

บทที่ 5

ธรณีสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงของแผ่นดิน

5.1 ชนิดของกระบวนการเปลี่ยนแปลงผิวโลก

ธรณีสัณฐานของพื้นผิวโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงจะเกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติที่สำคัญ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการพลังแปรรูปภายใน (HYPOGENE หรือ ENDOGENETIC PROCESSES) และ กระบวนการพลังแปรรูปภายนอก (EPIGENE หรือ EXOGENETIC PROCESSES) ในบางแห่งการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากกระบวนการจากภายนอกโลก (EXTRATERRESTRIAL PROCESSES) แต่กระบวนการนี้มีความสำคัญน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการ 2 ชนิดข้างต้น

5.1.1 กระบวนการพลังแปรรูปภายใน กระบวนการนี้จะทำให้พื้นผิวโลกเปลี่ยนแปลงได้โดย

1. การเคลื่อนไหวแปรรูปของเปลือกโลก (DIASTROPHISM)
เช่น การเกิดรอยคคโค้ง รอยเลื่อน
2. การเกิดภูเขาไฟ (VULCANISM)
3. การเกิดแผ่นดินไหว (EARTHQUAKE)

5.1.2 กระบวนการพลังแปรรูปภายนอก หรือเรียกว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงของแผ่นดิน (DENUDATIONAL PROCESSES) ซึ่งจะรวมทั้งการสละทับ (DEGRADATION) และการเพิ่มระทับ (AGGRADATION) ด้วย

1. การสละทับ
- การบุพังอยู่กับที่ (WEATHERING)

- การไหล (MASS MOVEMENT)
- การกัดกร่อนหรือการชะล้าง (EROSION) กระทำโดย
 - น้ำซึ่งมีทั้งธารน้ำไหล น้ำใต้ดิน น้ำทะเล
 - ลม
 - ธารน้ำแข็ง

2. การเพิ่มระเค็ม กระทำโดย

- น้ำซึ่งมีทั้งธารน้ำไหล น้ำใต้ดิน น้ำทะเล
- ลม
- ธารน้ำแข็ง

ในบทนี้จะได้อธิบายถึงกระบวนการหลังแปรรูปภายนอกโลกหรือกระบวนการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน เราจะพบว่าธรณีสัณฐานบนพื้นผิวโลกต่าง ๆ จะเกิดมาจากกระบวนการนี้เป็นส่วนใหญ่ สำหรับการเปลี่ยนแปลงของธรณีสัณฐานจะไม่เหมือนกันในทุกส่วนของโลก จะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมของพื้นผิวโลกแต่ละส่วน โดยเฉพาะภูมิอากาศซึ่งประกอบด้วยสิ่งสำคัญคืออุณหภูมิ และหยาดน้ำฟ้าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่คอยควบคุมการเปลี่ยนแปลงตลอดกระบวนการนี้

5.2 การลดระเค็ม

การลดระเค็ม เป็นการปรับระดับพื้นผิวโลกให้ลดต่ำลง ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการใหญ่ ๆ คือ การผุพังอยู่กับที่ การไหลและการกัดกร่อน ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะการผุพังอยู่กับที่ การไหลและการกัดกร่อนจากการถูกฝนชะ (RAINWASH EROSION) ส่วนการกัดกร่อนและเคลื่อนย้ายโดยตัวกระทำอื่น ๆ จะได้อธิบายในบทต่อไป

5.2.1 การผุพังอยู่กับที่ คือการที่หิน แร่ ดินผุพังแยกตัวลงเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยอยู่กับที่ ความแตกต่างในอัตราความรุนแรงและความรวดเร็วในการผุพังของ

หินและแร่จะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของหิน ภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศและพืชพรรณ-
 ธรรมชาติที่พบในบริเวณนั้น ๆ การบุพังอยู่กับที่ที่สำคัญแบ่งออกได้เป็น การบุพังอยู่กับที่
 ทางกายภาพหรือกลศาสตร์ (PHYSICAL OR MECHANICAL WEATHERING) และการ
 บุพังอยู่กับที่ทางเคมี (CHEMICAL WEATHERING) โดยทั่วไปในเขตภูมิอากาศอบอุ่นและ
 ร้อนชื้น อิทธิพลของการบุพังอยู่กับที่ทางเคมีจะมีความสำคัญมาก ส่วนในเขตภูมิอากาศ
 หนาว อบอุ่น และแห้งแล้ง อิทธิพลของการบุพังอยู่กับที่ทางกายภาพจะมากกว่าการ
 บุพังอยู่กับที่ทางเคมี อย่างไรก็ตามการบุพังอยู่กับที่ทั้ง 2 ชนิดนี้มักจะเกิดร่วมกัน

1. การบุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ เป็นการบุพังแตกสลายของแร่และหิน
 โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของแร่และหิน แบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ
 4 ชนิดคือ

1.1 การแตกแยกของหินเนื่องจากแรงดัน (UNLOADING) หินที่
 ฝังจมอยู่ในระดับลึกจะอยู่ภายใต้แรงกดดันจากน้ำหนักของหินที่อยู่ข้างบน เมื่อเกิดกระบวนการ
 การเคลื่อนตัวของแผ่นดินทำให้หินที่มีน้ำหนักข้างบนเคลื่อนย้ายออกไปก็จะเป็นสาเหตุให้หิน
 ที่ไต่ล้นขึ้นมาใหม่เกิดแตกหลายเนื่องจากแรงกดดันภายนอกที่มีต่อหินนั้นลดน้อยลง แรงดัน
 ภายในหินจะทำให้หินแตกแยกออกเป็นแผ่นหรือเป็นกวางไต่ มักจะเกิดในเนื้อที่กว้างขวาง

1.2 การเติบโตของผลึก (CRYSTAL GROWTH) การเติบโตและ
 ขยายตัวของผลึกน้ำแข็งในหินและผลึกอื่น ๆ เช่น ผลึกเกลือในเขตอากาศแห้งแล้งเนื่อง
 จากน้ำที่ตกดินที่มีเกลือละลายอยู่ซึมขึ้นมาข้างบน การเติบโตของผลึกเหล่านี้ทำให้มีแรง
 กดดันเพิ่มมากขึ้นจนทำให้หินแตกแยกบุพังออกจากกันได้

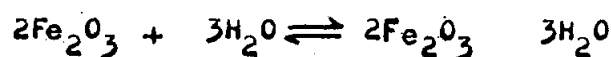
1.3 การขยายตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (THERMAL
 EXPANSION) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จะทำให้หินขยายตัวและหดตัวไม่เท่ากัน
 เช่น ในเวลากลางวันหินจะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ตลอดเวลา ทำให้หินบวมหน้า

ขยายตัวเร็วกว่าหินที่อยู่ตอนใน พอตกกลางคืนอุณหภูมิที่ลดลงจะทำให้หินฉีกแตกกว่าหินที่อยู่ตอนในเช่นกัน เมื่อการขยายตัวและหดตัวไม่เท่ากันนี้เกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำเล่าเป็นเวลานานปีจะทำให้หินเกิดการร้าวและแตกหลุดออกมาเป็นแผ่นเล็ก ๆ ใค้

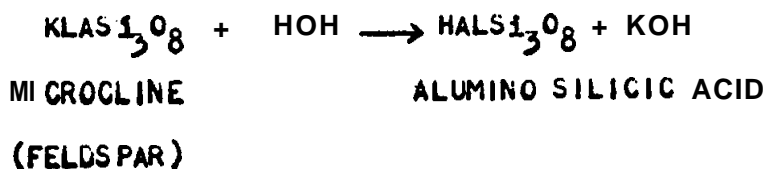
1.4 การกระทำของพืช สัตว์และมนุษย์ พืชที่ขึ้นอยู่ตามรอยแตกแยกในหิน เมื่อรากพืชขยายตัวโตก็จะแทรกเข้าไปตามรอยแตกแยกมากขึ้นจนทำให้รอยแตกแยกขยายกว้างขึ้นจนหินแยกหลุดออกจากกันได้ สัตว์ที่อาศัยอยู่ตามซอกโพรงของหินก็จะช่วยเพิ่มการแตกหักของหินด้วย สำหรับมนุษย์ก็มีว่ามีอิทธิพลสำคัญต่อการแตกพังของหิน กิจกรรมต่าง ๆ ที่มนุษย์กระทำ เช่น การระเบิดหิน การบุกเบิกที่ดินล้วนแต่ทำให้หินแตกสลายหักพังอย่างรวดเร็ว

2. การผุพังอยู่กับที่ทางเคมี เป็นกระบวนการทางเคมีที่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของหินเปลี่ยนแปลงไปและทำให้หินเกิดการผุพังแตกสลายขึ้นได้ กระบวนการที่สำคัญมี

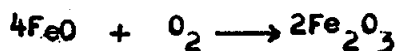
2.1) ไฮเดรชัน (HYDRATION) เป็นกระบวนการที่น้ำเข้าไปรวมตัวอยู่ในโมเลกุลแร่โดยที่คุณสมบัติทางเคมีของแร่ไม่เปลี่ยนแปลง การมีน้ำเข้าไปรวมอยู่มากจะทำให้แร่ขยายตัวเกิดความกดดันขึ้นภายในจนแตกตัวออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยได้ ขบวนการนี้ยังเกิดกับหินทำให้หินผุพังได้เพราะน้ำจะเข้าไปตามช่องว่างต่าง ๆ ของหิน ตัวอย่างของกระบวนการไฮเดรชันที่เกิดกับแร่เหล็ก เช่น



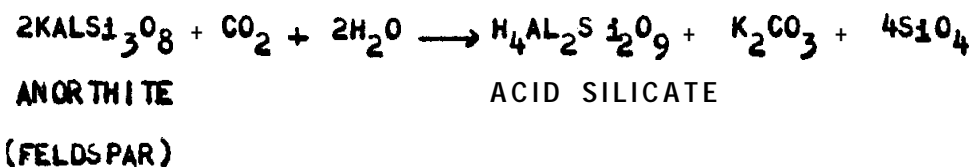
2.2) ไฮโดรลิซิส (HYDROLYSIS) เป็นกระบวนการที่แร่ทำปฏิกิริยากับน้ำและทำให้เกิดแร่ชนิดใหม่ขึ้น มักจะมีกระบวนการไฮเดรชันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ไฮโดรลิซิสจัดเป็นกระบวนการที่รุนแรงมากในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแร่ ตัวอย่างของกระบวนการนี้คือ



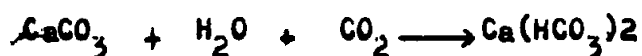
3. ออกซิเดชัน (OXIDATION) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการรวมตัวของออกซิเจน มักเกิดในแร่หรือหินที่มีเหล็ก แมกนีเซียมผสมอยู่ เพราะออกซิเจนเข้าไปรวมตัวกับเหล็กและแมกนีเซียมได้ง่าย เช่น ถ้าเข้าไปผสมกับเหล็กก็จะเกิดเป็นสนิมและทำให้เกิดการบุพพังขึ้นทั้งสมการ



4. คาร์บอเนชัน (CARBONATION) เป็นกระบวนการที่แร่ทำปฏิกิริยากับกรดเกิดเมื่อมีน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าน้ำรวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิก กรดนี้จำทำปฏิกิริยากับแร่ทำให้แร่เกิดบุพพังละลายตัว ตัวอย่างเมื่อทำปฏิกิริยากับแร่เฟลด์สปาร์ทั้งสมการ



5. การละลาย (SOLUTION) เป็นกระบวนการที่น้ำทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายในแร่และหินต่าง ๆ เช่น



การจำแนกการบุฟงอยู่กับที่แต่ละชนิดในภาพถ่ายทางอากาศไม่ง่ายเสมอไป ลักษณะพืชพรรณธรรมชาติและน้ำที่ปรากฏอยู่ในภาพถ่ายอาจช่วยชี้บ่งถึงการบุฟงอยู่กับที่ทางเคมีหรือการบุฟงที่เกิดจากการกระทำของสิ่งมีชีวิตในเขตนั้นได้ แต่ก็เป็นที่ยากที่จะประมาณความรุนแรงและผลของกระบวนการบุฟงอยู่กับที่ได้ โดยหลักใหญ่บริเวณส่วนโค้งนูน (CONVEX) ของพื้นผิวโลกจะง่ายต่อการกัดกร่อนแบบผิวแผ่นและแบบริ้วซาร ทำให้ชั้นวัสดุหุ้มที่เกิดจากการบุฟงอยู่กับที่ไม่เหลือทิ้งไว้ แต่ในส่วนโค้งเว้า (CONCAVE) ของพื้นผิวโลกจะมีสภาพทรงกันสามโดยเฉพาะในส่วนต่ำ ๆ ของบริเวณโค้งเว้าจะมีเศษหินดินหุ้มถมอยู่ทำให้พืชพรรณธรรมชาติขึ้นได้ดี เพราะสภาพของดินและความชื้นเหมาะสมมาก การบุฟงอยู่กับที่มีอิทธิพลต่อสีของหินควย โดยทั่วไปจะทำให้หินในธรรมชาติมีสีอ่อนลงซึ่งทำให้เราเห็นสีของหินในภาพถ่ายจางลงควย

3.2.2 การไหล คือการเคลื่อนของมวลหินดินลงมาตามความลาดของพื้นที่อันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของโลก โดยทั่วไปจะมีน้ำเป็นตัวช่วยลื่นไหล แต่ปริมาณน้ำไม่มากจนจัดเป็นตัวการในการพัดพา อย่างไรก็ตามการไหลทุกชนิดก็มีไคอาคัยน้ำเป็นตัวช่วยในการลื่นไหลทั้งหมด ในกรณีของโคลนเลื่อนจะมีน้ำเป็นตัวช่วยอย่างมากแต่ส่วนหินพังเกือบจะไม่มีน้ำช่วยเลย การไหลมีทั้งที่เกิดอย่างช้า ๆ หรือรวดเร็วก็ได้ และมักจะมีเกิดขึ้นโดยปัจจุบันทันด่วนและอาจเกิดซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้งก็ได้ การไหลแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. ชนิดไหลช้า (SLOW FLOWAGE TYPES)

1.1 ดินคืบ (SOIL CREEP) เป็นการเคลื่อนที่ของดินลงไปตามลาดเขาอย่างช้า ๆ ประมาณไม่เกิน 1 มิลลิเมตรต่อปี จึงเห็นไม่เด่นชัด อาจเกิดเนื่องจากดินเปียกและแห้งหรือแข็งตัวและอ่อนตัวสลับกันทำให้ดินเกิดขยายตัวและหดตัวไม่เท่ากัน หรืออาจเกิดจากการเติบโตของรากพืชบนที่ลาดชัน หรือการที่สัตว์เหยียบย่ำ กิ่งหญ้าถูกลอกเวลาบวมที่ลาคมีผลทำให้ดินแตกหลุดออกจากกันและไหลคืบมาอยู่ที่ต่ำ

ผลกระทบของมันจะเห็นได้จาก ต้นไม้ รื้อ เสาหรือกำแพงตามลาดเขาจะเอนไปหรือ เกิดดินค้ำสะสมอยู่คานหน้าของสิ่งกีดขวาง เป็นการยากที่จะแปลลักษณะดินค้ำในภาพถ่าย อาจจะมีมองเห็นในภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วนใหญ่โดยดูจากต้นไม้ เสา รื้อที่เอนไป

1.2 การไหลลงของดิน (SOLIFLUCTION) เป็นการเคลื่อนไหลของเศษดินและหินซึ่งอุ้มน้ำเต็มที่อยู่ต่ำกว่า อัตราการเคลื่อนไหลจะเร็วกว่าดินค้ำคือจะไหลประมาณ 1 นิ้วหรือหลาย ๆ นิ้วต่อปีก็ได้ ดินที่ไหลลงมาอาจจะไปรวมตัวกันเกิดเป็นชั้นเล็ก ๆ ที่เรียกว่า TERRACETTES หรือ SOLIFLUCTION TERRACES ก็ได้ พบมากในเขตละติจูดสูงซึ่งอากาศหนาวเพราะมีปัจจัยหลายอย่างช่วยทำให้เกิดขึ้นคือ ปริมาณน้ำจำนวนมากจากการละลายของหิมะ ลาดเขามีความชันมากหรือชันปานกลางและปราศจากพืชพรรณธรรมชาติปกคลุมดินชั้นล่างมีความเย็นแข็งตลอดเวลาในขณะที่ดินชั้นบนและเพราะอุ้มน้ำที่ละลายจากหิมะไว้รวมทั้งการอุ้มน้ำที่ของหิมะมีมาก แม้ว่าการเกิดดินค้ำและการไหลลงของดินจะต่างกันแต่บางครั้งก็ยากที่จะแยกแยะออกจากกัน และเช่นเดียวกันการแปลลักษณะ SOLIFLUCTION ในภาพถ่ายทางอากาศจะยาก ต้องพยายามสังเกตจาก TERRACETTES ที่ไม่มีพืชพรรณธรรมชาติหรือหญ้าขึ้นปกคลุมพอที่จะใช้ได้ง่ายสักได้

2. ชนิดไหลเร็ว (RAPID FLOWAGE TYPE)

2.1 ดินเคลื่อน (EARTH FLOW) เป็นการเคลื่อนย้ายของดิน หินที่อุ้มน้ำจากไหล่เขาหรือลาดเขาโดยไม่มีการม้วนตัว มักจะเกิดเสมอ ๆ ในเขตอากาศชื้น ฝนตกชุก

2.2 ไคลนไหล (MUDFLOW) มีลักษณะคล้ายดินเคลื่อน แต่การเคลื่อนไหลจะไปตามร่องและควยความรวดเร็วกว่า จะมีน้ำช่วยในการสไลด์ไหลมากกว่า ดินเคลื่อนมักจะพบในเขตแห้งแล้งเพราะในเขตนี้พืชพรรณธรรมชาติขึ้นน้อย มีฝนตกไม่แน่นอน แต่เมื่อตกลงมาจะมีแรงมากจนเกิดไคลนไหลขึ้นได้

3. แผ่นดินถล่ม (LANDSLIDE)

แผ่นดินถล่มเป็นการเคลื่อนย้ายของมวลดินหินหรือแผ่นดินส่วนหนึ่งที่ค่อนข้างห่างจากหน้าผาชั้นสูงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็ว แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

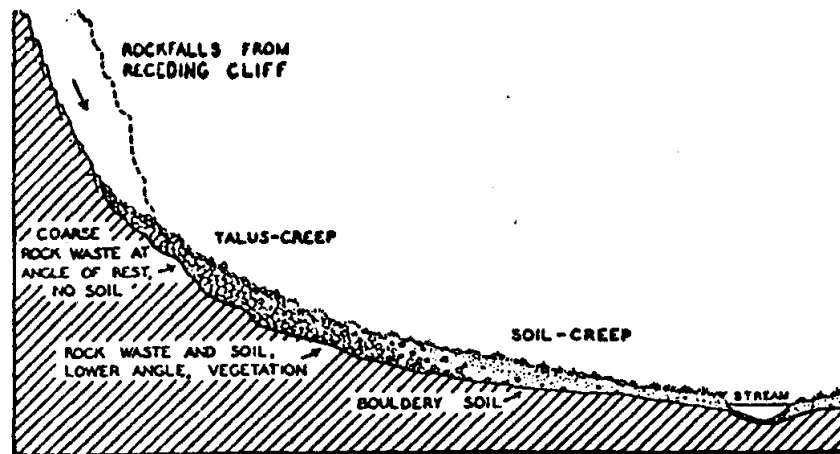
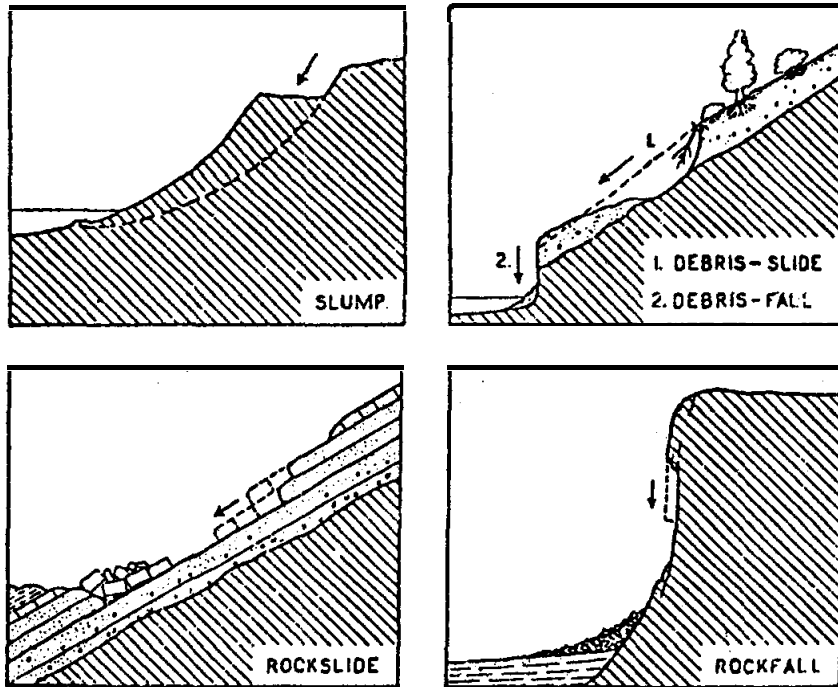
3.1 การเลื่อนหลุกเป็นกะบิ (SLUMP) เป็นการเคลื่อนตัวของมวลแผ่นดินมาตามความลาดชัน และจะมีการม้วนตัวกลับคว่ำ การเกิดจะขึ้นอยู่กับชนิดของหินที่ประกอบเป็นหน้าผา ถ้าเป็นหินแข็งเช่นหินอัคนีประเภทหินแกรนิตจะไม่เกิดบ่อยนัก แต่ถ้าเป็นพวกหินชั้นมักจะมีเกิดขึ้นบ่อย ๆ ถ้าเกิดขึ้นหลาย ๆ ครั้งเป็นระยะทางสั้น ๆ จะทำให้ลาดเขาที่มีลักษณะเป็นริ้วขั้นบันได (TERRACETTES) ขึ้น หรืออาจมีชื่อเรียกไปตามแต่ละท้องถิ่นว่า CATSTEPS, SLEEP TRACKS, COWTOURS เพราะบางแห่งโคไ้ใช้เป็นที่ยืนสัตว์ การเลื่อนหลุกเป็นกะบิจะมองเห็นได้ง่ายในภาพถ่ายทางอากาศ บางครั้งเขตที่เกิดอาจจะต่อเนื่องเข้าไปในเขตดินเคลื่อนซึ่งจะสังเกตได้จากความลาดเทซึ่งมีลักษณะโค้งนูนและริ้วขั้นบันไดจำนวนมากที่เห็นในภาพถ่ายเป็นเส้นสีจาง ๆ

3.2 เศษหินถล่ม (DEBRIS SLIDE) เป็นการเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็วของเศษหินลงสู่ที่ต่ำโดยไม่มีการม้วนตัวกลับ

3.3 เศษหินหัง (DEBRIS FALL) เป็นการพังร่วงหล่นของเศษหินจากบริเวณหน้าผาชั้นลงมาสู่ที่ต่ำ เศษหินหังและเศษหินถล่มอาจเกิดไม่รุนแรงมาก แต่ก็ก่อให้เกิดความเสียหายแก่การเพาะปลูกและการบำรุงรักษาถนนได้ และเนื่องจากการเกิดมีขนาดเล็กน้อยจึงมองเห็นในภาพถ่ายค่อนข้างยาก จะเห็นแต่ผิวพื้นที่ไม่ราบเรียบเท่านั้น

3.4 หินถล่ม (ROCK SLIDE) เป็นการไถลของหินที่แตกแยกเป็นก้อนโต ๆ ลงมาตามชั้นหิน รอยแยกหรือรอยเลื่อน

3.5 หินหัง (ROCK FALL) เป็นการพังร่วงหล่นของก้อนหินจาก



รูป 5.1 การไหลแบบต่าง ๆ

ที่มา : R.A.van Zuidam, Guide to Geomorphological Photo-Interpretation, 1973, หน้า 90.

บริเวณที่มีความลาดชันมาก เช่น หน้าผาชัน ลงมากองอยู่ที่ลานหน้าผา ซึ่งในภาพถ่ายทางอากาศจะสังเกตเห็นที่กองอยู่ที่ฐานหน้าผา สำหรับบริเวณลานที่หินเหล่านี้ตกลงมากองทับถมกันเรียกว่า ลานหินพัง (SCREE SLOPE)

4. การยุบตัว (SUBSIDENCE)

เป็นการยุบตัวของดิน อาจเกิดเนื่องจากน้ำใต้ดินละลายพาเอาสารประกอบในหินรองรับออกไป หรือจากการที่มนุษย์ทำเหมืองใต้ดิน สูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ ทำให้หินที่รองรับถูกน้ำออกไป เป็นเหตุให้ดินทรุดลง ๗ ยุบหรือทรุดตัวลงแทนที่

ดินหินส่วนใหญ่ที่มีแนวโน้มจะเกิดการเคลื่อนไถลได้ง่าย เช่น ดินเหนียว ดินมาร์ล ดินคินคาน หินมะซอลท์ และหินเซอร์เพ็นทีนนั้นเราสามารถพิสูจน์ทราบได้จากภาพถ่ายทางอากาศ ส่วนหินประเภทอื่น ๆ จะมีแนวโน้มในการเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว

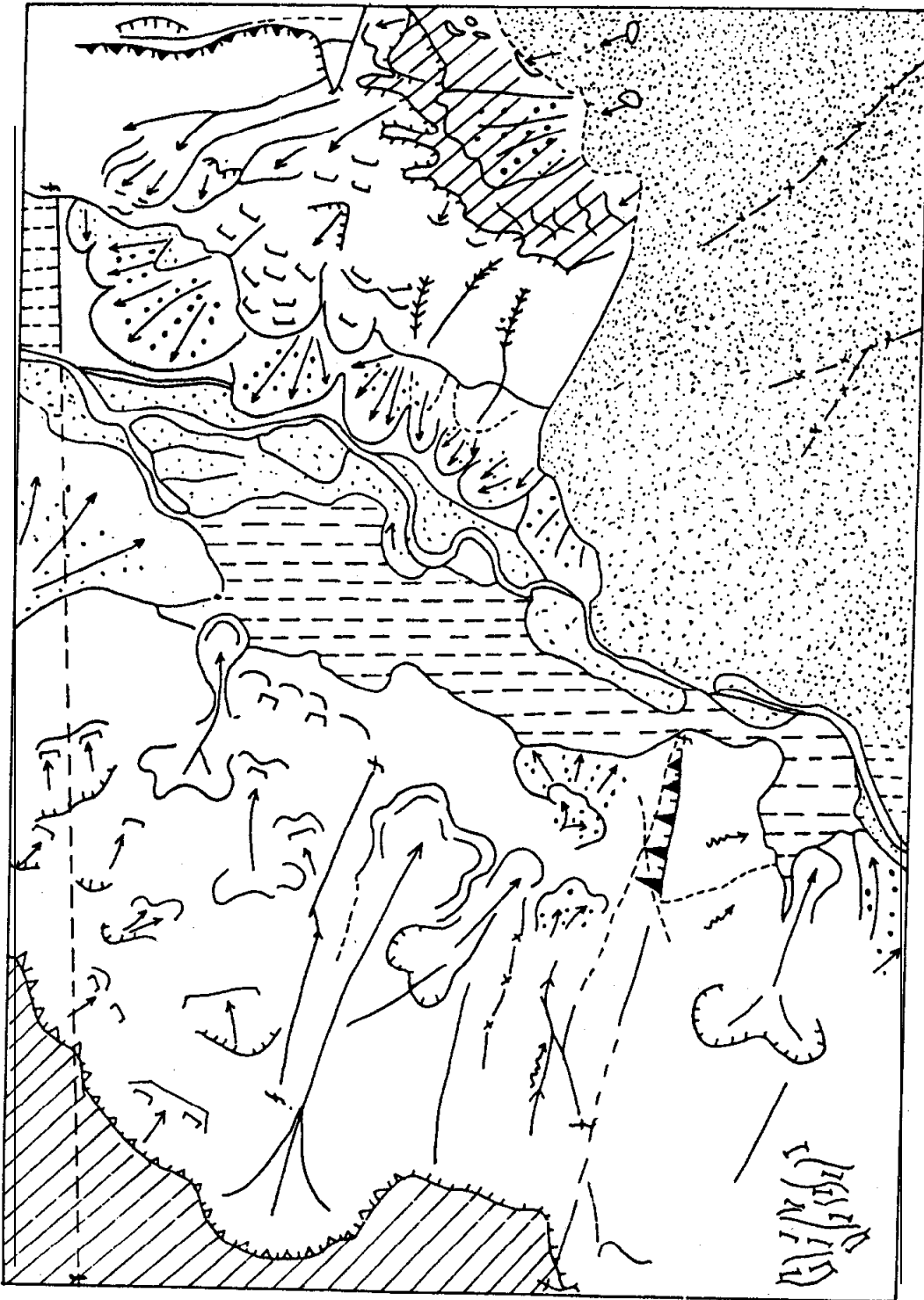
โครงสร้างทางธรณีวิทยา เช่น ระบายหิน รอยแยก รอยเลื่อน จะเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อความคงที่ของลาดเขา ตัวอย่างเช่นหินที่มีชั้นหินวางตัวในแนวขนานหรือเกือบขนานกับลาดเขาจะเกิดการเคลื่อนไถลได้ง่ายกว่าชั้นหินหรือระบายหินที่เอียงเทในทิศทางตรงกันข้าม

น้ำใต้ดินโดยทั่วไปก็มีบทบาทสำคัญต่อความคงที่ของลาดเขา ระดับน้ำใต้ดินที่อยู่ลึกอาจทำให้เกิดความกดดันของการซึมซับสูงซึ่งจะเพิ่มความไม่คงที่ โดยทั่วไปเราพอจะสรุปเกี่ยวกับชนิดของดินหินที่มีโอกาสเกิดการเคลื่อนไถลได้ดังนี้

หินชั้น หินที่มีลักษณะแนบที่มีชั้นหินวางตัวในแนวระนาบ เช่น หินทราย จะเป็นหินชั้นที่มีความคงที่มากที่สุด ดินคินคานและดินเหนียวที่วางตัวสลับ กับหินทรายหรือหินปูนจะมีความคงที่น้อยมาก สำหรับหินปูนโอกาสจะเกิดการเคลื่อนไถลมีน้อยเว้นแต่จะวางตัวสลับกับหินคินคานหรือหินที่อ่อนกว่าชนิดอื่น ๆ



รูป 5.2 ตัวอย่างภาพถ่ายกิ่งบริเวณที่มีถ้ำลอด








การแปลรูป 5.2 (ดู Legend ประกอบในหน้า 89)












ที่มา : ถัดแปลงจาก R.A.van Zuidam, Guide to Geomorphological
Photo-Interpretation, 1973, หน้า 90.

LEGEND

GEOMORPHOLOGICAL UNIT

-  FLOODPLAIN
 RIVER TERRACE
 UNSTABLE SLOPE
 FLAT AREA AND ZONE OF POTENTIAL MASS MOVEMENTS
 MOUNTAIN ZONE IN BED ROCK

OTHER SYMBOL

-  FAULT, CERTAIN
 FAULT, CONJECTURAL
 FAULT, SCARP
 SCARP, LONG AND STEEP
 SCARP, LONG AND MODERATELY STEEP
 SCARP, RELATIVELY SHORT AND MODERATE STEEP
 RIVER WITH FLOW DIRECTION
 GULLY
 RILL WASH
 ALLUVIAL FAN
 WATER DIVIDE
 ROCKFALL
 SCREE FAN
 LANDSLIDE
 SLUMP
 SOLIFLUCTION
 TERRACETTES

ถ้าชั้นหินมีการเอียงตัวไม่ว่าจะเป็นหินชั้นประเภทใดก็มีโอกาสเกิดการเคลื่อนไถลได้ หิ้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมเท ระบบรอยแยก ภูมิอากาศ การเคลื่อนไถลของหินชั้นอาจจะ เกิดเป็นแวมหินพัง หินถล่ม เศษหินพัง เศษหินถล่มหรือหินเคลื่อนก็ได้

หินอัคนี หินบะซอลต์และธารลาวาบะซอลต์ซึ่งเห็นเป็นสีน้ำตาลและพิสุจน์ ทรายจากภาพถ่ายทางอากาศได้ไม่ยากนั้น เป็นหินที่มีลักษณะหนานคอการสึกกร่อนจึงมักจะ เหลือรูปร่างให้เห็นเป็นแวมหินกักกัน (CAPROCK) และมีหน้าผาชันซึ่งจะเห็นได้ง่ายจาก ทางอากาศ ถ้าหินบะซอลต์วางตัวสลับกับหินที่ง่ายต่อการสึกกร่อนในลักษณะภูมิประเทศของ ภูเขาชัน ในกรณีนี้จะมีโอกาสเกิดการเคลื่อนไถลขึ้นได้ รอยแยก รอยร้าว การระบายน้ำ ภายในหินบะซอลต์จะทำให้เกิดโซนน้ำพุและน้ำซึมขึ้นได้ซึ่งจะช่วยให้การเคลื่อนไถลเป็นไป ได้ง่ายขึ้น หินพังและหินถล่มมักจะเกิดขึ้นตามรอยแยกในแนวตั้งของหินบะซอลต์ด้วย การ เคลื่อนไถลในครั้งก่อน ๆ และรอยแตกแยกเหล่านี้จะเป็นตัวชี้ให้เห็นจุดเริ่มของการเคลื่อนไถล ซึ่งจะมองเห็นได้ในภาพถ่ายทางอากาศ ส่วนในหินแกรนิตโอกาสที่จะเกิดการไถลขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบของหิน ลักษณะภูมิประเทศและการระบายน้ำ ถ้าหินมีเนื้อแน่นต้านทานการ สึกกร่อนหรือมีความสูงไม่มากนักก็จะมีแนวโน้มในการเคลื่อนไถลน้อย ส่วนหินแกรนิตที่ผุพัง ในระดับลึกตาม เขตภูเขาโอกาสที่จะเกิดก็มาก

หินแปร ความรุนแรงและโอกาสในการเกิดการเคลื่อนไถลสำหรับหินแปร จะแตกต่างกันมาก โดยทั่วไปก็เป็นการยากที่จะพิสุจน์ทรายหินชนิดนี้ในภาพถ่ายทางอากาศ เพราะจุดที่เกิดการสึกกร่อนโดยทั่วไปจะเป็นบริเวณเล็ก ๆ หินเซอร์เพนทีนจะเป็นหินชนิดหนึ่ง ที่เปลื้อง่ายและมีแนวโน้มจะเกิดการเคลื่อนไถลได้ง่าย

5.2.3 การกัดกร่อนจากการถูกฝนชะ (RAINWASH EROSION) ฝนที่ตกลงมา ยังพื้นโลกจะทำการกัดกร่อนผิวหน้าดินในแบบต่าง ๆ กันคือ การกัดกร่อนแบบผิวแผ่น (SHEET EROSION) การกัดกร่อนแบบริ้วธาร (RILL EROSION) การกัดกร่อนแบบร่องธาร (GULLY EROSION) การกัดกร่อนทั้งสามแบบนี้จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ ส่วนการกัดกร่อนแบบลำน้ำ (RIVER EROSION) นั้นจะกล่าวในบทต่อไป การกัดกร่อนในแบบต่าง ๆ เหล่านี้มี

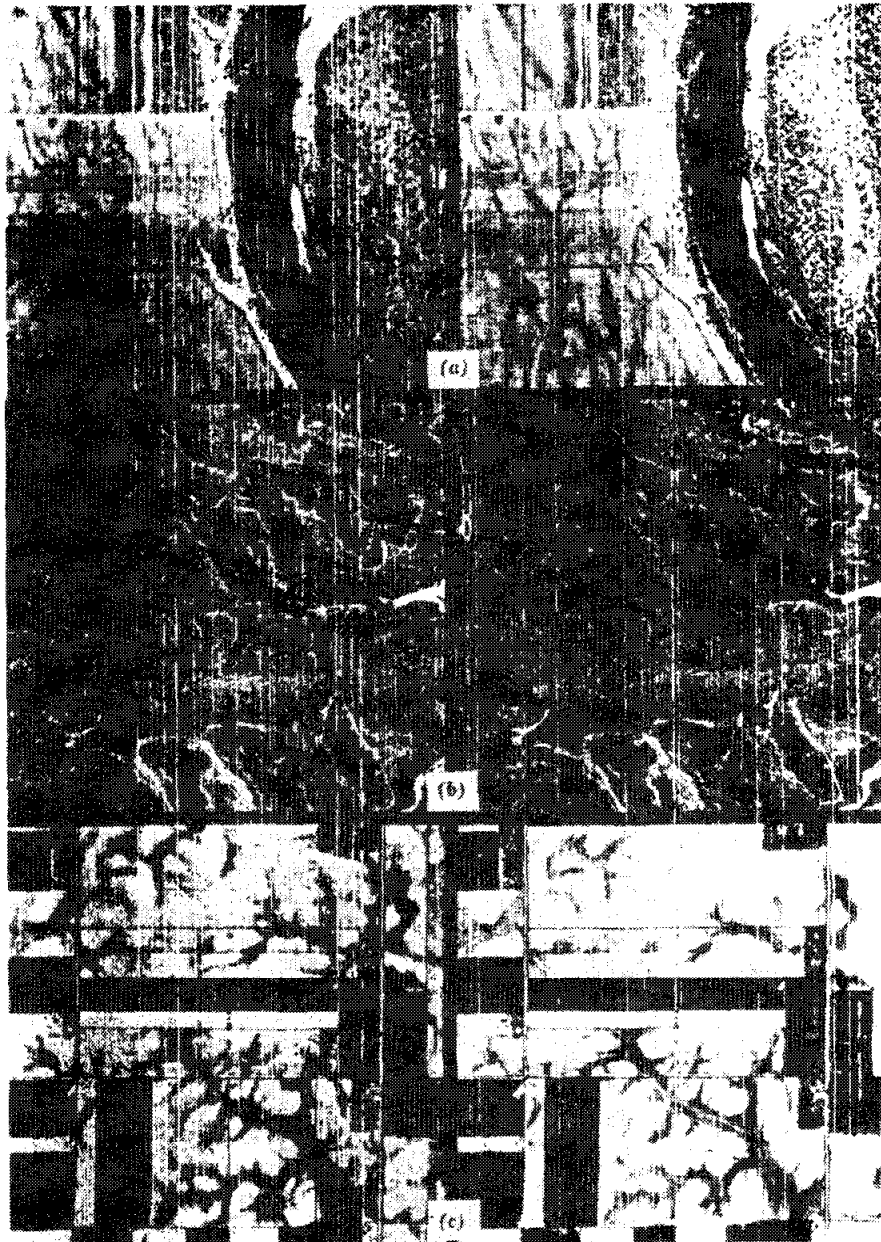
อิทธิพลต่อการพัฒนาลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากกระบวนการกัดกร่อนและติดตามด้วยการทับถมของเศษวัสดุต่าง ๆ ที่กัดกร่อนมา

1. การกัดกร่อนแบบผิวแผ่ เกิดขึ้นในขณะที่ฝนตกไหลลงสู่ร่องลำธารไม่ทันก็จะไหลแผ่ขานคลุมพื้นผิวดิน ทำให้เกิดการกัดกร่อนเป็นบริเวณกว้าง การที่สูญจันทราบการกัดกร่อนแบบผิวแผ่ในภาพถ่ายทางอากาศให้ดูจากความแตกต่างของความเข้มของสี บริเวณที่ถูกกัดกร่อนโดยทั่วไปจะมีสีเทาอ่อนกว่าบริเวณใกล้เคียงที่มีการทับถมซึ่งจะมีสีเข้มคล้ำกว่า สีที่แตกต่างกันนี้เป็นผลมาจากวัสดุเนื้อละเอียดในเขตที่สูงซึ่งเป็นเขตที่ถูกกัดกร่อนถูกกวาดชะและพัดพาไปเหลือไว้แก่ดินชั้นบนที่มีเนื้อหยาบ ความชื้นต่ำและเกือบจะไม่มีอินทรีย์วัตถุเหลืออยู่เลย ตรงกันข้ามในเขตที่ต่ำที่มีการทับถม ดินจะมีเนื้อละเอียดคุ่มน้ำมากและอุดมไปด้วยฮิวมัส

2. การกัดกร่อนแบบริ้วซาร เกิดขึ้นเมื่อน้ำไหลมารวมและกัดเซาะไปตามความลึก ทำให้เกิดร่องน้ำขนาดเล็ก ๆ มีความลึกประมาณ 30 - 60 เซนติเมตร

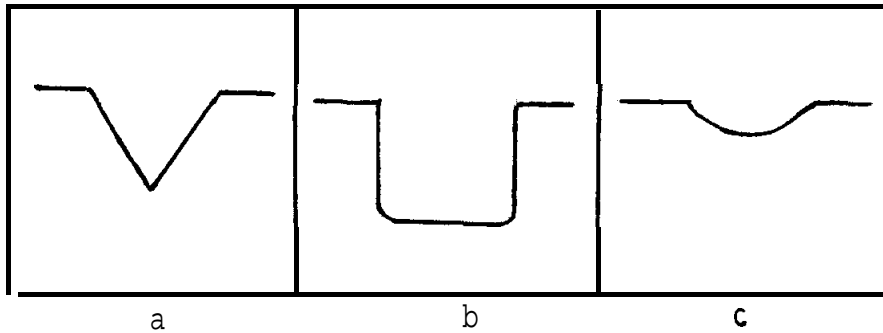
3. การกัดกร่อนแบบร่องซาร คล้ายกับการกัดกร่อนแบบริ้วซารแต่ร่องน้ำจะลึกและกว้างกว่ามีขนาดประมาณ 90 เซนติเมตรถึง 15 เมตร จะมีน้ำไหลเฉพาะช่วงระยะฝนตกหรือภายหลังจากฝนหยุดตกไม่นานเท่านั้น เราพอจะมองเห็นร่องซารได้ในภาพถ่ายทางอากาศ ร่องซารจะมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของดินหินที่รองรับ (ดูรูป 5.3, 5.4)

การกัดกร่อนจากการถูกฝนชะที่ดำเนินไปเป็นเวลานาน ๆ โดยมีฝนตกรุนแรงเป็นครั้งคราว ทำให้เกิดร่องน้ำเล็ก ๆ ที่กัดเซาะดินหินที่อ่อนให้บุพัง ส่วนหินที่แข็งแกร่งจะต้านทานการกัดกร่อนไว้ได้ จนเกิดเป็นลักษณะพื้นที่ขรุขระสูง ๆ ต่ำ ๆ ที่มีความแตกต่างกันตั้งแต่ 7 - 150 เมตร พื้นที่ดังกล่าวนี้เรียกว่าภูมิประเทศแบคแลนด์ (BAUPLANDS) มักพบในเขตแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้ง จัดเป็นพื้นที่ไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก มีพืชพรรณธรรมชาติขึ้นอยู่น้อยมากหรือไม่มีเลย

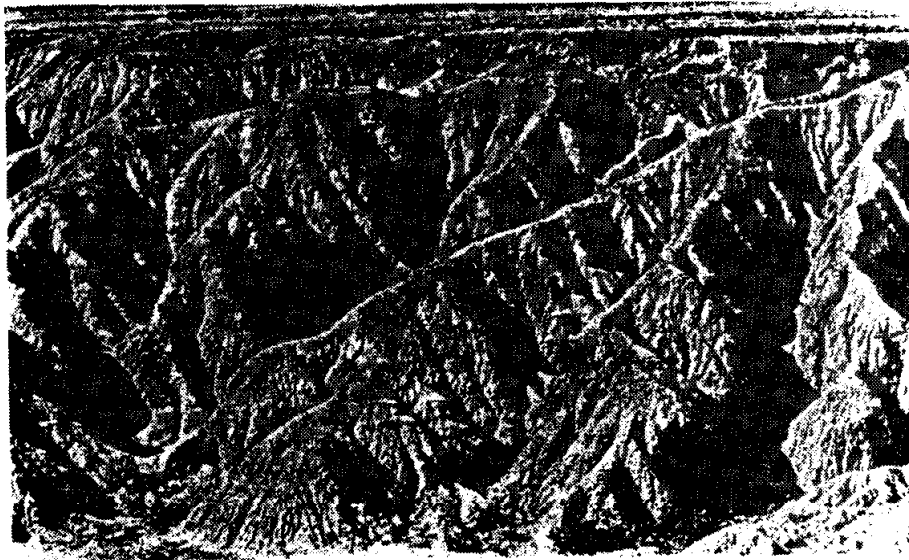


รูป 5.3 สเตอริโอแกรมของรูปร่างร่องซารแบบต่าง ๆ

ที่มา : Thomas M.Lillesand and Ralph W.Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation, 1979, หน้า 198.



รูป 5.4 ภาพหน้าตัดของร่องธารในรูป 5.3
 ถ้าเป็นร่องธารสั้น ๆ และมีภาพหน้าตัดเป็นรูปตัว V ดังในภาพ a จะเกิดบนทรายและกรวด
 ถ้าเป็นร่องธารที่มีภาพหน้าตัดเป็นรูปตัว U ดังในภาพ b จะเกิดบนดินเลสส์ที่ประกอบด้วยอนุภาค
 ของซิลิกา ส่วนร่องธารยาวและมีภาพหน้าตัดเป็นรูปคอนขวางกลมดังในภาพ c จะเกิดบนดินเหนียว



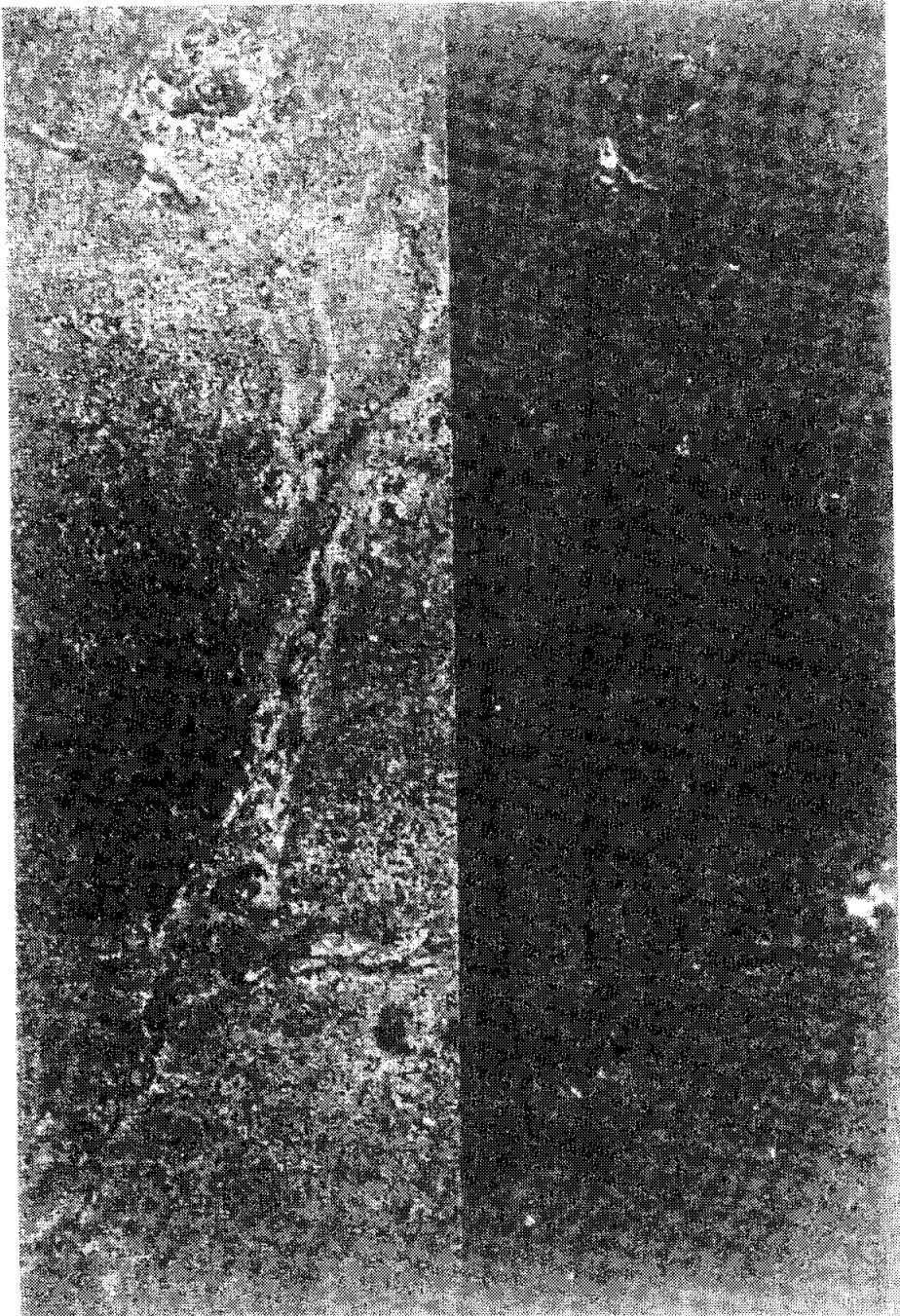
รูป 5.5 ภูมิประเทศแพคแลนด์เกิดจากการกัดกร่อนแบบวีวีซารและร่องธาร
 ที่มา : Karl w. Butzer, Geomorphology from the Earth,
 1976, หน้า 107.

5.3 ธรณีสัณฐานอื่น ๆ ที่เกิดจากการลดระดับ

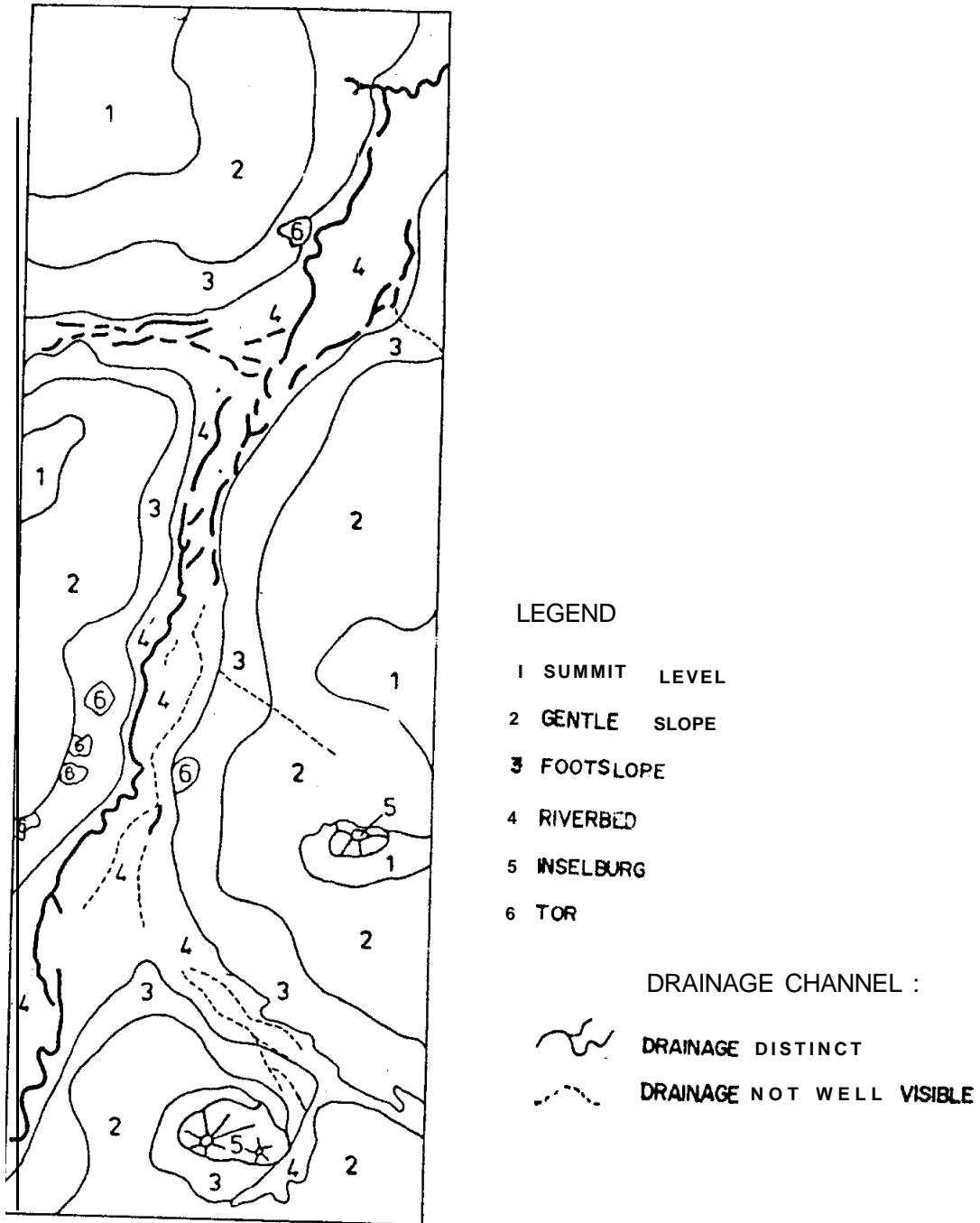
5.3.1 เชิงเขา (FOOTSLOPE) จะพบอยู่ระหว่างบริเวณลาดชัน
 ผนังหน้าของภูเขาและหุบเขาหรือแอ่งแผ่นดิน (BASIN) อาจมีความลาดเทยาวหรือสั้น
 ก็ได้ เชิงเขาเป็นเสมือนสะพานที่จะให้ดินหินที่เกิดจากการบุพังโดยการถดถอยหลัง
 (RETREATING) เข้าไปในผนังหน้าของภูเขาถูกเคลื่อนย้ายมาลงไปยังแอ่งแผ่นดิน และใน
 บริเวณเชิงเขาเองก็จะปกคลุมด้วยเศษดินหินที่เกิดจากกระบวนการกัดกร่อนโดยตัวกระทำต่าง ๆ
 และการบุพังอยู่กับที่จนเกิดการสลายตัวถึงหินพื้น (BEDROCK) ใต้ โดยทั่วไปจะพบเชิงเขา
 กัดกร่อน (EROSIONAL FOOTSLOPE) แต่ก็มีเชิงเขาทับถม (DEPOSITIONAL FOOTSLOPE)
 ไปด้วย

ในกรณีที่หินดินบุพังมีจำนวนมากกว่าที่ถูกพัดพาไปก็จะเกิดเชิงเขาทับถมขึ้น
 ในภาพถ่ายทางอากาศเราไม่สามารถจำแนกเชิงเขาทั้งสองชนิดนี้ได้เสมอไปเพราะเราจะ
 มองไม่เห็นลักษณะของหินพื้นและนอกจากนั้นพื้นผิวยังอาจจะปกคลุมด้วยพืชพรรณธรรมชาติ
 สำหรับเชิงเขาทับถมนั้นเราพอจะสังเกตได้จากจุดสีประที่กระจายและลักษณะของร่องซารคัน ๆ
 สีค่อนข้างคล้ำและรูปแบบการระบายน้ำแบบกิ่งไม้หรือแบบขนานที่มีความหนาแน่นของการระบายน้ำ
 ทำ ในภาพถ่ายทางอากาศได้

5.3.2 เขาโคค (INSELBURG) เป็นเขาที่เหลือจากการกัดกร่อน
 ทั้งสูงเกินจากพื้นที่เกือบราบที่อยู่โดยรอบที่เรียกว่า เพ็ดดิเมนต์ (PEDIMENT) มักจะพบ
 ในเขตที่มีอากาศชื้นและแห้งสลับกัน เขาโคคหรือเรียกอีกชื่อว่าบอร์นฮาร์ดท์ (BORNHARDT)
 จะเป็นพวกหินไนส์หรือหินแกรนิตและจะเป็นหินชนิดเดียวกันกับพื้นที่โดยรอบ มีรูปร่างและขนาด
 ต่าง ๆ กัน อาจพบอยู่เดี่ยว ๆ หรือระหว่างกลุ่มเนินเขาและภูเขาก็ได้ ถ้าเป็นเขาโคค
 ที่ประกอบด้วยหินก้อนโต ๆ จะเรียกว่าทอร์ (TOR) เขาโคคเกิดจากการกัดกร่อนบุพัง



รูป 5.6 ทิวเขา Inselburg และ Tor.



การแปลรูป 5.6

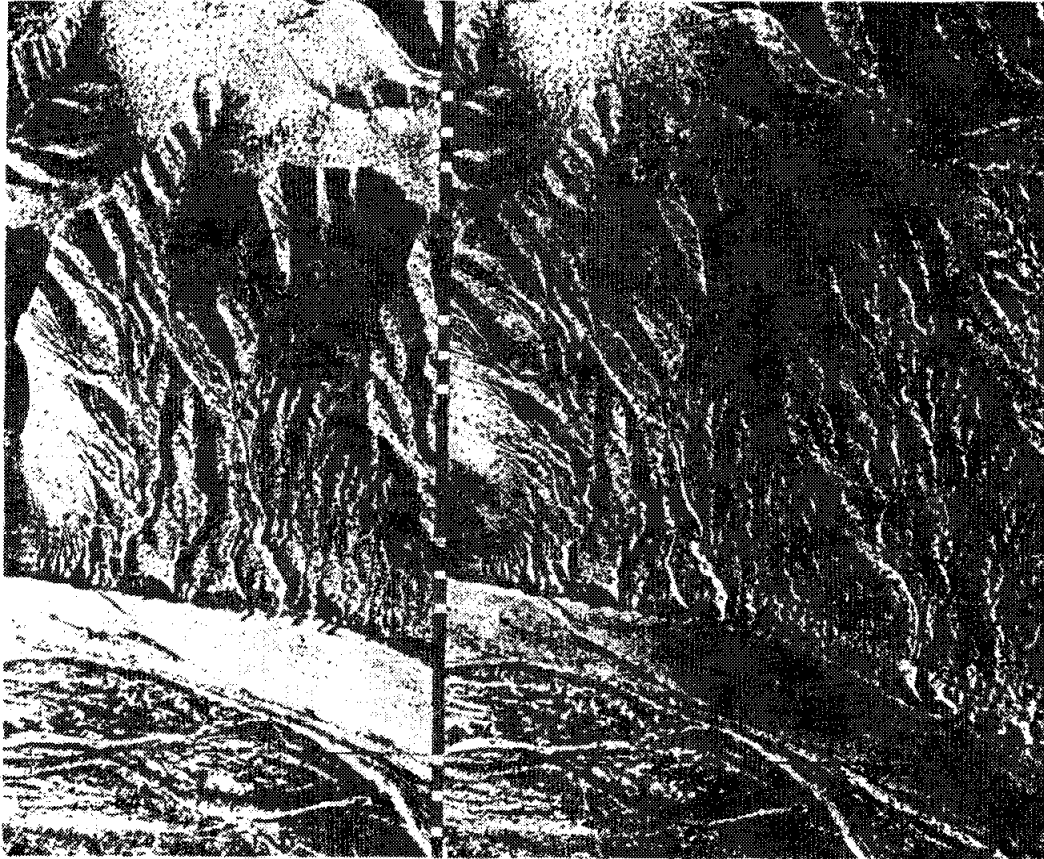
ที่มา : กัดแปลงจาก R.A.van Zuidam and F.I.van Zuidam -
 Cancelado, Terrain Analysis and Classification
 Using Aerial Photographs, 1978 - 79, หน้า 99.

ในแบบลดถอยของภูเขาทำให้พื้นที่เกือบราบโดยรอบขยายกว้างขึ้น จนในที่สุดจะเหลือเป็น
เขาโคก

5.4 ธรณีสัณฐานที่เกิดจากการเพิ่มระดับ (AGGRADATIONAL LANDFORMS)

การเพิ่มระดับเป็นกระบวนการที่ทำให้ผิวโลกเพิ่มระดับสูงขึ้นโดย
การทับถมของอนุภาคต่าง ๆ ที่ตัวกระทำต่าง ๆ เช่น น้ำ ลม ธารน้ำแข็งพัดพามา
ตัวอย่างธรณีสัณฐานที่เกิดจากกระบวนการนี้ เช่น

5.4.1 เนินตะกอนรูปพัด เกิดจากเศษหินที่เคลื่อนย้ายจาก
ภูเขาหรือลาดเขาโดยแรงดึงดูดของโลกหรือน้ำมาตามความลาดชันและทับถมกระจายมีรูป
คล้ายพัดในที่ราบบริเวณเชิงเขา ถ้าตะกอนเหล่านี้เคลื่อนย้ายโดยแรงดึงดูดของโลกเป็น
ส่วนใหญ่เรียกว่า SCREE FAN ถ้าเคลื่อนย้ายโดยน้ำเรียกว่า ALLUVIAL FAN กระแสน้ำ
ที่พัดพาเศษหินต่าง ๆ จากลาดเขาตอนบนจะไหลเร็วและพัดพาตะกอนมาในปริมาณมาก
แต่เมื่อลงมาข้างล่างความลาดชันลดลงทำให้น้ำลดความเร็วด้วยจึงมีผลให้ตะกอนตกทับถม
กระจายขึ้น ถ้ามีภูเขาติดต่อกันหลายลูกจะทำให้เกิดเนินตะกอนรูปพัดเชื่อมต่อกันเรียกว่า
PIEDMONT ALLUVIAL PLAIN หรือ BAJADA เนินตะกอนรูปพัดจะเกิดได้ก็ที่สุดในเขต
อากาศแห้งแล้ง ในบางแห่งพบว่าเนินตะกอนรูปพัดอาจยาวถึง 15 กิโลเมตรและมี
ความหนาถึงร้อย ๆ เมตร ส่วนในเขตอากาศชื้นจะมีขนาดเล็กอาจยาวเพียงไม่กี่ร้อยเมตร



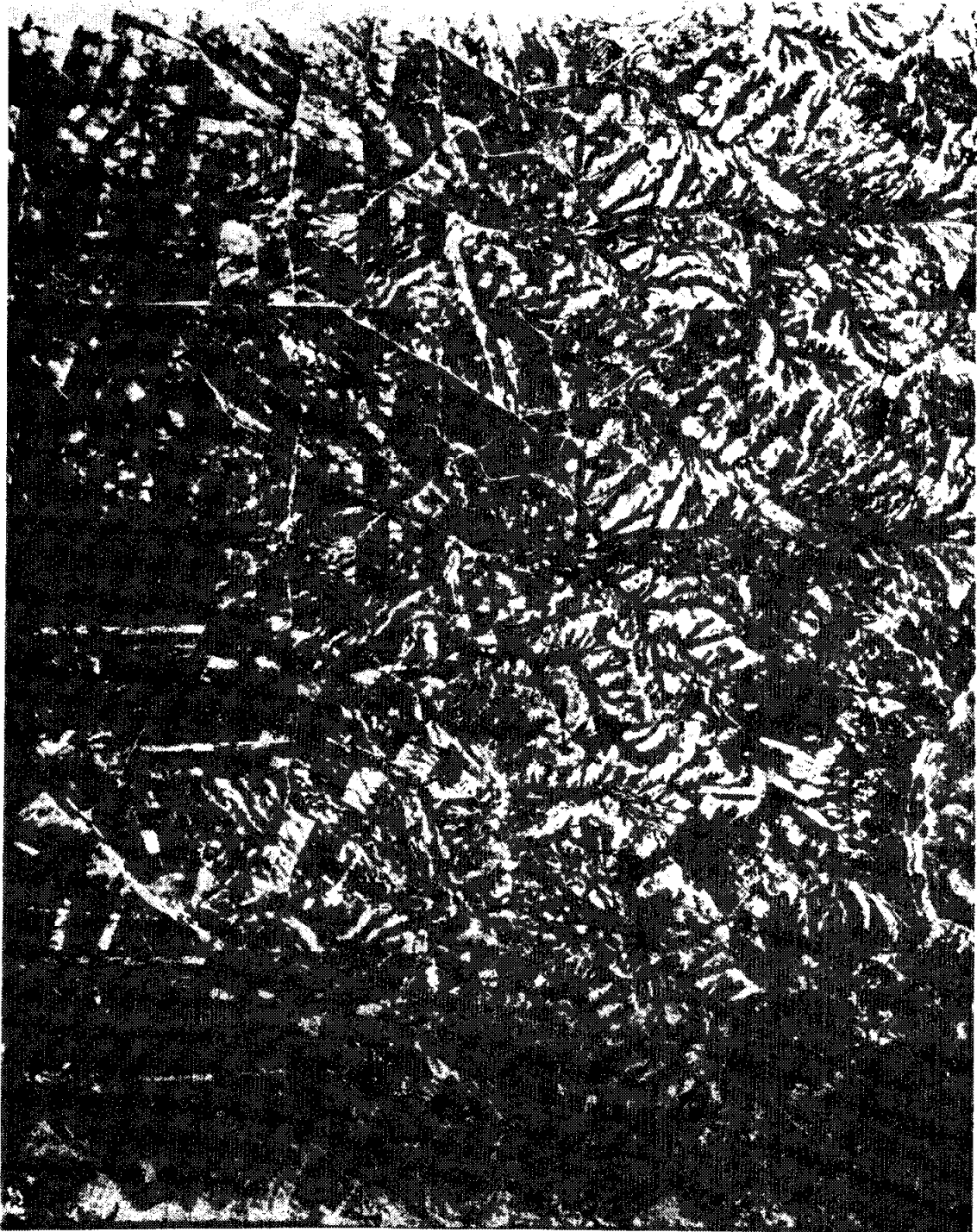
รูป 5.7 สเทอริโอแกรมของบริเวณเนินตะกอนรูปพัดและหุบเขาที่ขดม

ที่มา : T.Eugene Avery, Interpretation of Aerial
Photographs, 1968, หน้า 226.

เนินตะกอนรูปพัดส่วนใหญ่จะประกอบด้วยทราย กรวดและอาจมีทรายแป้งบ้าง จักเป็น บริเวณที่พบแหล่งน้ำสำคัญใน เขตแห้งแล้ง เพราะหินดินที่มีความพรุนเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็น แหล่งเก็บน้ำใต้ดินอย่างดี บางครั้งอาจพบแหล่งน้ำตื้น ๆ ใกล้เคียงของเนินตะกอนนี้

การแปลเนินตะกอนรูปพัดจากภาพถ่ายทางอากาศดูได้จากรูปร่างที่ คล้ายพัด การระบายน้ำภายในดีมาก แต่ทางน้ำบริเวณมีน้ำน้อยจะมีแค่ ขารน้ำ เพียงไม่กี่สาย โดยทั่วไปจะเห็นตัวเนินตะกอนเป็นสีอ่อนหรือขาวและบริเวณร่องขารน้ำมีสีคล้ำกว่า ไม่พบ พืชพรรณธรรมชาติในร่องขารน้ำเล็ก ๆ แต่จะพบหนาแน่นขึ้นบริเวณฐานของเนินตะกอนเพราะ ดินอุ้มความชื้นมากขึ้น และเรายังมองเห็นความแตกต่างของสีและลักษณะภูมิประเทศระหว่าง ฐานเนินตะกอนและพื้นที่หุบเขาที่ขั้ยมที่อยู่ใกล้เคียงในภาพถ่ายทางอากาศได้ด้วย

5.4.2 หุบเขาที่ขั้ยม (INFILLED VALLEY) มักจะพบใน บริเวณที่ราบระหว่างภูเขาของเขตแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง เกิดจากเศษหินดินจำนวนมากที่ ผ่านการกัดกร่อนผุพังและถูกพัดพาจากภูเขาลงสู่แม่น้ำลำธารที่ไหลอยู่ในหุบเขา ระหว่างภูเขา ปริมาณตะกอนที่มากนี้มีผลทำให้แม่น้ำไม่สามารถพัดพาตะกอนทั้งหมดต่อไปยังที่ต่ำเบื้องล่าง หรือทะเลสาบและทะเลได้ ในกรณีนี้เศษหินดินจะทับถมกันจนทำให้หุบเขาค้นเขิน ซึ่งจะ มองเห็นหุบเขาที่ขั้ยมในภาพถ่ายทางอากาศจากหุบเขาที่ค่อนข้างแบนราบ ร่องน้ำแบบ ประสานสายที่ไม่มีน้ำขังจึงทำให้เห็นไม่เด่นชัดนักรวมทั้งไม่มีพืชพรรณธรรมชาติขึ้นอยู่ด้วย




รูป 5.8 ตัวอย่างบริเวณเนินตะกอนรูปพิคและธรณีสัณฐานอื่น ๆ ในเขตแห้งแล้ง



การแปลรูป 5.8 (ดู Legend ประกอบในหน้า 102)

ที่มา : คัดแปลงจาก R.A.van Zuidam and F.I.van Zuidam -
 Cancelado, Terrain Analysis and Classification
 Using Aerial Photographs, 1978 - 79, หน้า 94.

LEGEND

- 1 STRUCTURAL CONTROLLED PLATEAU
- 2 SCARPMENT
- 3 ACTIVE EROSION FOOTSLOPE
- 4 DENUDATION SLOPE AND HILL
- 5 ACCUMULATION FOOTSLOPE
- 6 FAN - SHAPED ACCUMLATION FOOTSLOPE
- 7 INFILLED VALLEY BOTTOM
- + - + - WATER DIVIDE
- - - - - SHALLOW DRAINAGE WAY
-  ALLUVIAL FAN
- DRAINAGE WAY WITH VALLEY FORM