล้านปี ถึง 10,000 ปีก่อนปัจจุบัน (Thornbury W.D. 1969) เหตุผลที่นักธรณีสัณฐานเชื่อเช่นนี้ เพราะว่าจากการศึกษาวิจัยด้านนี้ โดยเฉพาะในยุโรปและอเมริกา พบว่าในช่วงเวลานี้มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของโลกหลายครั้ง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดยุคน้ำแข็ง (อากาศหนาว) และยุคน้ำแข็งละลาย (ร้อน) หลายครั้งสลับไปมา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล และสภาพภูมิอากาศในบริเวณอื่นๆ ของพื้นผิวโลก เช่น บางแห่งอาจเปลี่ยนสภาพจากที่ชุ่มชื้นเป็นที่แห้งแล้ง บางแห่งอาจเปลี่ยนสภาพจากที่แห้งแล้งเป็นที่ชุ่มชื้น หรือจากบริเวณพื้นที่หนาวเป็นพื้นที่อบอุ่น เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้สภาพแวดล้อมของการสะสมของตะกอนเปลี่ยนแปลง ทำให้ได้วัสดุชนิดต่างๆ ตามสภาพแวดล้อม หรือกระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดในแต่ละสภาพแวดล้อม

วัสดุธรณีสัณฐาน (geomorphic materials) เป็นวัตถุดำเนินการกำเนิดของดิน โดยบางส่วนของวัสดุนี้ (โดยเฉพาะส่วนชั้นบนที่สัมผัสอากาศ) จะถูกกระบวนการสร้างดิน และกระบวนการสิ่งมีชีวิต ทำให้วัตถุดำเนินการกำเนิดดินนี้กลายเป็นชั้นดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก วัตถุดำเนินการกำเนิดดินหรือวัสดุธรณีสัณฐาน สามารถเป็นได้ทั้งหินแข็ง (rocks) และตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว (unconsolidated sediments) ถ้าเป็นหินแข็งก็ได้แก่ หินที่มีอายุต่างๆ หรือของกลุ่มหินต่างๆ ในแผนที่ธรณีวิทยา เช่น หินตะกอนหรือหินแปรของกลุ่มหินโคราช กลุ่มหินราชบุรี กลุ่มหินแก่งกระเจาน หรือ หินอัคนีชนิดต่างๆ ของหินแกรนิต หินภูเขาไฟ เป็นต้น ซึ่งเป็นวัตถุที่สามารถผุพัง

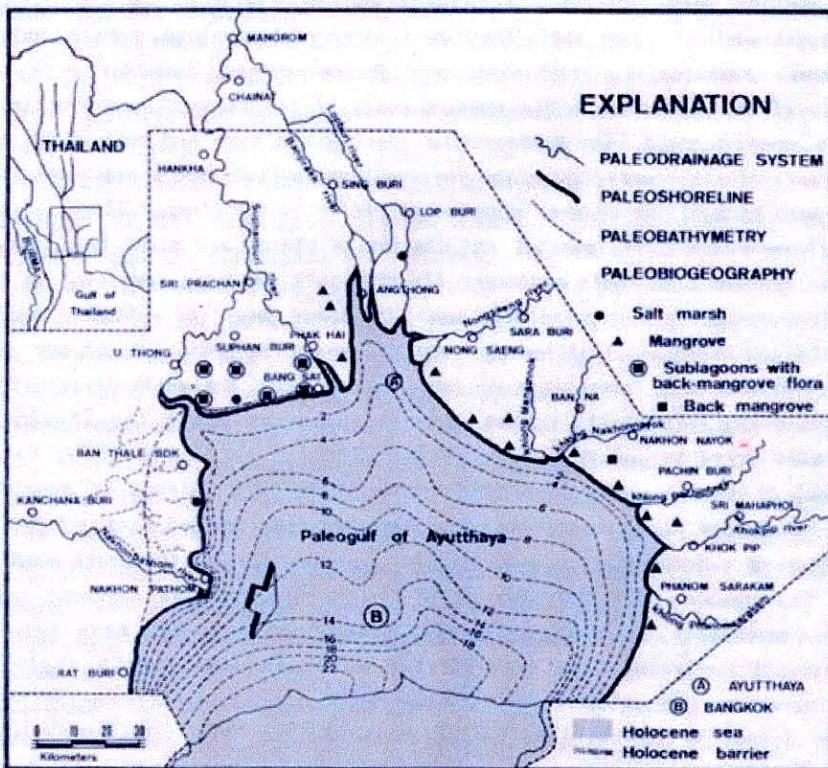
อยู่กับที่ (insitu material) และมีกระบวนการต่างๆ ทำให้เกิดเป็นดินขึ้นมา ส่วนตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ซึ่งถือเป็นวัสดุที่เกิดใหม่โดยเป็นส่วนที่เกิดจากการผุพังของหิน แล้วถูกพัดพามาสะสมใหม่ จากตัวการต่างๆ ซึ่งเกิดในช่วงยุคควอเทอร์นารี ลักษณะของวัตถุของยุคควอเทอร์นารีในประเทศไทยสามารถจำแนกออกเป็นหลายชนิด เช่น ตะกอนน้ำพัดพา (alluvial sediment) ตะกอนทะเล (marine sediment) และตะกอนจากลมพา (eolian sediment) เป็นต้น (ธรณีวิทยาประเทศไทย 2544)

ในประเทศไทย วัสดุธรณีสัณฐานของภูมิภาคต่างๆ ที่เกิดมีลักษณะตามสภาพของธรณีวิทยา และกระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดในภูมิภาคนั้นๆ เช่น ในภาคเหนือและภาคตะวันตกซึ่งมีสภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน ตะกอนต่างๆ ที่เกิดในที่ราบเป็นตะกอนจากที่สูงที่ถูกชะล้างและนำมาสะสมตัวในสภาพภูมิประเทศที่เป็นแอ่งที่มีภูเขาล้อมรอบ โดยโครงสร้างแอ่งนี้เป็นโครงสร้างธรณีวิทยาที่เกิดจากรอยเลื่อนชั้นหินที่เกิดในยุคเทอร์เชียรีจากกระบวนการแปรธรณีสัณฐาน (Dept. of Mineral Resources, 2002) สำหรับในบริเวณที่ราบภาคกลางเป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่ และมีส่วนที่สูงซึ่งเป็นแนวเขานาบบอยู่สองด้าน มีลักษณะเป็นโครงสร้างธรณีวิทยาที่เกิดจากรอยเลื่อนตามแนวดิ่ง ที่เรียกว่า กราเบน (graben structure) (รูปที่ 25) ในพื้นที่ภาคกลางแบ่งพื้นที่ออกเป็นสองส่วน คือ ที่ราบภาคกลางตอนบน และที่ราบภาคกลางตอนล่าง ซึ่งสองส่วนนี้มีลักษณะของวัตถุที่เป็นวัสดุธรณีสัณฐานที่แตกต่างกัน โดยในส่วนที่ราบภาคกลางตอนบนเป็นตะกอนน้ำจืด เช่น ตะกอนลำน้ำพา ตะกอนลานตะพักลำน้ำ ที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง บึงและที่ลุ่มน้ำท่วม ตะกอนรูปพัดซึ่งมีขนาดใหญ่ สามารถพบทั้งทางด้านตะวันตกและตะวันออกของที่ราบภาคกลาง และตามขอบที่ราบติดกับส่วนที่สูง สำหรับอีกส่วนได้แก่ ที่ราบภาคกลางตอนล่าง หรือที่เรียกว่าที่ราบลุ่มแอ่งเจ้าพระยา ตะกอนยุคควอเทอร์นารีในส่วนนี้เป็นตะกอนที่เกิดจากน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำทะเล สามารถจำแนกออกเป็นสองสมัย ได้แก่ ตะกอนสมัยไพลสโตซีนจะเป็นตะกอนน้ำจืดของ ตะพักลำน้ำ ตะกอนลำน้ำรูปพัด ตะกอนเศษหินเชิงเขาที่พบตามขอบติดกับส่วนที่สูง ตะกอนทะเล และตะกอนน้ำกร่อยของสมัยโฮโลซีน หรือ สมัยปัจจุบัน ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 10,000 ปีก่อนปัจจุบัน ตะกอนส่วนนี้เป็นตะกอนที่เกิดจากที่ราบลุ่มปากแม่น้ำ (delta sediments) ซึ่งในช่วงเวลานี้น้ำทะเลเคยท่วมเข้ามา ในที่ราบภาคกลางตอนล่าง กินพื้นที่เกือบถึงจังหวัดอ่างทอง โดยพบตะกอนน้ำทะเลในบริเวณพื้นที่นี้ (รูปที่ 26)

สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือที่เรียกว่าภาคอีสาน มีสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างไปจากส่วนอื่นของประเทศ มีลักษณะเป็นที่ราบสูง (plateau) ที่เกิดจากการยกตัวของแผ่นดิน แบ่งพื้นที่เป็นสองส่วนได้แก่ แอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร โดยมีเทือกเขาภูพานเป็นตัวแบ่ง โดยมีสภาพภูมิประเทศ เป็นพื้นที่ราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่น มีชั้นหินตะกอนสีแดงเป็นหินพื้นที่รองรับอยู่ไม่ลึกจากพื้นผิว และลักษณะภูเขาในพื้นที่นี้เป็นแบบภูเขาออดราบ มีลักษณะรูปแบบของภูเขาที่แตกต่างจากภูมิภาคอื่น สาเหตุมาจากลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่นี้ มีความแตกต่างไปจากส่วนอื่นของประเทศ จึงทำให้เกิดลักษณะภูเขาและภูมิประเทศที่แตกต่างไปจากภูมิภาคอื่น สภาพภูมิประเทศและตะกอนที่เกิดในพื้นที่แอ่งทั้งสอง (โคราชและสกลนคร) มีลักษณะที่



รูปที่ 25 แสดงการเกิดโครงสร้างลักษณะกรaben จากการเลื่อนตัวลงของ
แผ่นดินตอนกลาง ขณะที่แผ่นดินด้านข้างทั้งสองฝั่งยกตัวขึ้น



รูปที่ 26 แสดงแนวขอบเขตของชายฝั่งทะเลในอดีตสมัยโฮโลซีน ที่น้ำทะเล
เคยท่วมในบริเวณราบภาคกลางตอนล่าง (S. JaRuPongsakul, 1990)

คล้ายๆ กัน คือ เป็นตะกอนที่มีวัตถุต้นกำเนิดมาจากกลุ่มหินโคราช ลักษณะตะกอนชั้นบนเป็นดินที่เนื้อดิน เป็นดินทรายถึงดินทรายปนดินร่วน วางทับอยู่บนตะกอนต่างๆ เช่น ตะกอนก้อนกรวดน้ำพา (gravel bed) ตะกอนเศษหินเชิงเขา และตะกอนที่เป็นหินผุพังอยู่กับที่ สำหรับในพื้นที่ภาคตะวันออกและภาคใต้ ประกอบด้วยแนวเทือกเขา พื้นที่ลาดเชิงเขา พื้นที่ราบชายฝั่งทะเล ฯลฯ ตะกอนยุคควอเทอร์นารีที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินในพื้นที่นี้ได้แก่ ตะกอนหินผุอยู่กับที่ ตะกอนเศษหินเชิงเขา ตะกอนจากอิทธิพลของน้ำพาที่ไหลลงสู่ทะเล ตะกอนชายฝั่งทะเลจากอิทธิพลคลื่น ตะกอนจากอิทธิพลการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล เช่น หาดทราย และป่าชายเลน เป็นต้น (ธรณีวิทยาประเทศไทย 2544) ตะกอนที่เป็นต้นกำเนิดดินในพื้นที่นี้ประกอบด้วยตะกอนชายฝั่งทะเลที่เกิดจากคลื่น ตะกอนชายฝั่งทะเลที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ตะกอนเศษหินเชิงเขา ตะกอนลำน้ำพา ตะกอนที่เกิดจากการผุพังของหิน

ดินเป็นวัตถุพื้นผิวของโลก โดยเป็นส่วนที่อยู่บนสุดที่สัมผัสกับอากาศ ในพจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา (พ.ศ.2544) ได้บัญญัติความหมายของดินไว้ดังนี้ “ ในความหมายธรณีวิทยา ดินคือ มวลวัสดุที่เกิดจากการผุพังของผิวเปลือกโลกจากหินหรือชั้นตะกอน และยังไม่จับตัวกัน โดยวางตัวอยู่บนผิวดาน สำหรับในความหมายของปฐพีศาสตร์ ดินคือ เทหวัตถุธรรมชาติที่ปกคลุมพื้นผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุ ซึ่งประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุ อนินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศ เป็นแหล่งที่มาของปัจจัยสี่ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันไปในที่ต่างๆ ของโลก เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญ คือ ภูมิอากาศ วัตถุต้นกำเนิด สภาพภูมิประเทศ พืชพรรณสิ่งมีชีวิต และระยะเวลา “ จะเห็นได้ว่าปัจจัยทั้งห้าของการเกิดดิน เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดเป็นดินลักษณะต่างๆ ซึ่งสองในห้าของปัจจัยการเกิดดิน ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ และวัตถุต้นกำเนิดดิน เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทางด้านธรณีสัณฐาน ดังนั้นการศึกษาวิจัยทางด้านปฐพีวิทยา หรือทรัพยากรดิน จึงมีความจำเป็นต้องมีความเข้าใจและต้องใช้การศึกษา ด้านธรณีสัณฐานมาช่วยในการสำรวจดิน

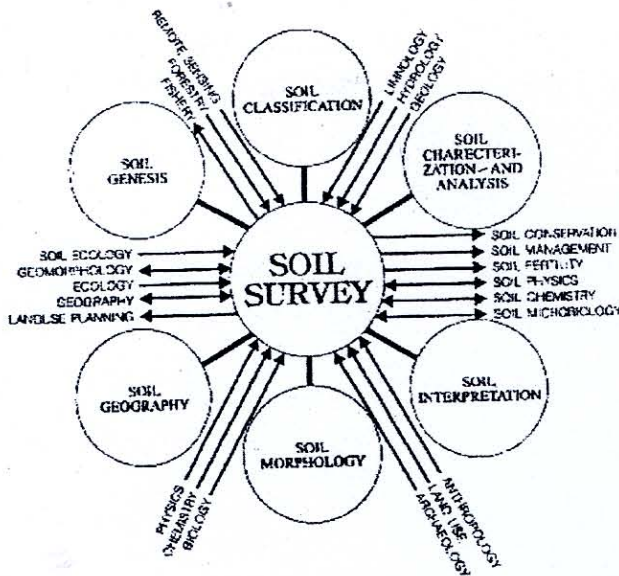
สำหรับกระบวนการที่ทำให้เกิดดินลักษณะต่างๆนั้นมีหลายกระบวนการได้แก่ กระบวนการซึมชะละลาย (leaching) เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายสารละลายในดินจากที่หนึ่งไปสะสมตัวอีกที่หนึ่งตามแนวตั้ง มีลักษณะความหมายเดียวกับ Eluviation ที่เป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายสารในสภาพคอลลอยด์ ซึ่งทำให้เกิดชั้นดินต่างๆ เช่น ชั้นสะสมดินเหนียว ชั้นสะสมของแร่ธาตุต่างๆ เช่น คาร์บอนเนต เกลือ และเหล็ก เป็นต้น กระบวนการที่สำคัญต่อมา คือกระบวนการกษัยการเป็น การชะล้าง หรือ การกร่อนผิวดิน โดยตัวการได้แก่ น้ำ ลม ฝน น้ำทะเล ทำให้ชั้นดินตอนบน ถูกพัดพาออกไปทำให้ดินชั้นล่างมีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ กระบวนการอินทรีย์ก็เป็นอีกกระบวนการที่สำคัญของกระบวนการสร้างดิน ทำให้เกิดการสะสมของชั้นอินทรีย์วัตถุหรือชั้นดินที่มีสารประกอบของอินทรีย์ เช่น การเกิดฮิวมัสในชั้นดิน กระบวนการเกิดดินที่มีความสำคัญต่อมา ได้แก่ การรบกวนดิน (pedoturbation) เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดสมบัติดินเฉพาะของดินต่างๆ โดยอาจเกิดจาก การรบกวนของสิ่งมีชีวิตทั้งจากพืชและสัตว์ การรบกวน

จากสภาพภูมิอากาศ การรบกวนจากส่วนประกอบภายในของดิน เช่น การยึดหดตัวของดิน เป็นผลจากส่วนประกอบแร่ดินเหนียวในดินมีสมบัติยึดหดตัวได้ง่าย เป็นต้น ดังนั้นการรบกวน ดินจึงเป็นเหตุทำให้เกิดลักษณะดินต่าง ๆ ขึ้นมาได้ (เอิบ เขียวรีนรมย์ 2542)

5. ธรณีสัณฐานสำหรับการสำรวจดิน (Geomorphology for soil Survey)

5.1 การใช้ธรณีสัณฐานในการสำรวจดิน

การสำรวจดินคือ การศึกษาในสนาม (field method) การใช้ข้อมูลด้านสารสนเทศ (information) และข้อมูลวิชาการด้านต่างๆ มาประมวลกับผลงานการศึกษาในสนาม เพื่อแจกแจง (identity) ให้คำนิยาม (define) และทำการจำแนก (classify) พื้นผิวดินให้เป็นหน่วยลักษณะดินต่างๆ ในบริเวณที่สำรวจ แล้วมาแบ่งเป็นขอบเขตของดิน เป็นแต่ละหน่วยดิน เพื่อทำแผนที่ดิน โดยหน่วยดินอาจเป็นหน่วยเดี่ยว หรือหน่วยผสมของดินหลายชนิด และนำผลข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจศึกษา มาแปลความหมายเพื่อให้เกิดประโยชน์ (เอิบ เขียวรัตน์ 2542) ในการสำรวจดินนอกจากจะทำแผนที่ดิน รายงานการสำรวจดินก็เป็นส่วนที่มีความสำคัญ เพราะทำให้ทราบคุณสมบัติและลักษณะของหน่วยดินต่างๆ ในการสำรวจดินนอกจากต้องมีความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ของปฐพีวิทยา เช่น การกำเนิดดิน (soil genesis) การจำแนกดิน (soil classification) และสัณฐานวิทยาของดิน (soil morphology) ยังต้องมีความรู้ด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจดิน เพื่อให้การทำงานสำรวจดินมีความถูกต้องสมบูรณ์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 27



รูปที่ 27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานการสำรวจดิน กับสาขาวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
(จากหนังสือการสำรวจดิน เอิบ เขียวรัตน์ 2542)

ธรณีสัณฐานเป็นสาขาวิชาหนึ่งที่นักสำรวจดินจำเป็นต้องมีความเข้าใจ เพื่อประโยชน์ในการช่วยงานสำรวจดิน เพื่อให้การสำรวจมีความถูกต้อง หรือมีเหตุผลในการจำแนกลักษณะดินต่าง ๆ ถ้าทราบสภาพธรณีสัณฐานหรือภูมิประเทศ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการเกิดดิน จะทำให้รู้ถึงวัฏศัณฐานซึ่งเป็นวัตถุดำเนินการของดิน ในการสำรวจดินสิ่งแรกที่จะต้องทำความเข้าใจ คือ การศึกษาลักษณะสภาพภูมิประเทศ ว่ามีการเกิดของสภาพพื้นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการธรณีสัณฐานใด มีรูปแบบของลักษณะภูมิประเทศที่ประเภทและสามารถจำแนกได้หรือไม่ เช่น พื้นที่ราบเรียบ พื้นที่ลอนชันหรือลอนลาด โดยสองพื้นที่นี้อาจเป็นพื้นที่ที่เกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐานเดียวกันหรือต่างกันได้ การศึกษาจะใช้การแปลพื้นที่จากภาพถ่ายทางอากาศ ในการศึกษาธรณีสัณฐานส่วนใหญ่จะใช้มาตราส่วน 1:50,000 เป็นภาพที่ใช้ในการแปลเนื่องจากสามารถเห็นลักษณะพื้นที่ และลักษณะธรณียวิทยาได้ดี จากภาพถ่ายทางอากาศสามารถแปลได้ว่าพื้นที่นั้นเกิดได้อย่างไร เป็นที่ราบลุ่มริมน้ำ เป็นพื้นที่การปรับระดับที่มีหินรองรับอยู่ด้านล่างหรือไม่ ในการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลธรณียวิทยาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำมาช่วยในการแปล เพื่อให้คาดเดาชนิดดินในพื้นที่ซึ่งแปลว่าประกอบด้วยหินอะไร มีการวางตัวทับซ้อนกันอย่างไร ข้อมูลอีกด้านที่ต้องมีความเข้าใจ เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยธรณีสัณฐาน คือ ข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเกิดแปรธรณีสัณฐานสมัยใหม่ (neotectonics) ในยุคควอเทอร์นารี ถ้ามีข้อมูลเหล่านี้จะทำให้เข้าใจ ถึงการเกิดสภาพรูปร่างหรือสภาพภูมิประเทศ และการเกิดวัสดุพื้นผิวต่าง ๆ ว่าเกิดหรือทับถมในสภาพแวดล้อมชนิดใด ทำให้เข้าใจวิวัฒนาการของกระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดขึ้นในยุคนี้ แต่เนื่องจากข้อมูลการศึกษาด้านนี้มีน้อยจึงเป็นปัญหาในการอ้างอิงสำหรับการศึกษาวิจัยด้านนี้

นอกจากการวิเคราะห์จากภาพถ่ายทางอากาศหรือข้อมูลระยะไกล รวมถึงค้นคว้าข้อมูลรายงานที่มีการศึกษามาก่อนแล้ว การสำรวจในสนาม เพื่อศึกษาลักษณะตะกอนต่าง ๆ ที่พบในธรรมชาติ ว่ามีรูปร่างอย่างไร ต้องมีความเข้าใจ เนื่องจากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐานต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติ หรือลักษณะแตกต่างกัน เช่น ตะกอนของกระบวนการน้ำพา (fluvial sediments) จะให้สภาพพื้นที่ราบเรียบ และภูมิประเทศแบบขั้นบันได ลักษณะการทับถมของตะกอนแสดงชั้นสลับ (stratified) มีการเรียงลำดับของขนาดตะกอน (graded) สำหรับตะกอนที่เกิดจากกระบวนการลมพา (eolian sediments) จะให้สภาพพื้นที่เป็นเนินลักษณะต่าง ๆ หรือพื้นที่สภาพลอนลาด ลักษณะตะกอนเป็นชั้นตะกอนหนา มีเนื้อดินเป็นทรายละเอียดหรือทรายแป้ง มีการคัดขนาดดี (well sorted) และมีลักษณะหน้าตัดดินเหมือนกันตลอด วัสดุที่เกิดจากการผุพังของวัตถุ (weathering materials) สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ จะมีลักษณะไม่ราบเรียบซึ่งขึ้นอยู่กับความวางตัวของชั้นหิน หรือความแข็งของชั้นหิน ลักษณะหน้าตัดวัตถุที่พบควรมีความต่อเนื่องจากชั้นบนลงไปถึงชั้นหินผุ (รูปที่ 28) ดังนั้นในการศึกษาธรณีสัณฐาน นอกจากศึกษาจากสภาพรูปร่างของภูมิประเทศแล้ว การศึกษาคุณสมบัติ และลักษณะวัตถุที่อยู่บนพื้นผิวก็มีความจำเป็นที่ต้องทำความเข้าใจ อย่างเช่น ในบริเวณที่ราบภาคกลางตอนล่าง ซึ่งมีสภาพ

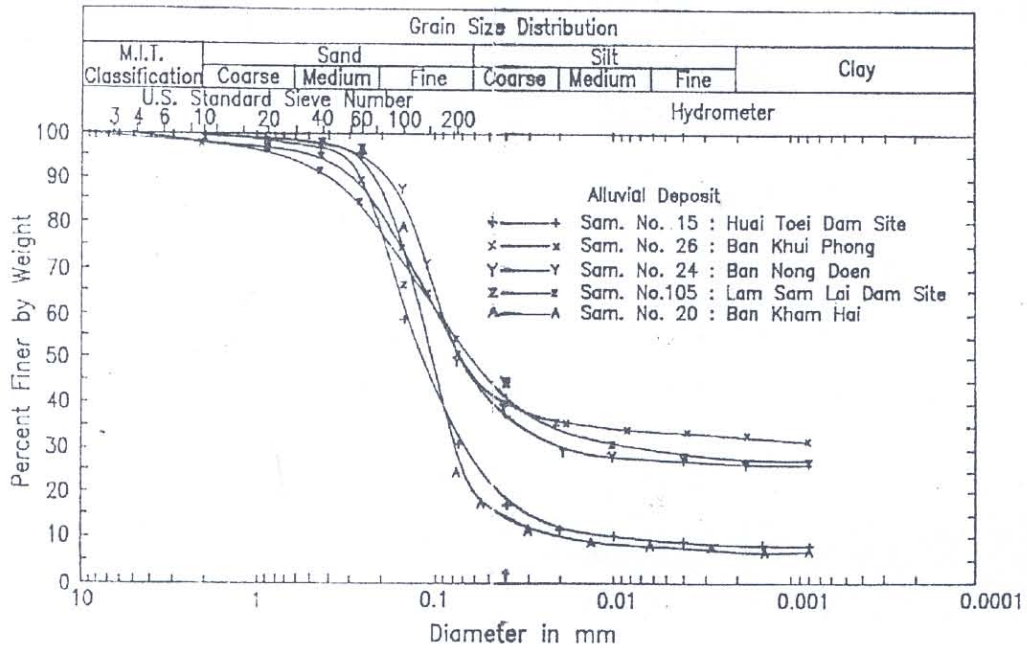


รูปที่ 28 แสดงลักษณะของวัสดุพื้นผิวหรือดิน ที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่
โดยจะพบลักษณะโครงสร้างของหิน และเปลี่ยนเป็นหินสแตกในชั้นล่าง

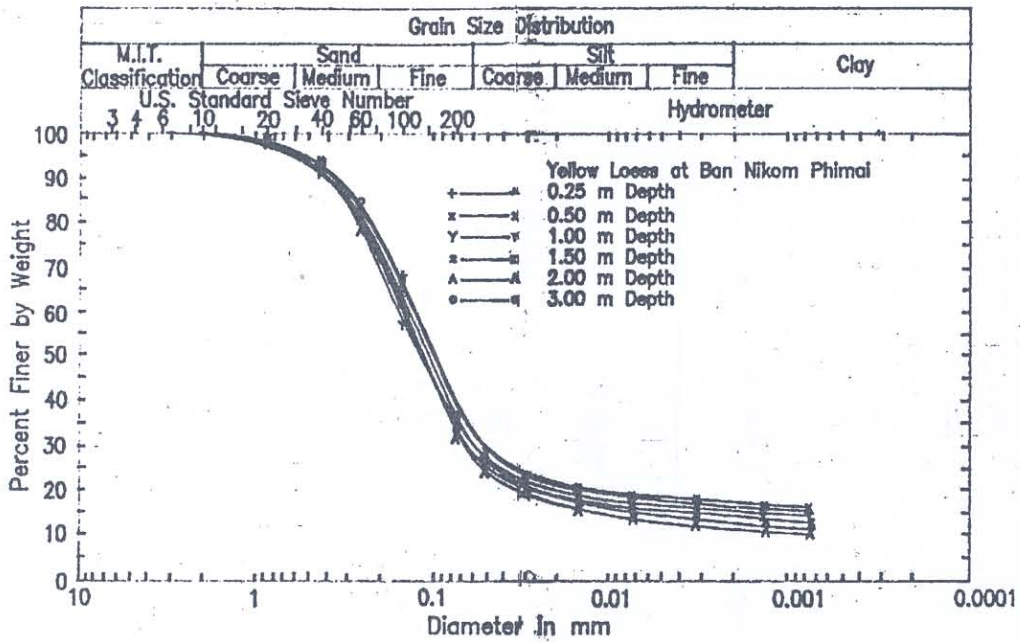
พื้นที่ที่เป็นที่ราบกว้างใหญ่ มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่าน ถ้าพิจารณาในเบื้องต้นจะเข้าใจว่าเป็นสภาพพื้นที่แบบที่ราบน้ำท่วมเกิดจากกระบวนการธารน้ำ แต่จากการสำรวจดินในพื้นที่ในบริเวณนี้ พบว่ามีชั้นดินที่เป็นชั้นตะกอนทะเลรองรับอยู่ไม่ลึกจากผิวดิน โดยเป็นชั้นดินเหนียวที่มีสีเทาเขียว ซึ่งเป็นลักษณะของตะกอนที่เกิดในสภาพแวดล้อมทะเล ดังนั้นสภาพภูมิประเทศที่มีลักษณะราบเรียบของพื้นที่ภาคกลาง โดยเฉพาะในส่วนที่ราบภาคกลางตอนล่าง จึงควรเป็นสภาพพื้นที่ที่เกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมทะเล โดยมีปากแม่น้ำเจ้าพระยาในสมัยนั้นอยู่บริเวณจังหวัดอ่างทอง-อยุธยา แล้วต่อมาระดับน้ำทะเลลดลง จึงมีอิทธิพลของแม่น้ำในช่วงเวลาต่อมา จะเห็นได้ว่าถ้าจะพิจารณาจากสภาพพื้นที่อย่างเดียวโดยไม่ศึกษาวัสดุพื้นผิว ก็จะเข้าใจว่าสภาพพื้นที่ราบเรียบนี้เป็นอิทธิพลจากกระบวนการแม่น้ำ

อีกตัวอย่างได้แก่พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีสภาพพื้นที่เกือบราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่น พบว่าชั้นดินตอนบนซึ่งเป็นดินทราย มีเนื้อดินทรายปนดินร่วนถึงดินร่วนเหนียวปนทราย โดยทรายส่วนใหญ่มีขนาดเม็ดทรายเป็นขนาดละเอียดถึงละเอียดมาก พบการแพร่กระจายของดินนี้ ในสภาพภูมิประเทศทั้งที่ต่ำและที่สูง ในส่วนที่เป็นเนินและที่ราบ โดยวางทับอยู่บนวัสดุธรณีสัณฐานหลายแบบ เช่น ชั้นหินผุ ชั้นกรวด และชั้นลูกรัง ลักษณะชั้นดินบนและชั้นวัสดุตอนล่าง มีลักษณะไม่ต่อเนื่องกัน ในการพิจารณาสภาพธรณีสัณฐานของพื้นที่นี้ ในความคิดแรกๆ ได้จำแนกพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำ (alluvium landform) ทำให้สภาพพื้นที่เกิดเป็นแบบตะพักลำน้ำระดับต่างๆ (Moormann and Rojanasoonthon, 1972) แต่จากการสำรวจศึกษาต่อๆ มาพบว่าลักษณะสภาพพื้นที่นี้ มีลักษณะของวัสดุพื้นผิว และการวางตัวไม่ใช่พื้นที่เกิดจากการทำงานของทางน้ำ แต่เป็นพื้นที่ซึ่งเกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐานหลายแบบ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เป็นวิวัฒนาการทางธรณีสัณฐานที่เกิดต่อเนื่องในพื้นที่นี้ วัสดุผิวดินบางส่วนทับถมอยู่บนตะกอนเก่าที่เกิดจากตะกอนทางน้ำ (ชั้นกรวด) และมีวัสดุพื้นผิวบางส่วนที่วางทับอยู่บนชั้นหินผุ สำหรับในส่วนของชั้นดินบนนี้ นักวิทยาศาสตร์ทางดิน หรือนักสำรวจดินส่วนใหญ่ ยังสงสัยว่าวัสดุของผิวชั้นบนนั้นเกิดได้อย่างไร และมีความเกี่ยวข้องกับวัสดุชั้นล่างหรือไม่ ชั้นดินบนเป็นชั้นหินผุหรือตะกอนที่ถูกพัดพา มา ถ้าเป็นชั้นหินผุ จะพบว่าวัสดุของชั้นบนและชั้นล่างมีลักษณะเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ไม่พบลักษณะที่เป็นความต่อเนื่องของชั้นหินและร่องรอย หรือส่วนของหินเดิมที่ว่าเป็นชั้นหินผุ และนอกจากนี้วัสดุพื้นผิวนี้นางส่วนวางตัวอยู่บนตะกอนกรวดทางน้ำที่ยังไม่แข็งตัว ซึ่งเป็นเหตุผลเพียงพอที่แสดงว่าวัตถุชั้นพื้นผิวนี้นี้ไม่เป็นชั้นหินผุ และ ขณะเดียวกันถ้าพิจารณาราวว่าวัสดุผิวดินเป็นตะกอนที่ถูกพัดพา ตัวน้ำอะไรเป็นตัวพามา จะพิจารณาว่าชั้นดินนี้ เป็นตะกอนที่เกิดจากการพัดพาโดยทางน้ำ ก็มีข้อโต้แย้ง โดยพบว่าสามารถพบลักษณะของดินนี้บนที่เนินต่างๆ หรือในพื้นที่สูง ซึ่งไม่เข้าใจว่าการพัดพาของลำน้ำทำได้อย่างไร และนอกจากนี้ลักษณะตะกอน ไม่มีคุณสมบัติของตะกอนที่เกิดจากการพาของน้ำ คือ ไม่มีชั้นสลับ การคัดขนาดไม่ดี ไม่พบการเรียงขนาดของตะกอน ซึ่งเป็นคุณสมบัติของตะกอนทางน้ำ โดยลักษณะของวัสดุพื้นผิวนั้นพื้นที่เกือบราบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เป็นชั้นดินหนา มีลักษณะต่อเนื่องตลอด เป็นชั้นดินที่ประกอบด้วยเนื้อทรายขนาดละเอียดมาก และสามารถตั้งเป็นหน้าผาได้ ซึ่งจากลักษณะดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ทางดินหรือนักธรณีวิทยาบางคน เชื่อว่าชั้นวัตถุพื้นผิวของชั้นทรายเนื้อละเอียด และมีชั้นหนานี้ เป็นตะกอนที่เกิดจากการทำงานของลม ที่เรียกว่าดินลมหอบ (loess) (มนตรี บุญเสนอ 1977) นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลเก่าที่มีการศึกษา และการสำรวจในสนามแล้ว การศึกษาวิจัยด้านธรณีสัณฐานจะต้องมี การวิเคราะห์ตัวอย่างของวัตถุพื้นผิวต่างๆ ที่มีปัญหา เพื่อที่จะได้หาคำตอบถึงที่มา หรือกระบวนการธรณีสัณฐานที่ทำให้เกิด ในความเป็นจริงของธรรมชาติพบว่า สภาพแวดล้อมของโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา พื้นที่ซึ่งเคยมีสภาพแวดล้อมแบบหนึ่ง ต่อมาในอีกช่วงเวลาหนึ่ง สภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้นได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นแบบอื่น ดังนั้นอาจทำให้เข้าใจว่า วัสดุที่เกิดในบริเวณนั้นเกิดโดยกระบวนการ หรือสภาพแวดล้อมที่เห็นในปัจจุบัน เช่น การพบตะกอนที่เป็นทรายในพื้นที่หนึ่ง ตะกอนทรายนั้นสามารถพบเห็นได้จากสภาพธรณีสัณฐานหลายแบบ เช่น เป็นทรายที่เกิดจากทางน้ำ (levee) เกิดจากลม (sand dune) หรือเกิดจากคลื่นชายหาด (beach sand) ที่เกิดในอดีต ในกรณีนี้อาจพบตะกอนที่เป็นทราย โดยลักษณะของธรณีสัณฐานหรือสภาพพื้นที่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งเมื่อต้องการรู้ว่าสภาพพื้นที่ซึ่งเป็นทรายนั้นเกิดได้อย่างไร การศึกษาวิจัยและการวิเคราะห์ตัวอย่างทรายที่เกิดในพื้นที่นั้น เพื่อหาคุณสมบัติต่างๆ ก็สามารถบอกถึงสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดทรายนั้นได้ โดยการนำตัวอย่างวัสดุเหล่านั้นมาทำการศึกษาทางตะกอนวิทยา จะสามารถจำแนกชนิดของทรายที่เกิดจากต่างชนิดกันได้ เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุที่เกิดจากสภาพแวดล้อมต่างกัน จะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยทำการศึกษาจาก ลักษณะรูปร่างเม็ดตะกอน ลักษณะการคัดขนาดของเม็ดตะกอน ชนิดของเม็ดตะกอน การเรียงขนาด ลักษณะพื้นผิวตะกอน เป็นต้น แต่ในการศึกษาโดยวิธีการนี้บางครั้งก็มีปัญหา ไม่อาจตัดสินใจได้แน่นอน อาจจำเป็นต้องใช้วิธีการศึกษาวิธีอื่นๆ มาช่วย เช่น การวิเคราะห์ขนาดเม็ดตะกอน (grain size analysis) เพื่อวิเคราะห์ขนาดและการแพร่กระจายของเม็ดตะกอน โดยทำการศึกษาในเชิงสถิติ และนำผลจากการศึกษามาทำกราฟที่เรียกว่า Cumulative curve (รูปที่ 29) ซึ่งจากการศึกษาวิจัยของนักธรณีพบว่า ลักษณะรูปร่างกราฟของตะกอนที่เกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐานต่างๆ จะมีรูปร่างของกราฟไม่เหมือนกัน ซึ่งสามารถนำมาบอกได้ว่า ตะกอนนั้นเป็นตะกอนที่เกิดจาก ทรายแม่น้ำ ทรายจากลม และทรายชายหาด หรือนอกจากนี้การวิเคราะห์ตัวอย่างวัสดุธรณีสัณฐาน บางครั้งต้องศึกษาโดยอาศัยเครื่องมือพิเศษ เช่น การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) เพื่อศึกษาลักษณะพื้นผิวของเม็ดตะกอนขนาดเล็กมาก (ขนาดเม็ดทรายละเอียดมาก หรือขนาดเม็ดทรายแป้ง) ซึ่งไม่สามารถใช้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาศึกษาได้ โดยเฉพาะการศึกษาพื้นผิวของเม็ดตะกอนของดินเลอสส์ ซึ่งจะแสดงลักษณะการขัดสี หรือถูไถ ที่เกิดจากการกระทำของลม เป็นต้น การศึกษาโดยวิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการนั้นมีปัญหามาก คือ ปัญหาเรื่องอุปกรณ์วิเคราะห์ ปัญหาวิธีการเก็บตัวอย่าง ปัญหาเรื่องเวลาการวิเคราะห์ และปัญหางบประมาณในการวิเคราะห์ ดังนั้น การศึกษาธรณีสัณฐานต้องอาศัยการศึกษาในสนาม เป็นปัจจัยหลักในการศึกษาเพื่อจะอธิบาย



ดินตะกอนน้ำพา(alluvial soil)



ดินลมหอบสีเหลือง(yellow loess)

รูปที่ 29 เปรียบเทียบลักษณะกราฟ culmulative ที่ได้จากการวิเคราะห์การแพร่กระจายของตะกอนทรายลำน้ำ และ ดินลมหอบสีเหลือง ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (V. Udomchoke, 1989)

ถึงการเกิดของสภาพแวดล้อมของการเกิดตะกอนนั้นๆ เช่น การพบลักษณะชั้นสลับและมีตะกอนกรวดทางน้ำในชั้นดิน ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวบอกให้รู้ว่าพื้นที่ซึ่งทำการศึกษานั้นเกิดจากการกระทำของทางน้ำ หรือถ้าพบซากสิ่งมีชีวิตทั้งเก่าและใหม่ (fossil หรือ organic remnants) (รูปที่ 30และ31) สามารถรู้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใด จะทำให้สามารถบอกสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่นั้นได้ เป็นต้น จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การออกไปสำรวจดินในพื้นที่ต่างๆ ผู้ที่ทำการสำรวจจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงวิชาการด้านธรณีฐาน เพื่อใหรู้สภาพของธรณีฐานต่างๆ ในบริเวณนั้นเกิดได้อย่างไร มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวตะกอนหรือไม่ ซึ่งถ้านักสำรวจดินมีความเข้าใจถึงวิวัฒนาการของสภาพธรณีฐานในบริเวณนั้นๆ จะทำให้ทราบที่มาของวัตถุต้นกำเนิดดิน ทำให้การสำรวจดินมีเหตุผล โดยสามารถจำแนกชนิด และอธิบายการเกิดของดินได้อย่างมีเหตุผล

5.2 การแบ่งเขตภูมิประเทศของประเทศไทย

ประเทศไทยสามารถแบ่งเป็นเขตภูมิประเทศ (physiographic region) โดยพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของพื้นที่ และสภาพภูมิประเทศ สามารถแบ่งประเทศไทยเป็น 6 เขตใหญ่ (รูปที่ 32) ดังนี้คือ (สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2538)

1). **เขตภูเขาและหุบเขาภาคเหนือ** ประกอบด้วย 9 จังหวัดทางภาคเหนือ ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย น่าน พะเยา ลำพูน ลำปาง แพร่ และอุตรดิตถ์ โดยจังหวัดอุตรดิตถ์เป็นจังหวัดที่มีเขตรอยต่อกับพื้นที่ภาคกลาง พื้นที่ในภาคเหนือส่วนใหญ่ประกอบด้วยแนวเทือกเขา สลับกับพื้นที่ราบซึ่งเป็นโครงสร้างแอ่ง ซึ่งเกิดจากการแปรธรณีฐานในอดีต สำหรับกระบวนการธรณีฐานฐานปัจจุบันที่เกิดในพื้นที่นี้ที่สำคัญ ได้แก่ การกัดเซาะ การกร่อนของพื้นที่ในบริเวณที่สูง เพื่อปรับระดับพื้นที่ให้ต่ำลง และเนื่องจากลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่นี้ ประกอบด้วยหินหลากหลายชนิด จึงทำให้เกิดสภาพพื้นที่ของภูเขาที่มีลักษณะแตกต่างกัน กระบวนการที่ทำการกัดเซาะ หรือการกัดกร่อนพื้นที่ ส่วนใหญ่เกิดโดยแม่น้ำหรือทางน้ำเป็นหลัก แล้วพัดพาตะกอนลงมาทับถมในพื้นที่ต่ำ

2). **เขตที่ราบลุ่มภาคกลาง** ประกอบด้วย 22 จังหวัดของภาคกลาง ได้แก่ สุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สระบุรี สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี นครนายก กรุงเทพฯ นครปฐม สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร สามารถแบ่งพื้นที่ของภาคกลาง เป็น 2 ส่วน ได้แก่

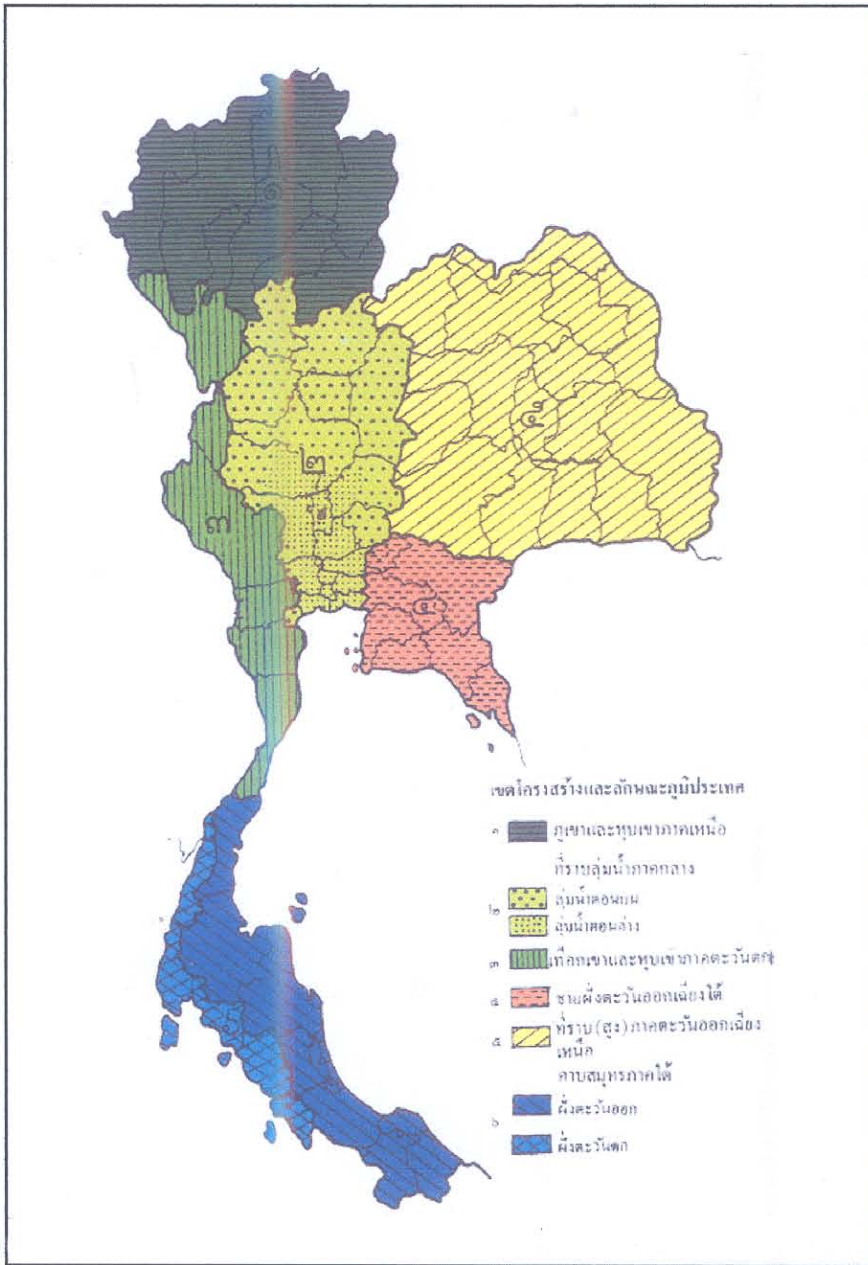
1.) **ลุ่มน้ำดอนบน** ได้แก่ พื้นที่ส่วนรอยต่อระหว่าง ชัยนาท-นครสวรรค์ ขึ้นไป เป็นพื้นที่ซึ่งมีสภาพค่อนข้างลาดชันกว่าพื้นที่ด้านใต้ มีการกัดเซาะของพื้นที่มากกว่า พื้นที่นี้เป็นพื้นที่ซึ่งรองรับตะกอนที่ถูกพัดพามา จากบริเวณพื้นที่สูงของภาคเหนือ และจากพื้นที่เขาที่อยู่ด้านข้างทั้งสองฝั่งของพื้นที่ภาคกลาง โดยจะพบ ตะกอนเชิงเขา ตะกอนรูปพัด ตะกอนลานตะพักลำน้ำ และ ที่ราบน้ำท่วมถึง



รูปที่ 30 ภาพท่อนไม้ที่โดนไฟไหม้ ฝังอยู่ในบ่อของชั้นทราย ที่มีอายุยุคควอเทอร์นารี ซึ่งคิดว่าเป็นผลจากการกระแทกของอุกกาบาต เป็นผลทำให้เกิดไฟไหม้ และเกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนทราย ที่เรียกว่า Catastrophic loess (Bunopas, S. et.al. 1999)



รูปที่ 31 ภาพเศษกระดูกช้างโบราณของยุคควอเทอร์นารี พบในบ่อทราย ที่เดียวกันกับที่พบท่อนไม้ไฟไหม้ อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา



รูปที่ 32 แสดงการแบ่งเขตภูมิประเทศ (physiographic region) ของประเทศไทย
ตามลักษณะภูมิประเทศและเขตโครงสร้างพื้นที่
(สำนักงานกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2538)

2) **ลุ่มน้ำตอนล่าง** ได้แก่พื้นที่ตั้งแต่ อ่าวไทยขึ้นมาจนถึงส่วนต่อระหว่าง ชัยนาท-นครสวรรค์ ในพื้นที่นี้มีสภาพพื้นที่ราบเรียบมากกว่า เป็นพื้นที่ซึ่งมีการทับถมของวัตถุต่างๆเป็นชั้นหนามาก เป็นพื้นที่ซึ่งเคยมีระดับน้ำทะเล รุกล้ำเข้ามาจนถึงจังหวัดอ่างทอง วัตถุพื้นผิวที่พบ ประกอบด้วย ตะกอนแม่น้ำ ตะกอนดินดอนสามเหลี่ยม ตะกอนชายฝั่งทะเล ตะกอนรูปพัด ตะกอนที่ลาดเชิงเขา

3. **เขตเทือกเขาและหุบเขาตะวันตก** เป็นพื้นที่ซึ่งมีแนวเขาดิจกับประเทศพม่า ประกอบด้วย 5 จังหวัด คือ ตาก กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีสภาพพื้นที่เป็นทิวเขาสลับหุบเขาทางด้านตะวันตก โดยมีส่วนที่ราบในส่วนรอยต่อกับที่ราบภาคกลางด้านตะวันออก พื้นที่นี้ประกอบด้วยสภาพธรณีวิทยาที่หลากหลายเช่นเดียวกับภาคเหนือ เป็นพื้นที่ของธรณีสัณฐานที่มีการกัดกร่อน ของพื้นที่ภูเขา มีตะกอนเชิงเขา ตะกอนพัดพาของลำน้ำ และเนื่องจากในส่วนนี้มีพื้นที่ของหินปูนหลายแห่ง จะสามารถพบภูมิประเทศแบบคาสต์ทั่วๆ ไปในพื้นที่นี้

4. **เขตชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้** ประกอบด้วย 7 จังหวัด คือ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ตราด จันทบุรี ระยอง และ สระแก้ว เป็นพื้นที่ซึ่งประกอบด้วยลักษณะธรณีวิทยาหลายแบบ มีพื้นที่ซึ่งเป็นชายฝั่งทะเลจนถึงเป็นพื้นที่ภูเขา สภาพพื้นที่จะเป็นที่สูงในส่วนที่ติดกับขอบที่ราบสูงอีสาน แล้วลาดต่ำลงมาถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล ลักษณะธรณีสัณฐานในพื้นที่นี้ประกอบด้วย ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลที่เป็น ชายหาด ตะพักทะเล สันทราย และป่าชายเลน ส่วนในพื้นที่สูงของแผ่นดิน ซึ่งมีสภาพลอนลาดและลอนชัน เป็นพื้นที่ของการกัดกร่อนของบริเวณที่สูง แล้วมีการพัดพาไปทับถมในที่ต่ำ สร้างลักษณะธรณีสัณฐานตามลำน้ำต่างๆ เช่น ที่ราบลุ่มริมน้ำ และตะพักลำน้ำ

5. **เขตที่ราบ(สูง)ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ประกอบด้วย 19 จังหวัด คือ กาสสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มุกดาหาร มหาสารคาม ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุบลราชธานี และอำนาจเจริญ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือที่เรียกว่า อีสาน เป็นพื้นที่ซึ่งรองรับด้วยชั้นหิน ของกลุ่มหินโคราช เป็นส่วนใหญ่ เป็นส่วนของแผ่นดินอินโดจีน (Indochina craton) ที่ถูกกระบวนการแปรธรณีสัณฐาน ในอดีตทำให้ถูกยกตัวขึ้นมา และได้ผ่านวิวัฒนาการของกระบวนการธรณีสัณฐานต่างๆ ในช่วงยุคควอเทอร์นารี สำหรับกระบวนการธรณีสัณฐานปัจจุบันที่สำคัญในพื้นที่นี้ ได้แก่ การปรับระดับพื้นที่ มีการกัดกร่อน การทับถมของวัตถุพื้นผิวต่างๆ ลักษณะภูเขาโดดตัดหรือเป็นที่ราบ ในพื้นที่นี้เกิดจาก ชั้นหินที่รองรับในพื้นที่ส่วนใหญ่ วางตัวในแนวระดับหรือแนวนอนขนานกับพื้นผิวโลก เมื่อแผ่นดินถูกยกตัว โดยชั้นหินไม่ถูกเอียง แล้วเกิดการกัดเซาะ โดยตัวการต่างๆ ทำให้ส่วนที่เหลือเป็นภูเขาที่มียอดราบขนานกับพื้นผิวโลก

6. **เขตคาบสมุทรภาคใต้** ประกอบด้วยพื้นที่ 14 จังหวัดคือ ชุมพร ระนอง กระบี่ พังงา ตรัง ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี ยะลา สตูล นราธิวาส และพัทลุง ในพื้นที่นี้ มีทิวแนวสันเขายาวในแนวเหนือ-ใต้ คือ แนวเทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งได้แบ่งเขต

คาบสมุทรนี้เป็นสองส่วน ได้แก่ ผังตะวันออกหรือฝั่งอ่าวไทย และฝั่งตะวันตกหรือฝั่งอันดามัน สภาพธรณีสัณฐานในเขตคาบสมุทรภาคใต้ ประกอบด้วย ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล โดยลักษณะของทั้งสองฝั่งมีลักษณะแตกต่างกัน โดยในฝั่งตะวันตกหรือฝั่งอันดามัน จะมีแนวทิวเขาติดทะเล มีชายฝั่งทะเลค่อนข้างแคบ มีลักษณะของพื้นที่เว้าแหว่ง มีเกาะแก่งจำนวนมาก ไม่ค่อยมีสันทราย ขณะที่ชายฝั่งตะวันออกหรือฝั่งอ่าวไทย มีสภาพของชายหาดค่อนข้างราบเรียบ มีสันทรายหลายแห่ง มีเกาะแก่งจำนวนน้อยกว่า สำหรับในส่วนของแผ่นดิน หรือส่วนที่สูงเป็นพื้นที่ซึ่งมีการกัดเซาะ การกร่อนของพื้นที่เขาหรือที่สูง ทำให้เกิดตะกอนเชิงเขาอยู่มากมายหลายที่ตามแนวเชิงเขา และตะกอนที่ถูกลำน้ำพาไปสะสมตัวตามที่ราบก่อนออกชายฝั่งทะเล และนอกจากนี้ในส่วนของพื้นที่ที่มีหินปูนหลายแห่ง ทั้งบนแผ่นดินและในทะเลจึงสามารถพบ ภูมิประเทศแบบคาสต์ ได้ในพื้นที่ทั้งบนแผ่นดินและชายฝั่งทะเล

5.3 ชนิดของธรณีสัณฐานในประเทศไทย

ลักษณะของธรณีสัณฐานต่างๆที่พบในประเทศไทย เป็นวิวัฒนาการทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ในช่วงยุคควอเทอร์นารี ที่ทำให้เกิดสัณฐาน และวัสดุพื้นผิวต่างๆ โดยชนิดของธรณีสัณฐานที่พบในประเทศไทยได้แก่ (สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2538)

1). **ธรณีสัณฐานตามลักษณะหิน และ โครงสร้างธรณีวิทยา (Rock and Geological Structure controlled Landform)** เป็นลักษณะธรณีสัณฐาน ที่ถูกควบคุมโดยลักษณะหรือชนิดของหิน ที่รองรับอยู่ใต้พื้นผิวนั้น ภูมิประเทศที่ได้ เกิดจากการผุพัง การกร่อนของชั้นหิน ทำให้เกิดสภาพสัณฐานต่างๆตามชนิดของหิน สภาพภูมิประเทศที่พบในธรณีสัณฐานนี้ได้แก่ แนวเทือกเขา ภูเขา หุบเขา เนิน และที่ราบตามร่องเขา เป็นต้น ซึ่งการเกิดลักษณะเหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหิน ว่ามีคุณสมบัติของเนื้อหินที่สามารถต้านทานการผุพัง หรือจากการกร่อนได้ดีหรือไม่ นอกจากนี้ลักษณะของเขาที่เกิดมีรูปร่างอย่างไร ก็ขึ้นอยู่กับโครงสร้างธรณีวิทยาของหินนั้นด้วย เช่น ถ้าชั้นหินอยู่ในแนวราบก็ทำให้เกิดเป็นภูเขายอดราบ ดังเช่น ภูกระดึง ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือถ้าเป็นโครงสร้างธรณีวิทยาที่มีการคดโค้งของหิน ก็จะมีลักษณะคดโค้งไปตามแนวหิน หรือเป็นแนวเขาสลับซับซ้อน เช่นในแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์-หล่มสัก หรือถ้าเป็นเขาแกรนิต ซึ่งเกิดจากการแทรกตัวของแมกมาขึ้นมาที่พื้นผิวโลก ถ้าแนวการแทรกตัวมีขอบเขตเป็นรูปวงกลม จะพบมีแนวแม่น้ำไหลล้อมรอบบริเวณนี้ ดังเช่นในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเลย แต่ถ้ามการแทรกตัวของหินแกรนิตมีลักษณะแบบอื่น ก็จะทำให้สภาพภูมิประเทศมีลักษณะที่แตกต่างไป

ธรณีสัณฐานตามลักษณะหินและโครงสร้างธรณีวิทยา ในประเทศไทยที่พบมีอยู่หลายที่ และมีลักษณะดังต่อไปนี้

ก. ธรณีสัณฐานที่เป็นแนวภูเขา หรือ เทือกเขาสลับซับซ้อน เป็นผลจากการดันตัวของแผ่นดินโดยกระบวนการธรณีแปรสัณฐาน มีโครงสร้างธรณีวิทยาสลับซับซ้อน เช่น ดอย

อินทนน และแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์-หล่มสัก เป็นต้น โดยดินที่จำแนกในพื้นที่นี้ส่วนใหญ่จัดให้เป็นดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน

ข. ธรณีสัณฐานของเขายอดราบ และ เนินยอดบ้าน (mesa and butte) (รูปที่ 33) เป็นภูเขาที่มีชั้นหินวางตัวอยู่ในขนานพื้นผิวโลก พบทั่วไปในภาคอีสาน เช่น ภูกระดึง ภูหลวง เป็นต้น ดินที่พบในพื้นที่นี้จะเป็นชั้นดินบางๆ มีชั้นหินอยู่ไม่ลึกจากพื้นผิว

ค. ธรณีสัณฐานของเขาคuesta (cuesta) เป็นลักษณะเขาที่ชั้นหินมีมุมลาดเอียงชันด้านหนึ่ง ส่วนอีกด้านจะมีมุมเอียงน้อยกว่า พบทั่วไปตามแนวโครงสร้างของกลุ่มหินโคราช ในภาคอีสาน โดยดินที่พบในพื้นที่นี้ เป็นดินตื้นที่มีชั้นหินอยู่ไม่ลึกจากพื้นผิว

ง. ธรณีสัณฐานแบบรอยเลื่อน เป็นลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการเกิดโครงสร้างธรณีวิทยา ชนิด รอยเลื่อน (fault) มีลักษณะเป็นแนวตรง ทำให้เกิดเป็น แนวแม่น้ำ เช่น แม่น้ำกระบุรี ที่ไหลจาก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผ่าน จังหวัดชุมพร ไปออกทะเลที่ จังหวัดระนอง หรือ บางแห่งเกิดเป็นแนวหุบเขา เช่น หุบเขารอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ เป็นต้น

ลักษณะของดินที่เกิดในสภาพพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่จะจัดให้เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) ดินที่พบในส่วนนี้มีความหลากหลาย โดยอาจเป็นดินที่เพิ่งจะเกิดใหม่จากการผุพังอยู่กับที่ หรือ เป็นดินใหม่ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากที่สูงมาสะสมตัวในที่ต่ำ โดยเป็นดินที่ยังไม่มีการพัฒนาของชั้นดิน นอกจากนี้อาจพบดินเก่าที่มีการพัฒนาของชั้นดิน มีการเกิดของชั้นดินที่ใช้ในการจำแนกดินเป็นดินลำดับต่างๆ ตัวอย่างของชุดดินที่เกิดในธรณีสัณฐานแบบนี้ได้แก่ ชุดดินด่านซ้าย ชุดดินดอยปู่ย ชุดดินเชียงคาน ชุดดินยะลา ชุดดินระนอง และชุดห้วยยอด เป็นต้น

2). ธรณีสัณฐานภูเขาไฟ (Volcanic Landform) เป็นลักษณะธรณีสัณฐาน ที่เกิดในพื้นที่ของหินภูเขาไฟ ซึ่งเป็นหินอัคนีชนิดหนึ่ง เป็นหินอัคนีที่เกิดจากการเย็นของแมกมาบนพื้นผิวโลก ซึ่งแมกมาชนิดนี้เราเรียกว่า ลาวา เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ โดยบางส่วนปะทุเป็นลาวา บางส่วนเป็นเศษหินภูเขาไฟ (volcanic debris) ซึ่งสามารถพบวัตถุที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟในพื้นที่นี้ ได้แก่ หินตะกั่วภูเขาไฟ (scoria) เถ้าธุลีภูเขาไฟ (volcanic ash) หินพัมมิช (pumice) บอมบ์ภูเขาไฟ (volcanic bomb) หินในธรณีสัณฐานชนิดนี้ ที่สำคัญของประเทศไทยได้แก่ หินบะซอลต์ โดยพบอยู่ทั่วไป ยกเว้นทางภาคใต้ ในพื้นที่ภาคอีสานพบในบริเวณ จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ ทางเหนือได้แก่ จังหวัดลำปาง จังหวัดแพร่ ภาคกลางที่พบได้แก่ จังหวัดลพบุรี ภาคตะวันตกได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี และภาคตะวันออกได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด

ธรณีสัณฐานชนิดนี้ที่พบในประเทศไทย ได้แก่

ก. สัณฐานแบบเนินลาวา (lava shield) หรือ แบบลาวาโดม (lava dome) เกิดจากการปะทุของภูเขาไฟ เป็นแนวลาวาหลาก (lava flow) โดยอาจปะทุมาจากปล่องภูเขาไฟ หรือ ตามแนวแตกใต้พื้นโลก พบอยู่ทั่วไปเกือบทุกภาคของประเทศไทย เช่น จังหวัดตราด จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดลำปาง และจังหวัดลพบุรี เป็นต้น



รูปที่ 33 แสดงลักษณะธรณีสัณฐานโครงสร้าง ที่เป็นแบบ ภูเขายอดราบ (Mesa)
ของภูต่านอี่ป่อง อยู่ใกล้เขื่อนจุฬาภรณ์ จ.ชัยภูมิ

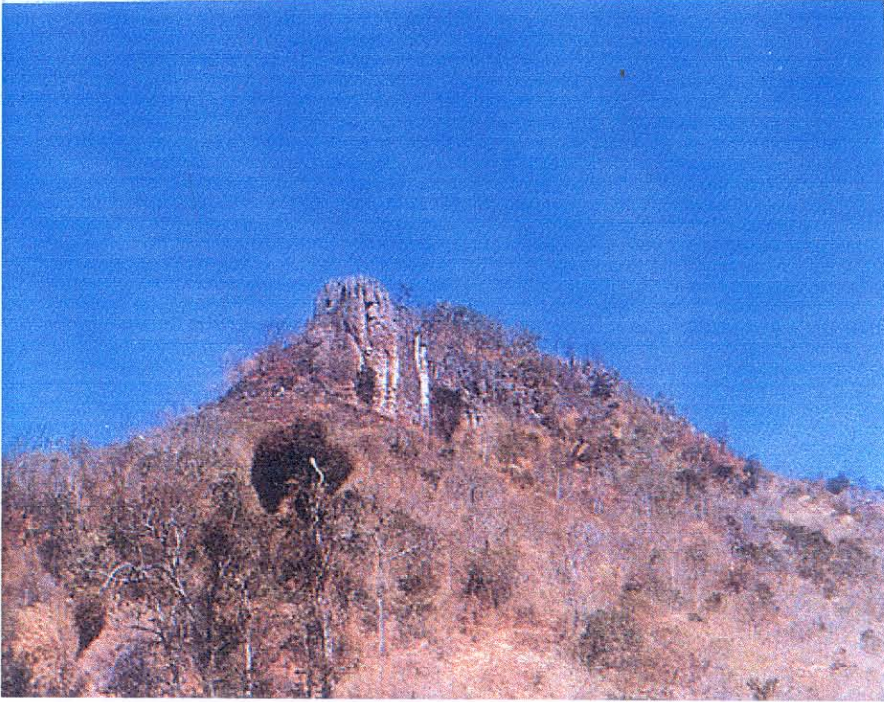
พื้นที่เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี เช่น ชุดดินโซคชัย ชุดดินบุรีรัมย์ และชุดดินท่าใหม่ เป็นต้น

ข. สันฐานปล่องภูเขาไฟ (volcanic crater) เป็นธรณีสันฐานแสดงลักษณะปล่องภูเขาไฟเก่า ที่เคยมีลาวาไหลออกมา พบอยู่หลายแห่ง เช่น เขากระโดง และภูพระอังคาร เป็นต้น

ค. แกนภูเขาไฟ (volcanic neck) (รูปที่ 34) เกิดจากการกัดกร่อนหลังจากการเย็นตัว ทำให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นแกนกลาง ที่กลายเป็นเนินเขาหรือภูเขา พบในบริเวณพื้นที่ของจังหวัดลพบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

ลักษณะของดินที่เกิดในสภาพพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่จะจัดให้เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี โดยอาจเป็นดินที่เกิดจากการผุพัง หรือ ถูกเคลื่อนย้ายจากหินนี้ เป็นดินที่พบว่า มีการพัฒนาของชั้นดินลักษณะต่างๆหลายแบบ ทำให้สามารถจำแนกดินที่เกิดจากหินภูเขาไฟ ออกเป็นดินลำดับต่างๆได้หลายอันดับดิน เช่น อันดับดิน Oxisols อันดับดิน Vertisols อันดับดิน Mollisols และอันดับดิน Ultisols เป็นต้น ตัวอย่างของชุดดินที่เกิดในธรณีสันฐานแบบนี้ได้แก่ ชุดดินบุรีรัมย์ ชุดดินสุรินทร์ ชุดดินโซคชัย ชุดดินสบปราบ ชุดดินลำน้ำราษายณ์ และชุดดินสมอทอด เป็นต้น

3). ธรณีสันฐานที่เกิดจากธารน้ำ (Fluvial Landform) เป็นลักษณะธรณีสันฐานที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำ หรือลำน้ำต่าง ๆบนแผ่นดิน โดยการพัดพาน้ำตะกอนต่างๆ ที่โดนกัดเซาะ แล้วนำไปทับถม บริเวณพื้นที่การกัดเซาะหรือกัดกร่อน ส่วนใหญ่จะเริ่มต้นมาจากบริเวณพื้นที่สูง จากลำธารหรือลำห้วยที่มีพลังในการกัดเซาะในแนวดิ่ง ขนาดของทางน้ำจะมีขนาดกว้างขึ้น เมื่อทางน้ำไหลลงสู่ที่ต่ำกว่า และกำลังของน้ำจะลดลงเช่นกันในบริเวณพื้นที่ต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่ในพื้นที่นี้จะเป็นบริเวณที่มีการทับถมสร้างธรณีสันฐานจากลำน้ำลักษณะต่างๆ เช่น ในบริเวณพื้นที่ราบเชิงเขา ความเร็วของน้ำที่ไหลมาจากที่สูงจะลดลงทันที ทำให้ทางน้ำแผ่กระจายลาดเอียงลงตามภูมิประเทศ ทำให้ตะกอนตกทับถมกันในบริเวณนี้ ที่เรียกว่า เนินตะกอนรูปพัด หรือ ตามร่องน้ำเมื่อความเร็วกระแส น้ำลดลง มีการคดโค้งของทางน้ำ เกิดการกัดเซาะด้านข้าง แล้วเกิดการทับถมอีกด้านเกิดเป็นแนวสันทรายต่างๆ เช่น สันดอนทราย และหาดคุ้งน้ำ เป็นต้น เมื่อแม่น้ำไหลสู่ที่ราบ ปริมาณน้ำจำนวนมากในหน้าฝนจะไหลแผ่ออกด้านข้าง มีการสร้างลักษณะธรณีสันฐานต่างๆ ได้แก่ แนวคันดินธรรมชาติ เกิดพื้นที่ขังน้ำหลังแนวคันดินธรรมชาติ และสะสมตัวของตะกอนขนาดต่างๆ ซึ่งเรียกพื้นที่นี้ว่า ที่ลุ่มหลังคันดิน ปกติแม่น้ำจะไหลออกสู่ปากน้ำ ซึ่งเป็นส่วนที่กระแสน้ำเปลี่ยนความเร็วลงทันที ตะกอนต่างๆ ที่ถูกพัดพา จะถูกทับถมกันในส่วนของพื้นที่นี้ ที่เรียกว่า ดินดอนสามเหลี่ยม (Delta) ซึ่งมีรูปแบบหลายชนิดตามสภาพการทำงานของแม่น้ำ ธรณีสันฐานที่เกิดจากแม่น้ำ จึงเป็นลักษณะธรณีสันฐานที่เกิดขึ้นได้ ทั้งจากการกัดกร่อน และ การทับถม เกิดสภาพภูมิประเทศหลายแบบ



รูปที่ 34 แสดงภาพ แกนภูเขาไฟ (volcanic neck) บริเวณ อ.ท่าหลวง - อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี เกิดจากการกัดกร่อนของหินภูเขาไฟหลังการเย็นตัว เหลือส่วนแกนที่เป็นเนินหรือเขา

ในประเทศไทย มีลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากแม่น้ำหลายแบบ ดังต่อไปนี้

ก. ธรณีสัณฐานตะกอนรูปพัด (Alluvial Fan) พบอยู่หลายแห่ง เช่น จังหวัด กำแพงเพชร-สุโขทัย อำเภอกำแพงแสน และจังหวัดนครปฐม เป็นต้น ดินที่พบในพื้นที่นี้ ได้แก่ ชุดดินกำแพงแสน ชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินแม่แตง เป็นต้น

ข. ธรณีสัณฐานแนวคันดินธรรมชาติ (Natural Levee) พบตามแนวแม่น้ำสำคัญ เกิดจากการเอ่อล้นแนวร่องน้ำ แล้วตะกอนขนาดใหญ่ทับถมกันก่อนในบริเวณนี้ ดินที่พบในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินท่าม่วง ชุดดินธาตุพนม และชุดดินลำแก่น เป็นต้น

ค. ธรณีสัณฐานของที่ลุ่มหลังคันดิน (Back Swamp) เป็นส่วนถัดมาจากแนวคันดินธรรมชาติ เป็นที่ต่ำซึ่งน้ำจะเอ่อล้นมาขังในบริเวณนี้ จะพบควบคู่ไปกับบริเวณที่พบแนวคันดิน

ธรรมชาติ ดินที่พบจะแสดงการทับถม มีการสลับชั้นของตะกอนขนาดต่างๆ ตัวอย่างชุดดินในพื้นที่นี้ได้แก่ ชุดดินชัยยา ชุดดินนครปฐม ชุดดินสระบุรี ชุดดินบ้านหมี่ และชุดดินสรรพยา เป็นต้น

ง. ธรณีสัณฐานทางน้ำโค้งตัววัด ทะเลสาปรูปแอก (Meander river and Oxbow lake) เป็นรูปร่างจากการโค้งตัวของทางน้ำ จากการไหลกัดเซาะด้านหนึ่ง และทับถมอีกด้านหนึ่ง อยู่ในส่วนของที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง (รูปที่ 35 และ 36) ดินในส่วนนี้แสดงการสลับชั้นชัดเจน พบลักษณะพื้นที่เช่นนี้ในบริเวณแม่น้ำสำคัญของประเทศ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำมูล แม่น้ำแม่กลอง เป็นต้น

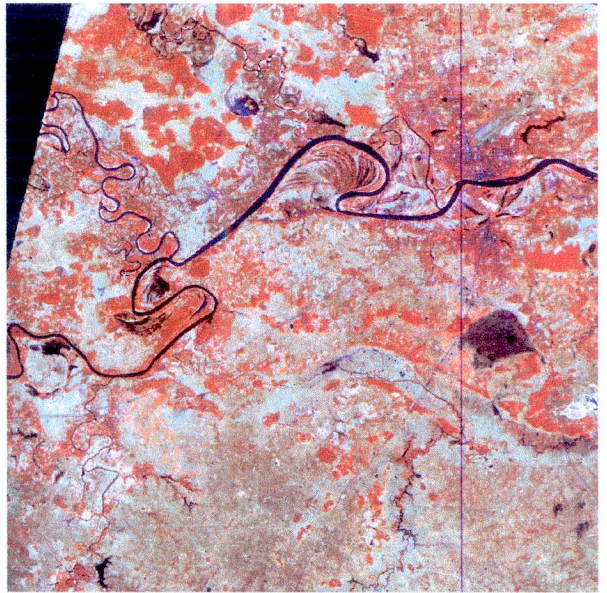
จ. ธรณีสัณฐานลานตะพักลำน้ำ (Alluvial Terrace) เป็นลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการลดระดับของทางน้ำ ทำให้พื้นที่ส่วนนี้ยกระดับขึ้นมีลักษณะเป็นขั้นบันได พบสัณฐานนี้ตามแม่น้ำสำคัญของประเทศ เช่น แม่น้ำแม่ปิง แม่น้ำป่าสัก เป็นต้น ชุดดินที่พบได้แก่ ชุดดินแม่วิม ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินสวี ชุดดินเขาย้อย และชุดดินดอนไร่ เป็นต้น

ฉ. ธรณีสัณฐานที่ลาดเชิงเขา (Colluvium) เป็นลักษณะของพื้นที่ซึ่งตะกอน ถูกพัดพาจากที่สูงที่เป็นแนวเทือกเขา ไหลสู่ที่ต่ำของเชิงเขา มีลักษณะเช่นเดียวกับธรณีสัณฐานตะกอนรูปพัด แต่ธรณีสัณฐานนี้จะมีสัณฐานที่เกิดไม่ไกลจากแนวเทือกเขา เช่น ลักษณะของ ลานหินเชิงผา (talus) หรือ บริเวณเศษหินเชิงผา (colluvium) ซึ่งเป็นผลจากการเกิดแผ่นดินถล่ม และพัดพาตะกอนออกตามช่องเขา พบลักษณะเช่นนี้ตามพื้นที่ลาดเชิงเขาของแนวเทือกเขาต่างๆ ของประเทศ เช่น ที่บ้านน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ หรือ ที่ ตำบลกระทูน อำเภอพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นต้น ดินที่พบจะมีเศษหินปะปนอยู่มากมาย เช่น ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินท่ายาง ชุดดินทับทวน ชุดดินแม่วิม และชุดดินหินซ้อน เป็นต้น

ลักษณะของดินที่เกิดในสภาพพื้นที่ธรณีสัณฐานที่เกิดจากแม่น้ำ ส่วนใหญ่จะจัดให้เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี เป็นตะกอนที่แสดงถึงการถูกเคลื่อนย้ายมาทับถม เป็นพื้นที่ซึ่งดินมีหลายแบบ เช่น ในส่วนของพื้นที่ตามแนวลำน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่เกิดใหม่ ดินที่พบจะเป็นดินที่เกิดใหม่ ส่วนใหญ่อยู่ในอันดับดิน Entisols หรือ อันดับดิน Inceptisols เป็นต้น



รูปที่ 35 จากภาพถ่ายดาวเทียม แสดง
ลักษณะที่ราบลุ่มของแม่น้ำเจ้าพระยา
บริเวณ จ.นครสวรรค์ ถึง จ.ชัยนาท
ทำให้เกิดแม่น้ำคดโค้ง เกิดทะเลสาบ
รูปแอก ร่องรอยรูปแอก ที่ราบลุ่มน้ำท่วม



รูปที่ 36 ภาพถ่ายจากดาวเทียมแสดง ลักษณะของ
แม่น้ำคดโค้ง มีการกัดเซาะและทับถม(อีกด้าน)
ของแนวคดโค้ง แม่น้ำมูล

ตัวอย่างชุดดินในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินเชียงใหม่ ชุดดินสรรพยา ชุดดินชุมพลบุรี และชุดดินรือเสาะ เป็นต้น ส่วนในพื้นที่ถัดขึ้นมาในบริเวณที่สูงของพื้นที่ลานตะพักลำน้ำ หรือ พื้นที่ตะกอนรูปพัด พบว่าดินมีการพัฒนาของชั้นดินมากขึ้น มีการสะสมของชั้นดินต่างๆ ดินที่เกิดในบริเวณนี้ได้ เช่น อันดับดิน Vertisols อันดับดิน Ultisols อันดับดิน Alfisols เป็นต้น ตัวอย่างของชุดดินที่เกิดในธรณีสัณฐานแบบนี้ได้แก่ ชุดดินดงยางเอน ชุดดินกำแพงแสน ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินแม่วิม และชุดดินโคกเคียน เป็นต้น

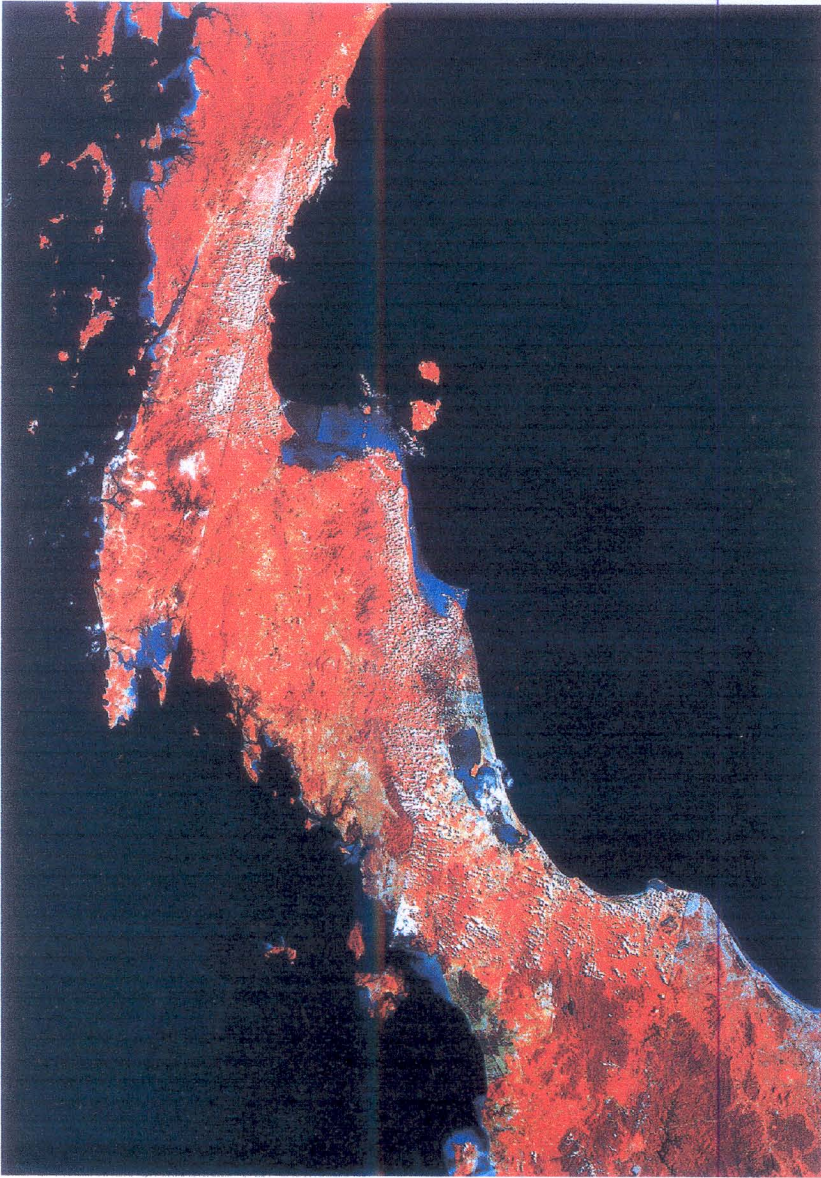
4). **ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล (Coastal Landform)** พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้แก่พื้นที่รอยต่อระหว่างแผ่นดินและทะเล โดยยึดพื้นที่จากชายทะเลไปจนถึงพื้นที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ชายฝั่งทะเลยกตัว เป็นชายฝั่งที่มีสภาพราบเรียบ อาจเกิดจากการลดระดับของน้ำทะเล หรือ การยกตัวของแผ่นดิน ไม่ค่อยพบเกาะแก่งมากนัก ได้แก่ ชายฝั่งด้านอ่าวไทย 2) ชายฝั่งทะเลลดตัวหรือจมน้ำ มีลักษณะชายฝั่งค่อนข้างแคบ แนวชายฝั่งเป็นแนวเว้าแหว่ง มีหัวแหลมผาชันเป็นระยะ เกิดจากลดระดับของชายฝั่งทะเลทำให้เกิดเกาะแก่งมาก ได้แก่ ชายฝั่งด้านตะวันตกหรือฝั่งอันดามัน (รูปที่ 37) กระบวนการที่เกิดในธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล เกิดจากการกัดเซาะ และการทับถมที่เกิดโดยคลื่นและกระแสน้ำจากชายฝั่งทะเล ซึ่งรูปร่างลักษณะของสัณฐานที่เกิดขึ้นทั้งจากการกัดเซาะ และการทับถมขึ้นอยู่กับชนิดและโครงสร้างของหิน ความรุนแรงของกระแสน้ำ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิด เช่น หัวแหลมผาชัน (headland) เกาะหินโด่ง (stack) สะพานหินธรรมชาติ สันดอนจะงอย สันดอนเชื่อมเกาะ ชายหาดลักษณะต่างๆ เช่น ชายหาด กรวด ทราย และเลน เป็นต้น

ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลในประเทศไทยมีหลายแบบ ได้แก่

ก. ธรณีสัณฐานที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง (tidal flat) เป็นที่ราบลุ่มใกล้ฝั่งทะเล มีลักษณะเป็นทรายปนโคลน หรือดินแฉะ เป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึงเมื่อเวลาน้ำขึ้น และแผ่นดินโผล่เมื่อน้ำทะเลลดลง เช่น บริเวณอ่าวไทยตอนบน บริเวณปากแม่น้ำเวพู จังหวัดจันทบุรี เป็นต้น ชุดดินในพื้นที่ได้แก่ ชุดดินท่าจีน ชุดดินเขียร์ใหญ่ และชุดดินปัตตานี เป็นต้น

ข. ธรณีสัณฐานดินดอนสามเหลี่ยม (Delta) เป็นพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ ที่แม่น้ำไหลออกสู่ทะเล มีรูปร่างคล้ายพัด โดยมีตะกอนถูกนำมาทับถมตลอดเวลา มีกระแสน้ำไหลช้า เกิดแผ่นดินงอกออกไปเรื่อยๆ เช่น บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณอ่าวบ้านดอน ซึ่งเป็นบริเวณทับถมของตะกอนปากแม่น้ำตาปี มีลักษณะแบบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำรูปตีนนก เป็นต้น ชุดดินในพื้นที่ ได้แก่ ชุดดินบางกอก ชุดดินบางเขน ชุดดินบางปะกง และชุดดินสมุทรปราการ เป็นต้น

ค. ธรณีสัณฐานของแนวสันทรายลักษณะต่างๆ เช่น สันดอนจะงอย (split) หาดสันดอน (barrier beach) และสันดอนเชื่อมเกาะ (tombolo) เป็นลักษณะสันทรายที่เกิดจากการทับถมโดยกระแสน้ำในทะเล ให้ลักษณะต่างๆ เช่น ที่อ่าวคุ้งกระเบน (รูปที่ 38) ที่ราบชายฝั่ง



รูปที่ 37 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งสองด้านของประเทศไทย โดยชายฝั่งด้านตะวันตก(อันดามัน) ซึ่งเป็นชายฝั่งทะเลดตัวหรือจมน้ำ จะมีเกาะแก่ง มากกว่าด้านชายฝั่งตะวันออก(อ่าวไทย) ซึ่งเป็นชายฝั่งยกตัว

เมืองปัตตานี และที่แหลมตะลุมพุก เป็นต้น ดินที่เกิดในพื้นที่นี้ส่วนใหญ่จะเป็นดินทราย เช่น ชุดดินหัวหิน ชุดดินบ้านทอน และชุดดินพัทยา เป็นต้น

ง. ธรณีสัณฐานแบบหัวแหลมผาชัน (Headland) เป็นหัวแหลมที่ยื่นออกไปในทะเล มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน ชาวทะเลใช้เป็นที่ยกขื่อในการเดินทาง พบสัณฐานนี้ เช่น เขาสามมุก แหลมเสมสาร และจังหวัดชลบุรี เป็นต้น

จ. ธรณีสัณฐานลานตะพักทะเล (Marine Terrace) เป็นพื้นที่ลักษณะขั้นบันไดของพื้นที่ราบกว้างใหญ่ ที่มีระดับสูงขึ้นมาจากพื้นที่ชายฝั่งทะเล เกิดเนื่องจากการลดระดับของน้ำทะเลสามารถพบสัณฐานลักษณะนี้ เช่น พื้นที่ราบที่ติดชายทะเลบริเวณจังหวัดชลบุรี-ระยอง เป็นต้น

ลักษณะของดินที่เกิดในสภาพพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่จะจัดให้เป็นดินที่มีปัญหาของ ความเค็ม เป็นดินทรายจัด เป็นดินเปรี้ยวจัด หรือ เป็นดินที่พบในพื้นที่ซึ่งเป็นที่ลุ่มน้ำขัง ดินส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นดินที่เกิดใหม่ อยู่ในอันดับดิน Entisols ได้แก่ชุดดิน เช่น ชุดดินปัตตานี ชุดดินระแงะ ชุดดินระยอง ชุดดินวัลเปรียง และชุดดินท่าจีน เป็นต้น

5). ธรณีสัณฐานคาสต์ (Karst Topography) เป็นลักษณะธรณีสัณฐานซึ่งมีหินที่ละลายน้ำได้ง่ายในบริเวณนั้น ได้แก่ หินปูน หินเกลือ แร่ยิปซัม และแร่แอนไฮไดรต์ มีสภาพพื้นที่เป็นหลุมหรือแอ่ง เกิดจากการละลายของน้ำที่มีต่อหินซึ่งละลายน้ำได้ง่าย แล้วทำให้เหลือสภาพภูมิประเทศที่เป็น แอ่ง เนิน ภูเขา หุบเขา และร่องน้ำที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งแตกต่างจากสภาพภูมิประเทศชนิดอื่น

ในประเทศไทยธรณีสัณฐานคาสต์ ส่วนใหญ่จะเกิดอยู่บนพื้นที่หินปูน ซึ่งสามารถพบเห็นอยู่เกือบทุกภาค และ นอกจากนี้มีลักษณะธรณีสัณฐานคาสต์ที่เกิดจากหินชนิดอื่น ได้แก่ หินเกลือ โดยพบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะธรณีสัณฐานคาสต์ที่พบมีหลายชนิดได้แก่

ก. ธรณีสัณฐานคาสต์ที่เป็นแนวเขาหินปูน มีหลุมยุบ หุบยุบ ถ้ำ หินงอกหินย้อย เกิดจากกัดเซาะละลายและตกผลึกของหินปูน ที่ทำให้เกิดลักษณะดังกล่าว โดยพบสัณฐานนี้ทั่วไปในพื้นที่ของหินปูน ที่อาจเป็นทั้งบนพื้นที่ยอดเขา หรือบนพื้นราบในที่ต่ำ เช่น ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณ ผานกเค้า จังหวัดเลย ที่ อำเภอปากช่อง-เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ภาคเหนือ ที่ บ้านแม่ละนา กิ่งอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคกลาง ที่ อำเภอทองผาภูมิ-อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ที่เขาสูง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี และภาคใต้ ที่ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ เป็นต้น

ข. ธรณีสัณฐานคาสต์แบบสุสานหิน หรือป่าช้าหิน (Lapies) เป็นบริเวณที่ราบที่มีหินปูนโผล่ตามพื้นผิวให้เห็นทั่วไป เป็นพื้นที่มีดินสลับกับหิน พบในพื้นที่ซึ่งมีเขาหินปูน เช่น อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี เป็นต้น ชุดดินที่พบในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก และชุดดินตาคลี เป็นต้น



รูปที่ 38 แสดงลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลที่กำลังเกิดสันทราย ชนิด
สันทรายเชื่อมเกาะ (Tombolo) บริเวณ อำเภอดำรงวิทยะปณ อ.ท่าใหม่
จ.จันทบุรี

ค. ธรณีสัณฐานคาสต์บนพื้นที่หินเกลือ เนื่องจากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีชั้นหินนี้ ที่รองรับอยู่ใต้พื้นผิว โดยชั้นหินนี้เป็นชั้นหินชั้นหนึ่งของกลุ่มหินโคราช อยู่ในหมวดหินมหาสารคาม เกิดจากชั้นหินเกลือถูกน้ำละลาย เกิดเป็นโพรงอยู่ด้านล่าง แล้วแผ่นดินด้านบนทรุดตัวลงไปแทนที่ ทำให้เกิดเป็นหลุมตามพื้นผิว สามารถพบเห็นลักษณะพื้นที่เช่นนี้โดยทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยสภาพหลุมยุบต่างๆ ได้กลายเป็น บึง หรือ แอ่งน้ำ สามารถเห็นอยู่ทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 39) โดยเฉพาะในพื้นที่ซึ่งมีชั้นหินเกลือของหมวดหินมหาสารคามรองรับอยู่ด้านใต้ เช่น หลุมยุบนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ หลุมยุบโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา และหลุมยุบมัญจาคีรี-ชนบท จังหวัดขอนแก่น เป็นต้น

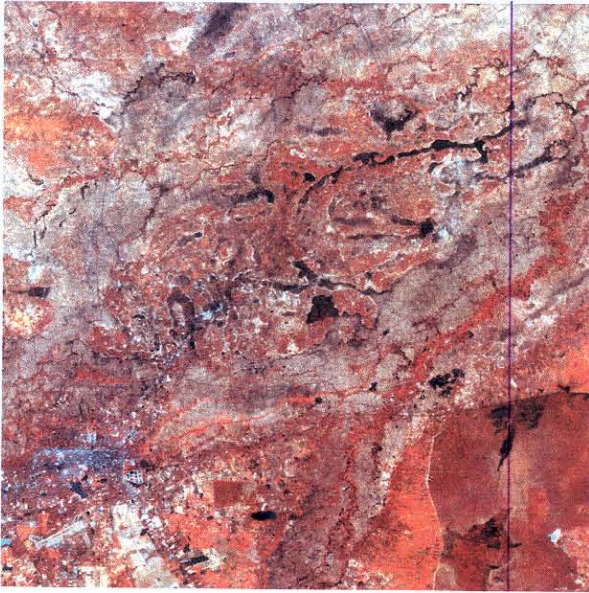
ลักษณะของดินที่เกิดในสภาพพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่จะจัดให้เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี เป็นส่วนที่หลงเหลือจากการละลายของหิน ในต่างประเทศเรียกดินที่เกิดในพื้นที่คาสต์ หรือ ในบริเวณหินปูนว่า Terra Rosa เป็นดินเหนียวสีแดง ดินที่พบในพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่เป็นดินที่มีการพัฒนาของชั้นดิน มีเหล็กสูง มีการสะสมของชั้นดินต่างๆ ดินที่เกิดในบริเวณนี้ได้ เช่น อันดับดิน Vertisols อันดับดิน Ultisols และอันดับดิน Mollisols เป็นต้น ตัวอย่างชุดดินที่เกิดในธรณีสัณฐานแบบนี้ได้แก่ ชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินลพบุรี ชุดดินลำพญากลาง และชุดดินตาคลี เป็นต้น

6). ธรณีสัณฐานเกิดจากลม (Eolian Landform) เป็นลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำโดยลม เกิดจากลมพัดพานำวัตถุต่างๆ ไปทับถม ทำให้เกิดรูปร่างหรือสัณฐานเฉพาะจากการทำงานของลม ขนาดของวัสดุพื้นผิวที่ลมสามารถพาไปมีขนาดละเอียด ส่วนใหญ่ธรณีสัณฐานนี้จะเกิดในสภาพแวดล้อมที่เป็นทะเลทราย เป็นบริเวณที่มีลมแรงเกิดการพัดพาตะกอนไปทับถม และ เกิดการกัดกร่อนโดยการขัดสีจากลม ทำให้เกิดสภาพรูปร่างของหินเป็นรูปเว้าๆ แหว่งๆ เช่น หินรูปเห็ดโคน หินโค้ง หรือ เนินทรายลักษณะต่างๆ เป็นต้น การเกิดสัณฐานจากลมสามารถเกิดได้ในพื้นที่อื่นที่ไม่ใช่ทะเลทราย ถ้าพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่โล่งไม่มีพืชปกคลุม เช่น ในพื้นที่นา พื้นที่ชายทะเล เป็นต้น

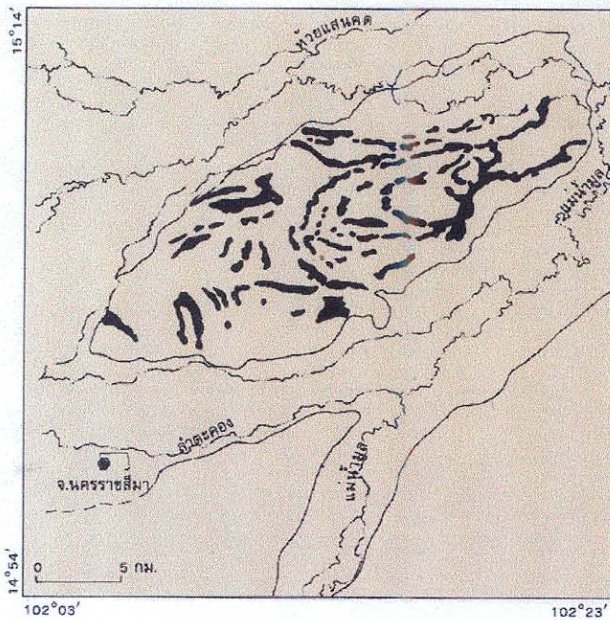
ในประเทศไทยสามารถพบลักษณะธรณีสัณฐานประเภทนี้ได้แก่

ก. ธรณีสัณฐานเนินทราย (dune) เป็นแนวเนินทรายที่เกิดจากลมพัดตะกอนทรายจากชายหาด ไปกองกันเป็นเนินถัดไปจากชายหาด พบตามชายฝั่งทะเลแถว อำเภอบางเบ็ด เป็นเขตติดต่อยะหว่าง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กับ อำเภอประทิว จังหวัดชุมพร จะเป็นพื้นที่ของดินทรายส่วนใหญ่

ข. ธรณีสัณฐานเนินลมพาทรายแผ่ (eolian sand splay) ริมแม่น้ำมูล-ชี จะพบลักษณะเนินทรายที่มีทิศทางลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมที่พัดผ่านประจำในหน้าแล้ง เห็นสัณฐานนี้ได้จากภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม (รูปที่ 40) ดินส่วนใหญ่จะเป็นดินทรายปนดินร่วน หรือดินทราย

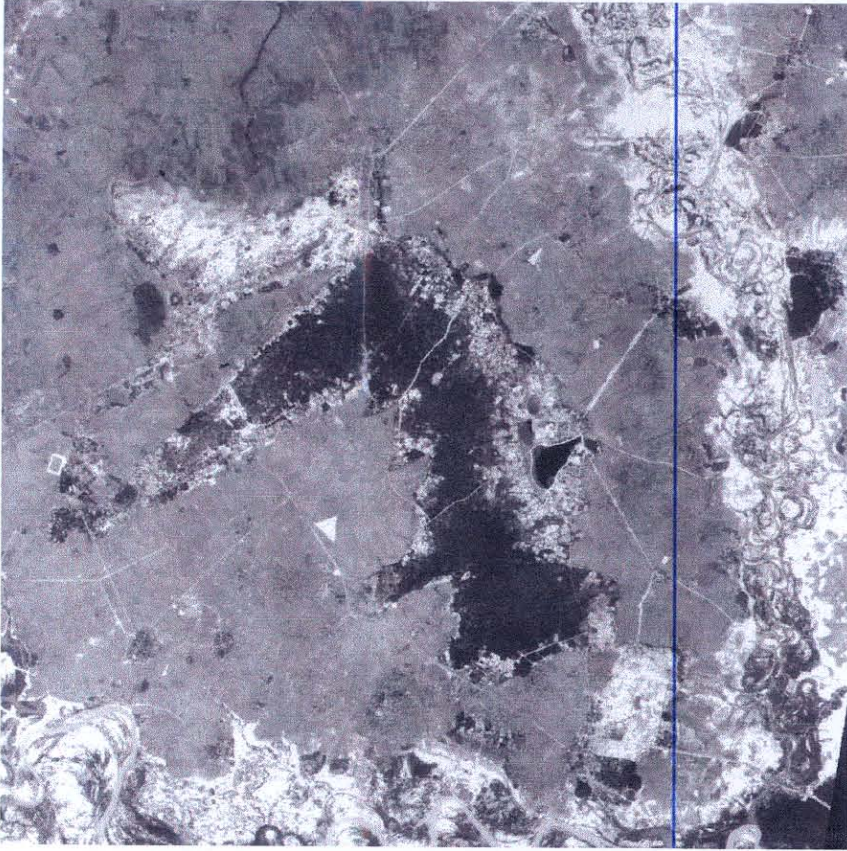


(ก) ภาพถ่ายดาวเทียมแสดง หนองน้ำทางน้ำ บึง ที่เกิดจากการทรุดตัวของแผ่นดินลงไปแทนที่โพรงเกลือที่ละลายอยู่ด้านล่าง



(ข) แสดงการแปลภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ หลุม(สีดำ) ซึ่งเป็นบึงหรือหนองน้ำ บนพื้นผิว ที่เกิดจากทรุดตัวของแผ่นดิน ลงไปแทนที่ชั้นเกลือที่ถูกละลายด้านล่าง

รูปที่ 39 แสดงลักษณะธรณีสัณฐานแบบคาสต์ ที่เกิดบนพื้นที่หินเกลือในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณ จ.นครราชสีมา โดยภาพ (ก) แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ภาพ (ข) แสดงการแปลหลุมยุบของพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียม



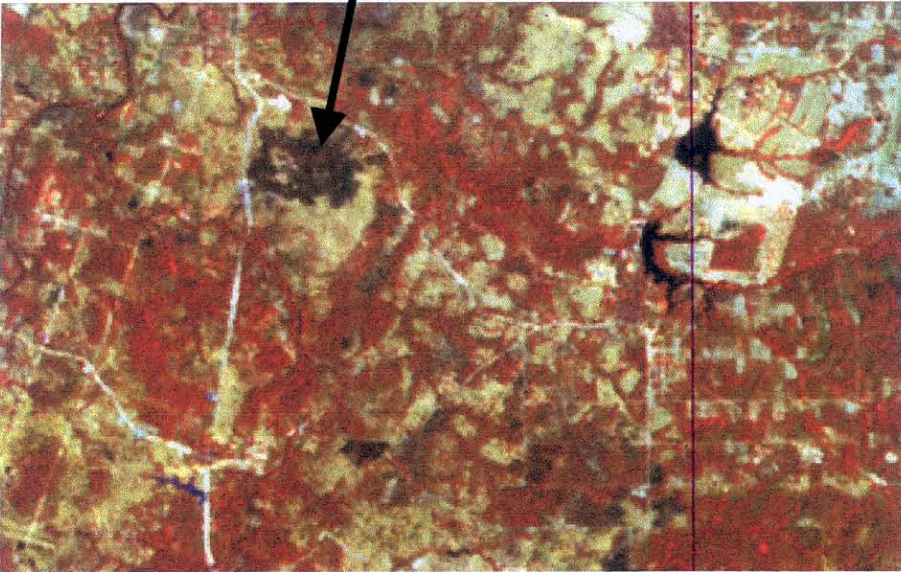
รูปที่ 40 ภาพถ่ายทางอากาศ แสดงลักษณะเนินสันทราย ที่มีทิศทางเดียวกับ
ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดผ่านเป็นประจำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่ราบใกล้แม่น้ำมูล จ.อุบลราชธานี

ค. ธรณีสัณฐานของดินลมหอบ (Loess) เป็นพื้นที่ที่มีวัสดุพื้นผิวเกิดจากการพัดพาของลมมาสะสมกัน ส่วนใหญ่จะมีขนาดละเอียด ของขนาดทรายแป้ง หรือทรายขนาดเล็ก ละเอียดมาก ในประเทศไทยมีผู้คิดว่ามีดินชนิดนี้ในพื้นที่ภาคอีสาน ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมที่เคยเป็นทะเลทรายในอดีต เป็นลักษณะของดินที่พบบนพื้นที่เกือบราบ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ชุดดินยโสธร ชุดดินวาริน ชุดดินโคราช เป็นต้น

ลักษณะของดินที่เกิดในสภาพพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่จะจัดให้เป็นดินที่มีปัญหาของ ความเป็นดินทรายจัด ดินส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นดินที่เกิดใหม่ อยู่ในอันดับดิน Entisols ที่เป็นดินทราย สำหรับในส่วนที่ดินที่คิดว่าเป็นดินลมหอบเก่า ส่วนใหญ่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น บริเวณมอดินแดง มหาวิทยาลัยขอนแก่น ลักษณะของชุดดินที่พบ เช่น ชุดดินโคราช ชุดดินวาริน หรือ ชุดดินยโสธร เป็นต้น

7. ธรณีสัณฐานรูปแบบอื่น ๆ (Miscellaneous landforms) เป็นลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากอิทธิพลต่างๆที่ไม่ใช่กระบวนการที่ได้อธิบายมาแล้ว แต่สามารถพบเห็นอยู่บนพื้นผิวโลก เช่น สัณฐานหลุมยุบซึ่งเกิดจากการแตกของอุกกาบาต สามารถพบเห็นได้ที่ อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีสภาพภูมิประเทศที่เป็นวงกลม (รูปที่ 41) และพบชิ้นส่วนของอุลกมณี (tektite) ในบริเวณรอบๆ นอกจากนี้ก็ยังมีสภาพสัณฐานอื่นๆที่เห็นทั่วไป โดยเฉพาะจากกระทำของสิ่งมีชีวิต เช่น การเกิดลักษณะต่างๆ จากการเกิดจอมปลวกบนพื้นที่ การก่อสร้างทำให้สภาพพื้นที่เปลี่ยนแปลงจากการกระทำของมนุษย์ การระเบิดภูเขาที่ทำให้เมืองหิน เป็นผลทำให้ภูเขาหายไป เป็นต้น

บริเวณหลุมยุบ



รูปที่ 41 แสดงลักษณะธรณีสัณฐาน ที่คิดว่าเกิดจากการชนของอุกกาบาต แสดงรูปร่างเป็นวงกลม และในพื้นที่รอบๆ ข้างพบวัตถุที่เรียกว่า อุลกมณี (Tektite) ที่เป็นผลจากการชนของอุกกาบาต ในบริเวณ พื้นที่ อ.บุนทรริก จ.อุบลราชธานี

6. สรุปลและวิจารณ์

ธรณีสัณฐานวิทยาเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิชาธรณีวิทยา ทำการศึกษาถึงสภาพรูปร่างต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกว่ามีลักษณะรูปร่างเช่นไร มีการเกิดได้อย่างไร และลักษณะธรณีสัณฐานเกิดเมื่อใด โดยกระบวนการธรณีสัณฐานอะไรที่เป็นตัวการทำให้เกิด กระบวนการธรณีสัณฐานเป็นกระบวนการที่ทำให้พื้นผิวโลก มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลักษณะคุณสมบัติของวัสดุที่ปกคลุมพื้นผิว โดยเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดตามธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ โดยมีกระบวนการที่เกิดจากการกระทำของสิ่งมีชีวิต ที่ทำให้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงแต่เป็นส่วนน้อย ซึ่งไม่รุนแรงเท่ากิจกรรมที่เกิดจากธรรมชาติ กระบวนการธรณีสัณฐานที่ทำให้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงมีการเกิดได้สามลักษณะคือ

6.1 กระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดบนพื้นผิวโลก ซึ่งได้แก่ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ที่ทำให้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงโดย การผุพัง (weathering) การกร่อน (erosion) การทับถม (deposition) จากตัวการทางธรณีสัณฐานซึ่งได้แก่กระบวนการต่าง ๆ เช่น การเกิดปฏิกิริยาเคมีในธรรมชาติที่ทำให้หินผุพัง การทับถมและกร่อนโดยกระแสน้ำ การทับถมและกร่อนโดยลม การทับถมและกร่อนโดยคลื่นและกระแสน้ำทะเล การทับถมและกร่อนโดยน้ำใต้ดิน การทับถมและกร่อนโดยธารน้ำแข็ง เป็นต้น กระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลกนี้ เพื่อต้องการปรับสภาพพื้นที่ให้อยู่ในสภาพสมดุล โดยเป็นกระบวนการที่ทำให้พื้นที่ซึ่งอยู่สูง ถูกทำให้ต่ำลงโดยการกร่อนและผุพัง ส่วนในที่ต่ำก็จะมีการทับถม เพื่อให้พื้นที่มีระดับสูงขึ้น ซึ่งกระบวนการที่ปรับสภาพพื้นที่ให้อยู่ในระดับเดียวกันนี้ เรียกว่า กระบวนการปรับระดับพื้นที่ (Denudational process) ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้เกิด สภาพธรณีสัณฐานแบบต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกได้แก่ลักษณะ ธรณีสัณฐานจากธารน้ำพา ธรณีสัณฐานจากลม ธรณีสัณฐานจากกระแสน้ำและคลื่นในทะเล และธรณีสัณฐานจากธารน้ำแข็ง ซึ่งแต่ละธรณีสัณฐานจะให้สัณฐานของภูมิประเทศแตกต่างกัน รวมทั้งวัสดุพื้นผิวที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ก็มีความแตกต่างกัน

นอกจากกระบวนการธรรมชาติเหล่านี้ที่ทำให้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลง การกระทำจากสิ่งมีชีวิตก็ถือเป็นกระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดบนพื้นผิวโลกอย่างหนึ่ง เพราะสามารถทำให้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงสภาพรูปร่างได้เช่นกัน ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินในกิจการต่างๆของมนุษย์ เช่น การทำการเกษตร การทำอุตสาหกรรม การระเบิดภูเขาหาวัสดุ การสร้างที่อยู่อาศัย และการตั้งถิ่นฐาน ซึ่งล้วนเป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่กระทำต่อพื้นผิวโลกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสภาพพื้นผิวโลก และนอกจากนี้ยังมีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตอื่นๆที่ทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศแปลกๆบนพื้นผิวโลก เช่น การเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ทำให้เกิดการผุพังของหิน การสร้างพื้นที่จอมปลวกขนาดใหญ่และกว้างขวาง เป็นต้น ก็ถือเป็นกระบวนการทางธรณีสัณฐานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศบนพื้นผิวโลกเช่นกัน

6.2 กระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดจากภายในโลก เป็นกระบวนการที่ทำให้พื้นผิวโลกเปลี่ยนแปลง จากการแปรธรณีสัณฐาน (Tectonics) ซึ่งเกิดจากแรงภายในของโลกที่ยังไม่

สงบ มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาตั้งแต่โลกถูกสร้างขึ้นมา โดยเกิดมาตั้งแต่อดีตสมัยยุคธรณีกาล (geologic time) จนกระทั่งถึงยุคปัจจุบัน การแปรธรณีสัณฐานเป็นผลทำให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ กระบวนการสร้างภูเขา (Orogeny) กระบวนการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน (Plate tectonics) ซึ่งเป็นกระบวนการแปรธรณีสัณฐานที่ทำให้เกิด สภาพพื้นที่โครงสร้างทางธรณีวิทยาต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่เป็นภูเขา เป็นที่ราบสูง การคดโค้งของชั้นหิน และ พื้นที่หุบเขา เป็นต้น การแปรธรณีสัณฐานยังทำให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ การเกิดแผ่นดินไหว และการเกิดรอยเลื่อนของแผ่นดิน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มีผลกระทบต่อนพื้นผิวโลก ทั้งต่อลักษณะสภาพรูปร่าง และวัสดุที่เกิดบนพื้นผิว

6.3 กระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำนอกพื้นผิวโลก ได้แก่ ปรากฏการณ์ที่เกิดจากการกระทำ ที่มาจากนอกบรรยากาศของโลก หรือชั้นอวกาศที่มีผลกระทบต่อนพื้นผิวโลกได้แก่ การชนของอุกกาบาต ทำให้เกิดสภาพพื้นที่มีลักษณะแตกต่างจากบริเวณอื่น หรือทำให้พื้นที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม พบว่าในพื้นที่ผิวโลกหลายแห่งมีลักษณะภูมิประเทศที่เกิดการชนของดาวอุกกาบาต เช่นใน อเมริกา จีน เม็กซิโก หรือแม้แต่ในประเทศไทยก็พบร่องรอยลักษณะดังกล่าวเช่นกัน โดยพบที่อำเภอเบญจตรีก จังหวัดอุบลราชธานี กระบวนการธรณีสัณฐานลักษณะนี้เกิดไม่บ่อยนัก แต่ก็มีเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นมาตั้งแต่สมัยธรณีกาล จนกระทั่งมาถึงยุคปัจจุบัน โดยสามารถรู้ได้จากหลักฐาน สภาพรูปร่างของภูมิประเทศที่ถูกกระแทก หรือชนจนทำให้เกิดเป็นหลุม และจากการศึกษาทางธรณีวิทยาของพื้นที่บริเวณรอบๆ หลุมดังกล่าวจะสามารถพบ วัสดุที่เป็นผลจากการกระแทกของอุกกาบาตในพื้นที่บริเวณนั้น ซึ่งวัสดุนั้นเรียกว่า อุลกมณี หรือเทกไทต์ (tektite)

กระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดบนพื้นผิวโลก ซึ่งเกิดจากแรงภายในโลก เป็นกระบวนการหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก โดยกระบวนการธรณีสัณฐานที่เกิดจากภายในโลก เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะธรณีสัณฐานโครงสร้างทางธรณีวิทยา ส่วนกระบวนการที่เกิดบนพื้นผิวโลก ซึ่งได้แก่กระบวนการปรับระดับพื้นที่ เป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดสภาพรูปร่าง และ เกิดวัสดุชนิดต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยนักธรณีสัณฐานมีความเชื่อว่าสภาพธรณีสัณฐาน ที่เห็นอยู่ในปัจจุบันเกิดในยุคควอเทอร์นารี ซึ่งสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลานี้เคยมีการเปลี่ยนแปลงหลายครั้ง และมีผลกระทบต่อการบวนการทางธรณีสัณฐานที่นำวัสดุพื้นผิวมาทับถมด้วย วัสดุพื้นผิวต่าง ๆ ที่เกิดจากการกระทำของกระบวนการธรณีสัณฐานต่าง ๆ และเกิดโดยธรรมชาติเรียกว่า วัสดุทางธรณีสัณฐาน (geomorphic materials) ซึ่งถือเป็นวัตถุดิบกำเนิดของดิน โดยวัสดุที่เกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐาน แต่ละชนิดจะมีลักษณะคุณสมบัติที่ต่างกััน ตามตัวการที่ทำให้วัสดุนั้นเกิด วัสดุพื้นผิวเหล่านั้นได้แก่ ตะกอนน้ำพา ตะกอนลมพา วัสดุของหินผุพังอยู่กับที่ และตะกอนจากทะเล ตะกอนต่าง ๆ เหล่านี้จะมีลักษณะเฉพาะ และสามารถจำแนกแยกจากกันได้ถ้ามีการศึกษาวิเคราะห์อย่างละเอียด และวัสดุธรณีสัณฐานเหล่านี้ล้วนเป็นวัตถุดิบกำเนิดดินทั้งสิ้น

ดินเป็นวัสดุที่ปกคลุมตามพื้นผิวของโลก เกิดจากการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินต่าง ๆ แล้วโดนคลุกเคล้าโดย อินทรีย์วัตถุ อนินทรีย์วัตถุ น้ำ อากาศ ทำให้เป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชที่ใช้ในการเติบโต โดยสามารถพบอยู่ทั่วไปในทุกสภาพของภูมิประเทศ โดยดินเป็นส่วนผิวหรือส่วนบนของวัฏธรณีสัณฐาน ซึ่งเป็นได้ทั้งตะกอนที่เกิดในยุคปัจจุบันที่ยังไม่แข็งตัว หรือ หินแข็ง โดยวัสดุพื้นผิวเหล่านี้ได้ถูกกระบวนการต่างๆของการเกิดดิน (soil forming process) เช่น กระบวนการผุพัง การเปลี่ยนแปลงลักษณะของแร่ การเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุ การเปลี่ยนแปลงหรือย้ายที่ของแร่ประกอบดิน การซึมซับละลาย และกระบวนการอินทรีย์ กระบวนการต่างๆ เหล่านี้เป็นตัวการที่ทำให้เกิดเป็นดินขึ้นมา โดยมีปัจจัยการเกิดดิน 5 ประการ ที่มีผลทำให้ดินมีลักษณะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ ปัจจัยทั้งห้าได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตหรือพืชพรรณ และระยะเวลาการสร้างดิน เนื่องจากดินมีลักษณะรูปร่างหลายแบบ จึงต้องมีการสำรวจจำแนกชนิดของดินต่างๆ ระบบการจำแนกดินที่ใช้ในโลกมีหลายระบบ แล้วแต่ละประเทศว่าจะนำระบบจำแนกของประเทศใดมาใช้ หรือจะจัดตั้งขึ้นเอง สำหรับประเทศไทย ใช้ระบบการจำแนกดินของกระทรวงเกษตรสหรัฐ หรือ ระบบ USDA มาเป็นระบบจำแนกดิน การจำแนกลักษณะดินต่างๆได้มีการศึกษา และสำรวจในประเทศไทยมามากกว่าสามสิบห้าปี โดยมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปตามระบบจำแนกดินของอเมริกา

การสำรวจดินเป็นงานในสนามที่ต้องทำการ จำแนก ให้คำนิยาม และแจกแจง ของสภาพผิวดินตามลักษณะที่ทำการศึกษา แล้วทำขอบเขต และจัดตั้งหน่วยดิน โดยทำในรูปของแผนที่ ลักษณะดินที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ก็เนื่องจากปัจจัยห้าประการ คือ วัตถุต้นกำเนิด สภาพภูมิประเทศ สิ่งมีชีวิตและพืชพรรณต่างๆ สภาพภูมิอากาศ และเวลา ดังนั้นในการสำรวจดินจึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ด้านต่างๆ ความรู้ด้านพืช ความรู้ด้านเคมี ความรู้ด้านน้ำ ความรู้ด้านภูมิอากาศ และความรู้ด้านธรณีวิทยา ซึ่งวิชาธรณีสัณฐานก็เป็นศาสตร์หนึ่งที่นักสำรวจดินต้องทำความเข้าใจ เนื่องจากธรณีสัณฐานเป็นปัจจัยหลักตัวหนึ่ง โดยจะช่วยให้การสำรวจมีเหตุมีผลในการจำแนกลักษณะดินต่างๆ นักสำรวจดินควรมีความรู้ด้านนี้ เพื่อเข้าใจสภาพภูมิประเทศว่าทำไมถึงมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน กระบวนการธรณีสัณฐานอะไรทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศเช่นนั้น ซึ่งถ้าหากเราทราบกระบวนการธรณีสัณฐานที่ทำให้เกิดสภาพภูมิประเทศ ก็จะช่วยให้เราสามารถทราบถึงวัสดุที่ปกคลุมพื้นผิว การศึกษาด้านธรณีสัณฐานส่วนใหญ่จะใช้การศึกษาจากภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อดูสภาพภูมิประเทศว่ามีรูปร่างอย่างไร และนอกจากนี้ก็ศึกษาจากวัสดุพื้นผิวต่างๆ เช่น ตะกอนทางน้ำ ตะกอนลม ตะกอนทะเล และวัตถุผุพังอยู่กับที่ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักสำรวจดินต้องทำความเข้าใจ เพื่อแบ่งแยกชนิดของวัสดุพื้นผิว ซึ่งเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน เนื่องจากวัตถุเหล่านี้ถ้าเกิดจากกระบวนการที่แตกต่างกัน จะให้คุณสมบัติ หรือลักษณะของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกัน และลักษณะวัสดุพื้นผิวเป็นตัวชี้ที่สำคัญในการบอกถึงกระบวนการธรณีสัณฐาน ที่ทำให้เกิดสภาพพื้นที่นั้น เช่น ที่ราบภาคกลางตอนล่าง ซึ่งมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่าน สภาพที่ราบนี้ถ้าไม่มีการศึกษาตะกอนของพื้นที่นี้ จะเข้าใจว่าที่

ราบนี้เกิดจากการกระทำของแม่น้ำเจ้าพระยา แต่จากการศึกษาพบมีชั้นตะกอนทะเลรองรับอยู่ใต้พื้นผิว ทำให้รู้ว่าสภาพที่ราบภาคกลางตอนล่างเกิดจากพื้นที่นี้เคยมีทะเลท่วมมาก่อน ในช่วงเวลาหนึ่งของสมัยโฮโลซีน เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ถ้านักสำรวจดินมีความเข้าใจวัฏศุนีฐานของพื้นที่นั้น จะทำให้เข้าใจถึงการเกิดสภาพพื้นที่ และดินซึ่งถือเป็นส่วนบนของวัฏศุนีฐาน

ในการศึกษาคุณสมบัติต่างๆของ วัสดุพื้นผิวที่เกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐานชนิดต่างๆ ถ้าจะดูจากลักษณะในสนามอย่างเดียว เป็นตัวที่บอกถึงกระบวนการธรณีสัณฐาน บางครั้งก็เป็นปัญหา อาจเนื่องจากเป็นวัสดุที่เกิดมานานแล้ว ทำให้ลักษณะถูกรบกวน หรือ มีการเปลี่ยนแปลงสภาพบางอย่าง ทำให้การจำแนกลักษณะวัสดุในสนามไม่สามารถบอกได้แน่นอน ต้องมีการเก็บตัวอย่างมาทำการศึกษาวិเคราะห์ เพื่อให้ได้ทราบคุณสมบัติว่าเป็นวัสดุพื้นผิวประเภทใด เกิดจากกระบวนการธรณีสัณฐานใด การศึกษาทางตะกอนวิทยา (Sedimentology) โดยการวิเคราะห์การแพร่กระจายของเม็ดทรายที่เป็นส่วนประกอบของตะกอน แล้วนำมาสร้างกราฟ culmulative ตะกอนต่างชนิดกันจะได้รูปร่างของกราฟแตกต่างกัน นอกจากนี้ก็มีวิธีวิเคราะห์อื่นๆ ในการบอกการเกิด หรือ การวิเคราะห์หาอายุบอกช่วงเวลาการเกิดของวัสดุ การศึกษาลักษณะพื้นผิวของเม็ดทรายละเอียดหรือทรายแป้งของดินลมหอบ ต้องอาศัยการวิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์ แบบอีเล็กตรอน สำหรับการวิเคราะห์หาอายุก็มีวิธีการหลายแบบ แล้วแต่ชนิดของตัวอย่าง และอายุที่ต้องการหา เนื่องจากการวิเคราะห์ตัวอย่างในทางปฏิบัติยังมีปัญหา เช่น ปัญหาจากเครื่องมือ ระยะเวลาการวิเคราะห์ ปัญหางบประมาณ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาธรณีสัณฐาน ส่วนใหญ่จะใช้การหาหลักฐานในสนาม เป็นตัวบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมการเกิดของตะกอน เช่น การค้นพบซากบรรพชีวิน (fossil) การศึกษาลักษณะคุณสมบัติของวัสดุพื้นผิว การลำดับชั้น และลักษณะต่างๆที่เห็นในสนาม เป็นต้น

จากลักษณะโครงสร้าง และสภาพภูมิประเทศ ประเทศไทยสามารถแบ่งเขตภูมิประเทศออกเป็น 6 ภาคได้แก่

- 1) เขตภูเขาและหุบเขาภาคเหนือ
- 2) เขตที่ลุ่มน้ำภาคกลาง แบ่งออกเป็น
 - 1.1 ลุ่มน้ำตอนบน
 - 1.2 ลุ่มน้ำตอนล่าง
- 3) เขตเทือกเขาและหุบเขาภาคตะวันตก
- 4) เขตชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้
- 5) ที่ราบ(สูง)ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 6) เขตคาบสมุทรภาคใต้ แบ่งออกเป็น
 - 1.1 ฝั่งตะวันออก
 - 1.2 ฝั่งตะวันตก

ซึ่งแต่ละภาคมีลักษณะรูปร่าง และการเกิดกระบวนการธรณีสัณฐานต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะธรณีวิทยาและสภาพแวดล้อมของแต่ละที่ ลักษณะธรณีสัณฐานที่พบในประเทศไทยมีหลายแบบ โดยมีดินในแต่ละธรณีสัณฐานแตกต่างกันตามกระบวนการเกิด

6.4 ลักษณะธรณีสัณฐานในประเทศไทย ที่พบได้แก่

1) **ธรณีสัณฐานตามลักษณะหิน และ โครงสร้างธรณีวิทยา (Rock and Geological Structure controlled Landform)** เป็นลักษณะธรณีสัณฐาน ที่ถูกควบคุมโดยลักษณะชนิดและโครงสร้างของหิน ในประเทศไทยให้ธรณีสัณฐานต่าง ๆ คือ พื้นที่แนวเทือกเขา พื้นที่เขายอดราบ พื้นที่เขาผาชัน พื้นที่แนวรอยเลื่อน ดินส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน

2) **ธรณีสัณฐานภูเขาไฟ (Volcanic Landform)** เป็นสัณฐานที่เกิดในหินภูเขาไฟ ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ได้แก่พื้นที่ในหินบะซอลต์ ในประเทศไทยพบสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการนี้หลายชนิด เช่น พื้นที่เนินลาวาหรือพื้นที่ลาวาโดม พื้นที่ลาวาหลาก พื้นที่ปล่องภูเขาไฟ และพื้นที่แกนภูเขาไฟ เป็นต้น ชุดดินที่พบในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินโซคชัย ชุดดินลำนารายณ์ ชุดดินสบปราบ และชุดดินท่าใหม่ เป็นต้น

3) **ธรณีสัณฐานที่เกิดจากแม่น้ำ (Fluvial Landform)** เป็นลักษณะพื้นที่ซึ่งเกิดจากการกระทำของลำน้ำ ให้สัณฐานหลายชนิด เช่น พื้นที่ตะกอนรูปพัด พื้นที่คันดินธรรมชาติ พื้นที่ลุ่มหลังคันดิน พื้นที่ตะพักลำน้ำ พื้นที่ลาดเชิงเขา เป็นต้น ชุดดินที่พบในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินเชียงใหม่ ชุดดินสรรพยา ชุดดินราชบุรี ชุดดินแม่ริม และชุดดินธาตุพนม เป็นต้น

4) **ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล (Coastal Landform)** เป็นลักษณะพื้นที่ซึ่งเกิดจากการกระทำของกระแสน้ำและคลื่นจากทะเล ในประเทศไทยพบสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการนี้หลายชนิด เช่น พื้นที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง พื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยม พื้นที่สันทรายต่าง ๆ พื้นที่ตะพักทะเล และพื้นที่หัวแหลมผาชัน เป็นต้น ชุดดินที่พบในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินหัวหิน ชุดดินบางกอก ชุดดินท่าจีน ชุดดินสมุทรปราการ และชุดดินปัตตานี เป็นต้น

5) **ธรณีสัณฐานคาสต์ (Karst Topography)** เป็นธรณีสัณฐานที่เกิด จากการละลายของหินที่ละลายน้ำได้ง่าย เช่น หินปูน หินเกลือ เป็นต้น ให้ลักษณะภูมิประเทศที่แปลกไปจากแบบอื่น ในประเทศไทยพบสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการนี้หลายชนิด เช่น พื้นที่เขาที่มีหลุมยุบ หุบยุบ ถ้ำ หินงอกหินย้อย พื้นที่สุสานหินปูน และพื้นที่หลุมยุบของหินเกลือ เป็นต้น ชุดดินที่พบในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินปากช่อง ชุดดินอ่าวลึก และชุดดินดาศลิ เป็นต้น

6) **ธรณีสัณฐานเกิดจากลม (Eolian Landform)** เป็นสัณฐานที่เกิดจากลม โดยการกัดกร่อน และการทับถม ในประเทศไทยพบสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการนี้หลายชนิด เช่น พื้นที่สันทรายต่าง ๆ พื้นที่เนินลมพาทรายแผ่ และพื้นที่ดินลมหอบ เป็นต้น ชุดดินที่พบในพื้นที่นี้ เช่น ชุดดินยโสธร ชุดดินวาริน และชุดดินโคราช เป็นต้น

7) **ในประเทศไทยพบธรณีสัณฐานรูปแบบอื่น ๆ (Miscellaneous landforms)** ที่ไม่ใช้การกระทำของกระบวนการธรณีสัณฐานที่กล่าวมาแล้ว เช่น ลักษณะหลุมที่เกิดจากการกระแทก บริเวณ อ.บุณฑริก จ.อุบลราชธานี หรือลักษณะการเปลี่ยนแปลงของ

สภาพพื้นที่จากสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น การเกิดจอมปลวก การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการระเบิดทำเหมืองหินทำให้ภูเขาหายไป เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี, 2544, ธรณีวิทยาประเทศไทย, กระทรวงอุตสาหกรรม, 555 หน้า
- กรมทรัพยากรธรณี, 2544, มรดกธรรมชาติทางธรณีวิทยาประเทศไทย,
กระทรวงอุตสาหกรรม, 167 หน้า
- สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538, ธรณีสัณฐานประเทศไทยจากห้วงอวกาศ,
กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
- ราชบัณฑิตยสถาน, 2544, พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, กรุงเทพฯ,
ราชบัณฑิตยสถาน, 384 หน้า
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530, ธรณีสัณฐานวิทยา, บ.สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด,
393 หน้า
- เอิบ เขียววีรณมณ, 2542, การสำรวจดิน, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 733 หน้า
- Boonsener, M., 1977, Engineering Geology of the town of Khon Kaen, N.E. Thailand,
Master's thesis no. 1023, AIT, Bangkok.
- Dept. of Mineral Resources, 2002, Proc. of the Symposium on Geology of Thailand :
Bangkok , Thailand
- Enger, E.D., and Smith, B.F., 1992, Environmental Science, A Study of
Interrelationships, fourth Edition, Wm.C.Brown Publishers, 514p
- Parry, J.T., 1996. The high terrace gravels, Northeast Thailand – a re-evaluation and
an integrated theory of their origin, Z. Geomorph. N.E., 40(2), p.145-175
- Pramojanee, P. et.al., 1984 ,Holocene Transgression in Peninsular Thailand,
GEOSEA V Kuala Lumpur
- Richard S. Williams, Jr., and Jane G. Ferrigno, 1988, Satellite Image Atlas of
Glaciers of the World; Landsat Image of Greenland, U.S. Geological Survey
- Sin Sinsakul, 1990, Evidence of sea level change in the coastal area of Thailand: A
review Workshop on Global Environment Change, The role of the Geoscience-
Past, Present and Future sea level change, Chiang Mai Thailand
- Somboon, J.R.P, 1990, Geomorphology of the Chao Phraya Delta Thailand, Ph.D.
Dissertation Submitted to Kyoto University, Japan
- Thornbury, W.D. , 1969, Principles of Geomorphology, second edition, John Wiley &
Sons, 594p.

- Udomchoke, V., 1988, Quaternary Stratigraphy of the Khorat plateau area Northeastern Thailand: Proceeding of the workshop on Correlation Quaternary succession in South, East and Southeast Asia, Bangkok, Thailand, p.69-94
- Wright, T.L., and Pierson, T.C., 1992, Living with Volcanoes; The U.S. Geological Survey's Volcanoes Hazards Program, U.S. Geological Survey

