

## บทที่ 6

### ตัวการ และลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากตัวการกระทำ

อ. พจนีย์ ทรัพย์สุทธิ

รูปร่างลักษณะของเปลือกโลกที่ปรากฏให้เห็นเป็นผลมาจากแรงกระทำ 2 ชนิด คือ

1. แรงที่เกิดจากภายในโลก แรงนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเช่น การเกิดภูเขาไฟระเบิด การแตกแยกของผิวเปลือกโลก
2. แรงจากภายนอกโลก แรงชนิดนี้เป็นการปรับระดับผิวโลก เช่น กระบวนการเกลี่ยผิวของพื้นโลก (denudation) ซึ่งเป็นการผุพังทำลายของหินผิวโลกทั้งโดยการผุพังอยู่กับที่ (weathering) และ กษัยการ (erosion) อันจะเป็นผลทำให้แผ่นดินราบเรียบมีระดับเดียวกันในที่สุด

จากแรงกระทำ 2 ชนิดนี้ ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศเป็น 2 กลุ่ม ใหญ่ ๆ ที่สำคัญคือ

1. Initial landforms เป็นภูมิประเทศที่ปรากฏให้เห็นหลังจากได้รับแรงกระทำโดยตรงจากผิวโลก อย่างเช่น แรงจากการระเบิดของภูเขาไฟ เป็นต้น ลักษณะภูมิประเทศในแบบ initial landforms นี้ ได้แก่ ภูเขาไฟ หินไหลลาวา รอยเลื่อนของเปลือกโลก การเกิดภูเขาสูงยุคใหม่ ซึ่งเกิดจากการดันตัวอันเนื่องมาจากพลังงานความร้อนใต้ผิวโลกนั่นเอง
2. Sequential landforms หมายถึง ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของ initial landforms โดยผ่านกระบวนการเกลี่ยผิวของแผ่นดินมาแล้วจากตัวการต่าง เช่น เกิดการกัดเซาะพังทลาย (กษัยการ) เกิดการทับถม (deposition) เป็นต้น

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการปรับระดับผิวโลกอันเนื่องมาจากแรงกระทำภายนอกโลกที่ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแบบ sequential landforms โดยตัวการที่สำคัญคือ แม่น้ำ ธารน้ำแข็ง ลม น้ำใต้ดิน คลื่นและกระแสน้ำ ซึ่งจะได้แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

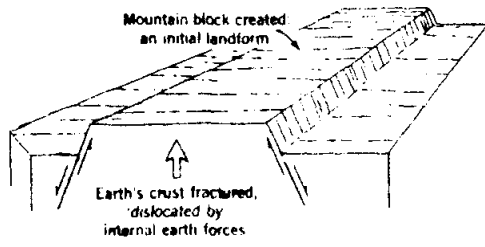
## แม่น้ำและลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากแม่น้ำ

### แม่น้ำและกำเนิดของแม่น้ำ

น้ำที่ไหลบนผิวดิน (surface runoff) ได้แก่ น้ำที่ไหลเป็นแผ่น (overland flow) และ น้ำที่ไหลอยู่ในร่อง (channel flow) น้ำที่ไหลเป็นแผ่นกระจายเป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นผลจากการกระทำของมันในด้านที่ทำให้เกิดเป็นลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ จึงไม่เด่นชัดเท่าที่น้ำที่ไหลในร่องหรือแม่น้ำลำธาร อย่างไรก็ตาม กำเนิดของแม่น้ำ ลำธาร เริ่มต้นจากน้ำที่ไหลเป็นแผ่นคือ ขณะที่น้ำฝนไหลไปบนพื้นดิน น้ำบางส่วนจะถูกกักอยู่ในแอ่ง หรือทะเลสาบเรียกว่า surface detention ที่เหลือจะค่อย ๆ กัดเซาะเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ หรือ rills ร่องน้ำเล็ก ๆ นี้มักจะก่อตัวในบริเวณที่มีความชัน และมีปริมาณน้ำมากพอสมควร ทั้งนี้เพราะในสภาวะเช่นนี้น้ำจะไหลแรง และมีความสามารถในการกัดเซาะสูง ร่องน้ำเหล่านี้จะมีขนาดและความลึกต่างกัน ร่องน้ำขนาดเล็กซึ่งมักจะมีท้องน้ำตื้นและอยู่ในระดับสูงกว่าจะไหลลงไปรวมกับร่องน้ำขนาดใหญ่กว่าและมีท้องน้ำที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า ในลักษณะนี้จำนวนของร่องน้ำที่มารวมจะมากขึ้นทุกทีจนกระทั่งเป็นร่องน้ำขนาดใหญ่ หรือเป็นแม่น้ำที่มีแควสาขา (tributaries) มากมาย แม่น้ำสายหนึ่ง ๆ และแควของมันจะมีที่สูงซึ่งเป็นบริเวณต้นน้ำ (head) และเป็นอาณาเขตที่กั้นแม่น้ำแต่ละสายออกจากกัน เรียกว่า สันปันน้ำ (divide) พื้นที่ทั้งหมดซึ่งมีน้ำไหลจากต้นน้ำจนถึงปากน้ำ เรียกว่าลุ่มน้ำ (drainage basin) ในบางครั้งจะเรียกแม่น้ำ และแควของมันว่า “ระบบแม่น้ำ” (river system) การใช้คำว่าระบบ ก็เพราะองค์ประกอบต่าง ๆ ของแม่น้ำ ซึ่งได้แก่ ความลาดเทของท้องน้ำ (slope) ปริมาณของน้ำ (discharge) ปริมาณตะกอน (sediment load) รูปทรงเรขาคณิตของแม่น้ำ คือ ความกว้าง ความลึก ลักษณะท้องน้ำและความเร็วของกระแสน้ำ มีความเกี่ยวข้องกันเป็นระบบ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงที่ตัวใดตัวหนึ่งจะมีผลกระทบต่อส่วนประกอบอื่น ๆ ด้วย

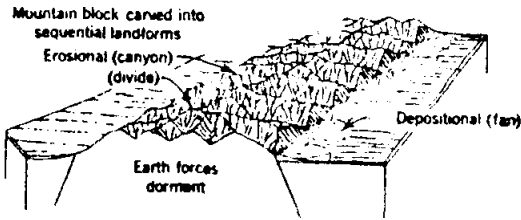
รูปร่างพื้นฐานของเปลือกโลกที่เกิดขึ้นจากน้ำเป็นตัวกระทำ เรียกว่า fluvial landforms มีลักษณะต่างจากภูมิประเทศที่เกิดจากตัวการอื่น ๆ เช่นธารน้ำแข็ง คลื่น ลม เป็นต้น กระบวนการโดยน้ำนี้ทำให้เกิดการผุพังของเปลือกโลกซึ่งเกิดขึ้นมากกว่าการผุพังจากตัวการอื่น อย่างธารน้ำแข็งมีอิทธิพลเฉพาะแถบขั้วโลกและบริเวณภูเขาสูง คลื่นและกระแสน้ำก็กระทำต่อเปลือกโลกตามชายฝั่งทวีปเป็นบริเวณแคบ ๆ เท่านั้น

รูปที่ 6.1

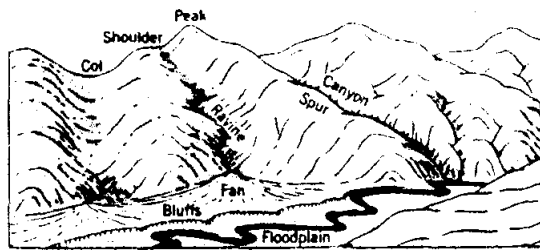


ก.

ก. ลักษณะภูมิประเทศแบบ initial landform



ข.



Erosional and depositional landforms.

ค.

ข.และ ค. ลักษณะภูมิประเทศแบบ sequential landform

กระบวนการกระทำของน้ำ ที่มีผลต่อลักษณะภูมิประเทศ

1. กระบวนการกัดกร่อน (erosion)
2. กระบวนการพัดพา (transportation)
3. กระบวนการทับถม (deposition)

#### การกัดกร่อน (erosion)

การกัดเซาะของแม่น้ำเกิดขึ้นทั้งตามธรรมชาติ และโดยมีตัวเร่งเร้าการกัดเซาะตามธรรมชาตินั้นเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เริ่มตั้งแต่บริเวณตอนต้นน้ำ เมื่อน้ำไหลจะพัดกรวดพื้นผิวโลกพาเอาเศษดิน หิน ทลายไปด้วย ขนาดของวัตถุที่หลุดมากับการพัดพานั้นขึ้นอยู่กับกำลังความเร็วของน้ำ ความสามารถของรากพืชในการยึดหิน และอินทรีย์วัตถุที่ปกคลุมดิน (เพราะสิ่งที่ปกคลุมดินอยู่จะเป็นตัวป้องกันการพังทลายได้ดี) ถ้าดินยังมีสิ่งปกคลุมอยู่ หรือผิวโลกต้านทานต่อตัวการธรรมชาติ การพังทลายจะเป็นไปอย่างช้า ๆ การกัดเซาะพังทลายที่เป็นไปตามธรรมชาตินี้อยู่ในกระบวนการเกลี่ยผิว (denudation)

ส่วนการพังทลายโดยมีตัวเร่ง เร้า มักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรง อาจเกิดโดยการกระทำของมนุษย์ หรือ โดยธรรมชาติเพียงอย่างเดียว การที่ดินพังทลาย และเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากเดิมของพืชพันธุ์ที่ปกคลุม และดินทั้งที่อยู่ชั้นบนสุด และได้ผิวโลก พืชพันธุ์ที่ถูกทำลายโดยมนุษย์อาจเกิดจากการปรับพื้นที่เพื่อทำการเพาะปลูก และการทำลายป่าไม้ด้วยวิธีเผาป่า ผลที่ติดตามมาเมื่อฝนตกก็คือ

1. แรงกระแทกของเม็ดฝนทำให้ดินแตกกระจายหลุดกระเด็น และเคลื่อนย้ายไปตกทับถมในที่แห่งใหม่ การกระทำของน้ำฝนที่ทำให้ดินแตกกระจายนี้ เรียกว่า splash erosion
2. ดินไม่สามารถต้านทานการกัดเซาะของน้ำผิวดินได้ เพราะการมีต้นไม้จะช่วยลดแรงปะทะจากการไหลของน้ำ การกัดเซาะก็อาจเกิดขึ้นน้อย
3. แร่ธาตุบนดินถูกชะล้างได้ง่าย
4. ทำให้น้ำซึมผ่านสู่ดินเบื้องล่างได้น้อย

การไหลขีมีจะมีมากหรือน้อยนอกจากจะขึ้นอยู่กับพีชคลุมดินแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการกัดเซาะของน้ำด้วย กล่าวคือ ถ้ามีต้นไม้ปกคลุมอยู่การกัดเซาะพังทลายเกิดน้อย น้ำก็ไหลลงสู่ดินเบื้องล่าง แต่ถ้าดินขาดสิ่งปกคลุมการกัดเซาะพังทลายมีมากทำให้การไหลขีมีมีน้อย

### ลักษณะการกัดกร่อนพังทลายของดิน

การพังทลายของดินมีลักษณะสำคัญ คือ

1. การกัดกร่อนแบบผิวแผ่น (sheet erosion) เป็นลักษณะที่กัดเซาะดินเป็นบริเวณกว้างมักเกิดในฤดูฝน เนื่องจากน้ำฝนไหลลงสู่ห้วย ลำธารไม่ทัน น้ำก็ไหลแผ่ไปตามพื้นดินเป็นบริเวณกว้าง การกัดเซาะเช่นนี้สังเกตเห็นได้ยาก จะเห็นชัดก็ต่อเมื่อชั้นดินตื้นบางมาก และถ้าดินถูกพัดพามาสู่หุบเขาจะตกตะกอนทับถมเป็นชั้นหนา ตะกอนที่สะสมตามหุบเขาเรียกว่า colluvium เราจะทราบว่ามีตะกอนอยู่ตามหุบเขา โดยสังเกตจากการเอียงเอียงของลำต้นของต้นไม้ เสา หรือ รั้ว
2. การกัดกร่อนแบบริ้วธาร (rill erosion) ในที่สูงชัน กระแสน้ำ ที่มีปริมาณมากไหลแรง มีกำลังกัดเซาะท้องลำธารสูงให้เกิดเป็นริ้วรอย หรือร่องเล็ก ๆ ถ้าการกัดเซาะยังมีอยู่ต่อไป ธารเล็ก ๆ ก็จะรวมเป็นร่องธารใหญ่ขึ้น เรียกว่า gullies

การกัดเซาะของแม่น้ำที่กระทำต่อท้องน้ำและตลิ่งทั้ง 2 ข้างของมันจะทำไปพร้อม ๆ กัน มีหลายวิธีดังนี้

1. การขัดถู (abrasion หรือ corrasion) เกิดจากกระแสน้ำที่ไหลแรงและเร็วมากทำให้หินดาน ตามผนังร่องน้ำแตกกร้าว เศษหินหลุดกระเด็น ครูดไถไปตามท้องน้ำและตลิ่งจนในที่สุดก้อนหินมีขนาดเล็กลง
2. การละลาย (corrosion) เป็นกระบวนการพังทลายทางเคมีของน้ำที่ทำให้หินละลายสึกกร่อนได้ เกิดมากในหินปูน ปกติหินปูนเป็นหินที่แข็งต้านทานการสึกกร่อนจากตัวการอื่นได้ แต่ละลายได้ดีกับน้ำซึ่งเป็นกรดคาร์บอนิก
3. แรงอัดกระแทกจากกำลังแรงของน้ำ (hydraulic action) ความแรงของน้ำในขณะที่ไหลกราดไปตามท้องน้ำและสองฟากตลิ่ง ทำให้หินดานที่ไม่แข็งแกร่งพอหลุดไปกับน้ำได้

## การพัดพา (transportation)

วัตถุที่ถูกกัดเซาะและแม่น้ำพามา เรียกว่า วัตถุพัดพา (stream load) ประเภทของ วัตถุพัดพาแตกต่างกันไปตามลักษณะที่แม่น้ำพัดพามันมา ดังนี้

1. dissolved load หมายถึง วัตถุที่ละลายมากับน้ำ
2. suspended load หมายถึง วัตถุที่ลอยมากับน้ำ ส่วนใหญ่เป็นตะกอนและละเอียด ที่มาที่กระแสน้ำเชี่ยว
3. bed load เป็นวัตถุขนาดใหญ่อย่าง ก้อนหิน กรวดทรายที่เคลื่อนที่ไปตามท้องน้ำ โดยการกลิ้งหรือกระโดดไป ขนาดของ bed load นี้ขึ้นอยู่กับกำลังการพัดพาของน้ำ

### กำลังการพัดพาของแม่น้ำ

กำลังการพัดพาของแม่น้ำขึ้นกับความเร็วของกระแสน้ำโดยตรง ถ้ากระแสน้ำมีความเร็วเพิ่มขึ้น กำลังการพัดพาของน้ำก็เพิ่มขึ้นด้วย ถ้าความเร็วของกระแสน้ำลดลง กำลังการพัดพาของแม่น้ำจะลดลงด้วย กำลังการพัดพาของแม่น้ำหาได้หรือดูได้จากปริมาณของ suspended load ต่อปริมาณน้ำหนึ่งหน่วยปริมาตร

กำลังการพัดพาหรือความเร็วของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับ

1. ความลาดเท (slope) ของท้องน้ำ เนื่องจากการไหลของน้ำเกิดขึ้นเพราะแรงดึงดูดของโลก และน้ำจะไหลเร็วขึ้นในที่ที่มีความลาดเทสูง
2. รูปร่างทางเรขาคณิต (ความกว้าง ตื้น ลึก แคบ) และความราบเรียบของท้องน้ำ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำที่มีปริมาณน้ำเท่ากันแม่น้ำที่กว้าง และตื้นจะไหลช้ากว่าแม่น้ำที่แคบและลึก เพราะแม่น้ำที่กว้างและตื้นนั้นมีพื้นที่ที่จะก่อให้เกิดความเสียดทานที่ทำให้ความเร็วของน้ำลดลงมากกว่า และท้องน้ำที่ขรุขระจะมี ความเสียดทานมากกว่าท้องน้ำที่ราบเรียบ
3. ปริมาณน้ำ แม่น้ำที่มีปริมาณน้ำมากขึ้น ความเร็วของกระแสน้ำจะเพิ่มขึ้นด้วย ทั้ง ๆ ที่บริเวณนั้นไม่มีความลาดเท

### การทับถม (deposition)

การทับถมเป็นวิธีการเพิ่มระดับ (aggradation) ของแผ่นดินเกิดจากวัตถุ น้ำพาขนาด

ใหญ่ (bed load) เช่น ก้อนหิน กรวด ทราย ที่เคลื่อนที่ไปตามท้องน้ำเกิดการตกจมทับถมทำให้ท้องน้ำตื้นเขินขึ้น

### ความสัมพันธ์ระหว่างการกัดเซาะ การพัดพา และการทับถม

การกัดเซาะและการทับถมขึ้นอยู่กับกำลังพัดพาของน้ำ โดยปกติแม่น้ำจะพยายามปรับกำลังการพัดพาของมันให้มีความสมดุลกับปริมาณของ load ที่ต้องพัดพาเสมอ แต่เนื่องจากปริมาณของ load ที่แม่น้ำตอนใดตอนหนึ่ง ได้รับจากแม่น้ำตอนบน ๆ ไม่แน่นอนสม่ำเสมอ ดังนั้นการกัดเซาะและการทับถมจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะรักษาความสมดุลนี้ไว้ได้

หลักความสมดุลในการกระทำของน้ำ

ท้องน้ำที่มีความลาดเทสูง กระแสน้ำไหลแรง และมีกำลังพัดพาสูงเกินกว่าปริมาณ load ที่ต้องพัดพา แม่น้ำจะกัดเซาะท้องน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณ load ในขณะที่เดียวกันก็เป็นการลดความลาดเทของท้องน้ำ และลดความสามารถในการพัดพาด้วย

ท้องน้ำที่มีความลาดเทน้อย แต่มี load มากเกินไป ขบวนการที่ทำให้เกิดความสมดุลก็คือ แม่น้ำจะทับถม load ลงจนพอดีกับกำลังการพัดพาของมันในเวลาเดียวกันการทับถมก็เพิ่มความลาดเทของท้องน้ำให้สูงขึ้นด้วย ส่วนในบริเวณที่กระแสน้ำลดความเร็วลงอย่างรวดเร็ว เช่นเมื่อแม่น้ำไหลลงบริเวณที่มีท้องน้ำกว้างและนิ่ง เช่น ทะเลสาบ และมหาสมุทร ความเร็วของน้ำจะลดลงทันที บริเวณนี้จะมีการทับถมของตะกอนเช่นเดียวกัน

ตามกฎธรรมชาติ กล่าวได้ว่าขบวนการต่าง ๆ บนโลก เป็นขบวนการที่ดำเนินไปเพื่อให้เกิดความสมดุลในธรรมชาติ ตัวกระทำต่าง ๆ เช่น ลม น้ำ ธารน้ำแข็ง หรือคลื่น ต่างก็กระทำผิวโลกราบเรียบลง ที่สูงจะถูกตัวกระทำต่าง ๆ ทำลายลง ส่วนที่ต่ำจะมีการทับถมให้มีระดับสูงขึ้น ทางด้านการกระทำของแม่น้ำในทางทฤษฎีถือเอาระดับน้ำทะเลปานกลางเป็นระดับที่ต่ำที่สุดที่แม่น้ำจะกัดเซาะหรือเรียกว่าระดับอยู่ตัว (base level) ของแม่น้ำ

วิวัฒนาการของแม่น้ำนับตั้งแต่มีน้ำไหลออกจากต้นน้ำจนกระทั่งเป็นแม่น้ำอยู่ตัว (graded stream) หมายถึง ลำน้ำซึ่งการกัดกร่อนโดยพลังน้ำได้ทำให้ท้องน้ำมีระดับใกล้เคียงหรือเกือบเท่ากับระดับอยู่ตัว (base level) โดยสังเกตได้จากน้ำไหลเอื่อย ๆ และระดับพื้นท้องน้ำไม่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแบบต่าง ๆ

## วงจรการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิประเทศจากการกระทำของแม่น้ำ

William M. Davis นักธรณีวิทยา ชาวอเมริกัน ได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกระทำของแม่น้ำไว้เป็นวงจร โดยแบ่งลักษณะภูมิประเทศออกเป็น 3 ระยะ คือ

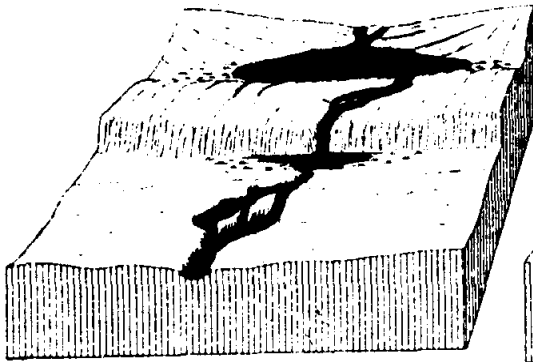
วัยอ่อน (young age) เป็นระยะที่แม่น้ำเริ่มก่อตัวขึ้น ลักษณะภูมิประเทศมีความทุรกันดารมาก แม่น้ำยังไหลไปตามลักษณะโครงสร้างของหินเปลือกโลกในบริเวณนั้น ท้องน้ำจะขรุขระ มีเกาะแก่ง หรือน้ำตกในตอนต้นที่มีความแข็งแกร่งสึกกร่อนยาก ในตอนที่แผ่นดินมีความราบเรียบอาจมีทะเลสาบ หรือเป็นแอ่ง ระยะนี้ภูมิประเทศมีความชันมากน้ำจะไหลแรง และกัดเซาะในแนวตั้งเพื่อลดความชันของท้องน้ำ หุบเขาแคบเป็นรูปตัววี (V) ไม่มีที่ราบน้ำท่วมถึง (รูป 6.2 ก. และ 6.2 ข.)

วัยหนุ่ม (mature age) ทะเลสาบ น้ำตก เกาะแก่งถูกทำลายไป ท้องน้ำราบเรียบขึ้น ระยะนี้แม่น้ำเริ่มกัดเซาะทางด้านข้าง หุบเขายาวกว้างขึ้น แม่น้ำไหลคดเคี้ยว (meandering river) เริ่มปรากฏที่ราบน้ำท่วมถึง (รูป 6.2 ค.)

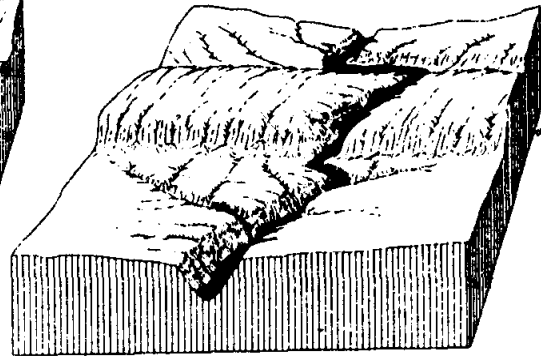
วัยแก่ (old age) เป็นตอนที่หุบเขามีความกว้างมาก แม่น้ำไหลช้าที่ราบน้ำท่วมถึงมีขนาดใหญ่มาก แม่น้ำส่วนที่โค้งตัวกว้าง มีทะเลสาบรูปแอกบนที่ราบน้ำท่วมถึง ในระยะสุดท้ายของวงจร ลุ่มน้ำนั้นกลายเป็นที่ราบ ที่อาจมีเนินเตี้ย ๆ สลับเรียกว่าที่ราบลูกฟูก (peneplain) หรือบนที่ราบอาจมีภูเขาที่หลงเหลือจากการกัดเซาะของแม่น้ำอยู่โดด ๆ เรียกว่า เขาโดด (monadnock) (รูป 6.2 ง.)

ในบางบริเวณที่แม่น้ำวัยแก่ไหลผ่าน เป็นแม่น้ำอยู่ตัว (graded stream) ที่ไหลเอื่อยแต่กลับมีกำลังการกัดกร่อนขึ้นมาใหม่ได้ เพราะแผ่นดินถูกยกตัว โดยการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ทำให้แม่น้ำมีแรงกัดเซาะในทางลึก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า rejuvenation เป็นกระบวนการฟื้นคืนพลังของแม่น้ำ ลักษณะเช่นนี้บางครั้งอาจพบแก่งน้ำตกตรงบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ ถ้าเกิดในบริเวณที่ราบน้ำท่วมจะเกิดเป็นโกรกธาร (gorge) มีลักษณะเป็นหุบผาลึกชันและที่ราบเดิมจะอยู่สูงกว่าระดับของแม่น้ำที่อยู่เบื้องล่าง ที่ราบน้ำท่วมที่ถูกยกตัวขึ้นนี้เรียกว่า rock terrace (รูป 6.3)

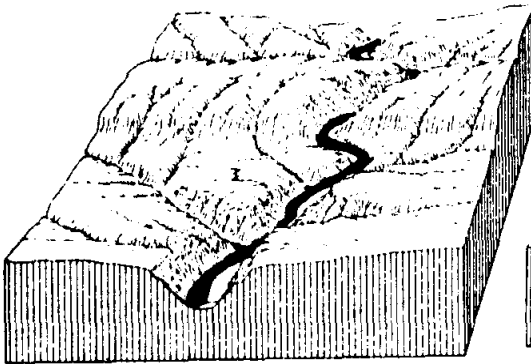




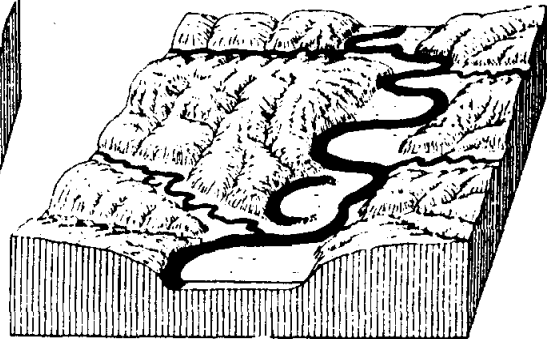
ก. วัยอ่อนตอนต้น



ข. วัยอ่อนตอนกลาง

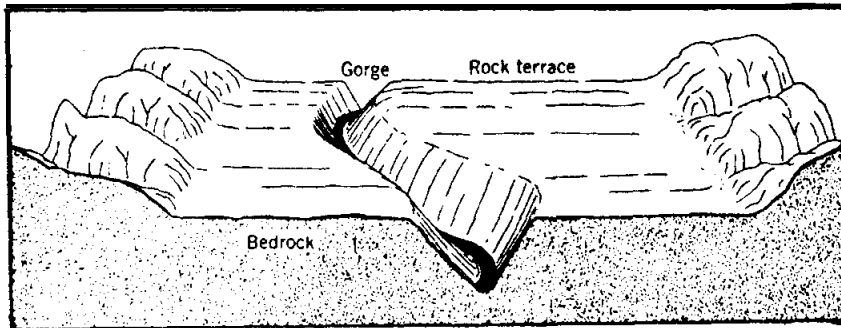


ค. วัยหนุ่ม



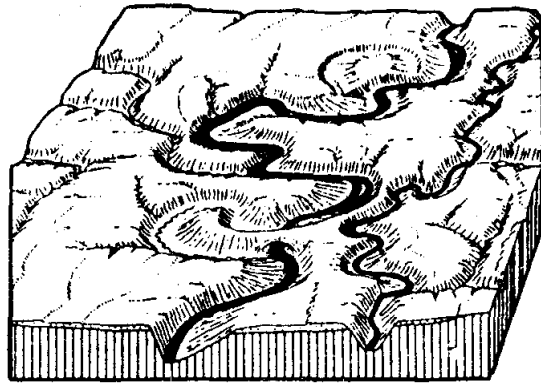
ง. วัยแก่

รูปที่ 6.2 แม่น้ำในวัยต่างๆ



รูปที่ 6.3 แม่น้ำอยู่ตัว (GRADED STREAM)

กระบวนการกลับคืนพลังนี้อาจทำให้เกิดทางน้ำโค้งตัว (meander) ที่กัดเซาะหินดาน (bed rock) เป็นร่องลึกลงไปมากกว่าทางน้ำโค้งตัวธรรมดา แต่หินดานเป็นหินแข็งทางน้ำจึงรักษารูปรอยการโค้งตัวไว้ไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายนัก ทางน้ำโค้งตัวแบบนี้ เรียกว่า entrenched meanders หรืออาจกล่าวได้ง่ายๆ ว่าเป็นทางน้ำโค้งตัวที่อยู่ตัว ถ้าทางน้ำโค้งตัวอยู่ตัวนี้เปลี่ยนทิศทางการพยายามไหลตรงตัดส่วนโค้งกลายเป็นคลองลัด (cut off) และผ่านหินดานที่แข็งแกร่งจำพวกหินทราย จะเกิดลักษณะภูมิประเทศเป็นสะพานหินธรรมชาติ (natural bridge) ได้ (รูป 6.4)



รูปที่ 6.4  
แสดงการกระทำของแม่น้ำโค้งตัวอยู่ตัว

### ลักษณะพื้นแผ่นดินที่เกิดจากการกัดเซาะทำลายของแม่น้ำ

แก่ง (rapid) และน้ำตก (waterfall) ในระยะที่แม่น้ำก่อตัวขึ้นใหม่ ๆ ท้องน้ำมีความชัน แม่น้ำมีกำลังแรงเกิดการกัดเซาะบริเวณท้องน้ำ ในหินที่มีความแข็งแกร่งไม่เท่ากันเกิดลักษณะเป็นแก่ง (rapid) และมีน้ำตกคั่นอยู่ในตอนที่หินดานเป็นหินแข็ง

**แอ่งฐานน้ำตก (plunge - pool)** เป็นแอ่งที่เกิดจากแรงกัดเซาะของน้ำตกชนิดที่ไหลแรงกระแทกหินเบื้องล่าง ทำให้เกิดเป็นแอ่งหรือเป็นโพรงขึ้นที่ฐานน้ำตกนั้น

**บ่อกลมหรือหลุมกลม (pot hole)** มักจะพบตอนที่ท้องน้ำชัน เช่นตอนที่น้ำตก หรือเกาะแก่ง น้ำไหลแรงทำให้เกิดเป็นกระแสน้ำวน กรวดหินที่มากับน้ำจะขัดถูท้องน้ำเป็นหลุมกลมอยู่บนหน้าหิน หลุมกลมนี้มีขนาดตั้งแต่ 4 - 5 เซนติเมตร จนถึง 6 - 7 เมตร เกิดในหินแข็ง เช่น หินแกรนิต หินบะซอลท์

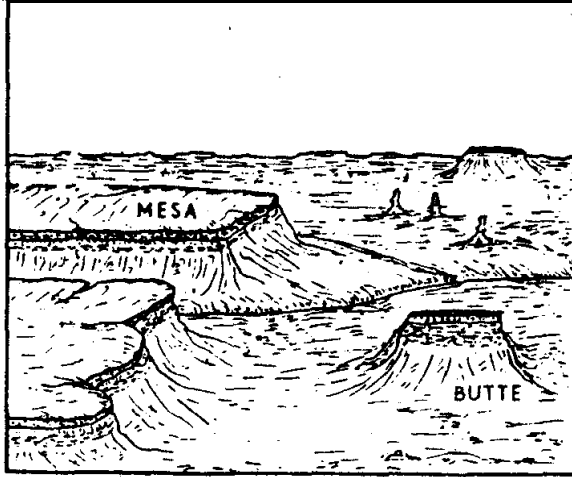
**หุบผาชัน (canyon)** ลักษณะเป็นหุบผาสีชันเกิดเพราะน้ำกัดเซาะท้องน้ำอย่างรวดเร็วจนเป็นร่องลึกลงไป เหลือหน้าผาสองด้านสูงชัน พบในเขตภูมิอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง เป็นการทำลายของแม่น้ำตอนวัยต้น ๆ

**สะพานธรรมชาติ (natural bridge)** ในหุบเขาบางแห่งมีสะพานเป็นหินโค้งเชื่อมผนังทั้งสองด้านของหุบเขา เรียกว่า natural bridge อาจเกิดจากตอนที่แม่น้ำไหลซึมลงไปตามรอยแยก (joint) ในหินดานเป็นทางน้ำใต้ดินอยู่ก่อน และเมื่อไหลขึ้นพื้นผิวอีกครั้งหนึ่ง แม่น้ำจะกัดเซาะหินตอนบนเป็นโพรงให้เกิดเป็นสะพานธรรมชาติขึ้น หรืออาจเกิดจากการกระทำของทางน้ำโค้งตัวอยู่ตัว (entrenched meanders)

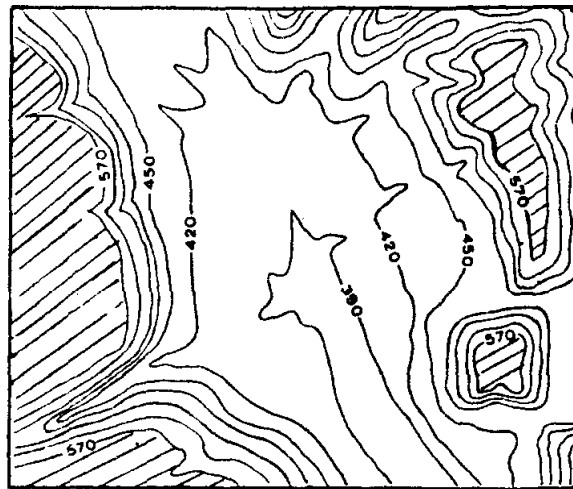
ส่วนที่สูงที่หลงเหลือ จากการสึกกร่อนมีรูปร่างต่างกันตามโครงสร้างการวางตัวของหินดาน ถ้าหินวางตัวในแนวนอนและหินตอนบนแข็งแกร่ง ที่สูงนั้นจะมีลักษณะเป็นภูเขาที่มียอดราบ เรียกว่า เนินเมซา (mesa) ถ้ามีขนาดเล็กเรียกว่า เนินบูต (butte) ถ้าหินวางตัวเอียง การกัดเซาะของแม่น้ำจะทำให้ตอนที่หินแข็งเกิดที่สูงที่มีหน้าผาชันด้านหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งมีความลาดเทเพียงเล็กน้อย เรียกว่า เขาควอสตา (cuesta) หรือเขาอีโต้

### **ลักษณะพื้นแผ่นดินที่เกิดจากการทับถมของแม่น้ำ**

**ที่ราบน้ำท่วมถึง (flood plain)** แม่น้ำที่ไหลผ่านบริเวณที่ขรุขระชันมาก จะพยายามกัดเซาะท้องน้ำให้ราบเรียบ และลดความชันของท้องน้ำลงเมื่อความชันของท้องน้ำลดลงมาก แม่น้ำจะไหลคดเคี้ยวกัดเซาะหุบเขาให้กว้างขึ้น แม่น้ำที่ไหลคดเคี้ยวเรียกว่า แม่น้ำโค้งตัว (meandering river) มี bed load น้อย ท้องน้ำลึกและตลิ่งชัน และพัดพา load ที่มีขนาดเล็กเมื่อทางน้ำเป็นรูปโค้งแล้ว ส่วนที่โค้งจะโค้งมากขึ้นเนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดขึ้นขณะที่



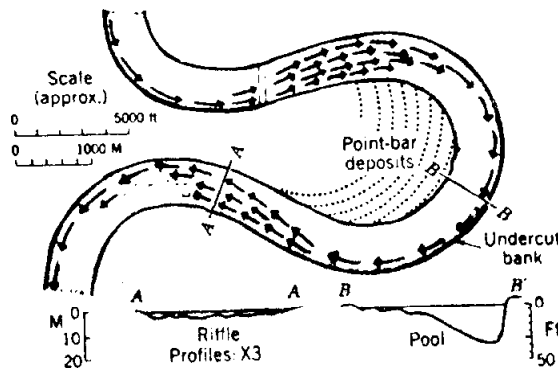
รูปที่ 6.5 เนินเมฆา และเนินบูต



รูปที่ 6.6

~~~~~ เส้นชั้นความสูง  
 [Hatched Area] พื้นที่ที่หลงเหลือจากการกัดเซาะ

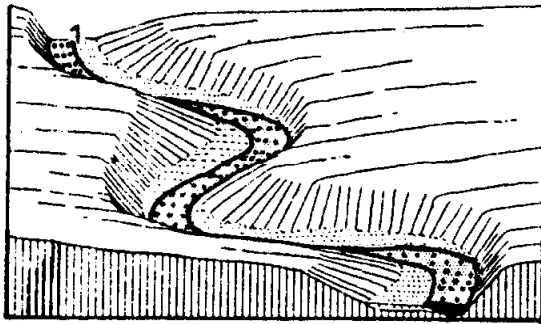
น้ำไหลมาตามหัวโค้ง แรงหนีศูนย์กลางจะทำให้น้ำไหลปะทะฝั่งด้านนอกของหัวโค้ง ฝั่งน้ำตอนนี้จะถูกกัดเซาะที่ตอนล่างทำให้ฝั่งมีความชันมากเรียกว่า undercut bank ส่วนทางตอนในหัวโค้ง กระแสน้ำอ่อนกว่าจะมีการทับถมของตะกอนเป็นเนิน ตะกอนทางตอนในหัวโค้งนี้เรียกว่า point bar เมื่อแม่น้ำกัดเซาะทำให้หุบเขากว้างขึ้น พื้นที่ราบปกคลุมด้วยตะกอนทั้งสองตลิ่งของแม่น้ำที่เรียกว่า flood plain (รูป 6.7)



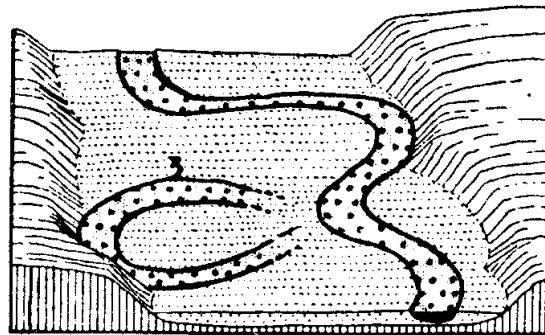
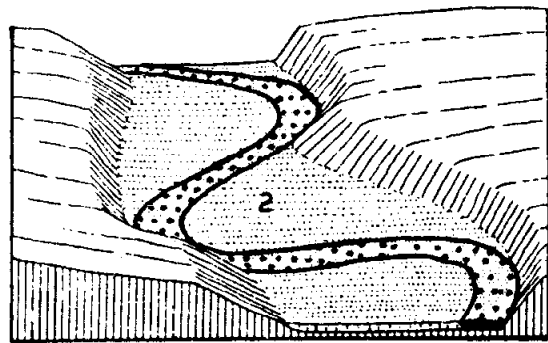
รูปที่ 6.7 ที่ราบน้ำท่วมถึง

**คันดินธรรมชาติ (natural levee)** ในเวลาที่มีพายุหรือน้ำน้ำจะล้นฝั่งแม่น้ำ ขณะที่น้ำกำลังท่วมกระแสน้ำในแม่น้ำไหลแรงพาเอาตะกอนขนาดต่าง ๆ มาด้วย เมื่อน้ำล้นฝั่งความเร็วของน้ำจะหยุดลงทันทีที่พบกับความเสียดทานของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ทำให้ตะกอนขนาดใหญ่ตกจมทันทีที่ริมตลิ่งเกิดเป็นคันดินธรรมชาติ (natural levee) โดยที่คันดินนี้มีด้านชั้นหันเข้าสู่แม่น้ำและอีกด้านหนึ่งลาดลงสู่ที่ราบน้ำท่วมถึง ตะกอนที่ทับถมในที่ราบจะเป็นตะกอนขนาดเล็ก ซึ่งสามารถลอยไปได้ไกล ๆ

**ทะเลสาบรูปแอก (ox-bow lake)** แม่น้ำโค้งตัวในบางแห่งไหลโค้งจนคอดเกือบประชิดกัน ทำให้น้ำพยายามไหลลัดทางเดินเป็นทางตรง ณ จุดนี้ ทางน้ำตรงนี้เรียกว่า cut off ทางน้ำส่วนโค้งที่ถูกตัดออกอาจมีน้ำขังเป็นทะเลสาบ เรียกว่าทะเลสาบรูปแอก (ox-bow lake) หรือน้ำแห้งหายไปเหลือแต่ร่องรอยของทางน้ำเก่า (รูป 6.8)



1. แม่น้ำโค้งตวัด
2. ที่ราบน้ำท่วมถึง
3. ทะเลสาบรูปแอก

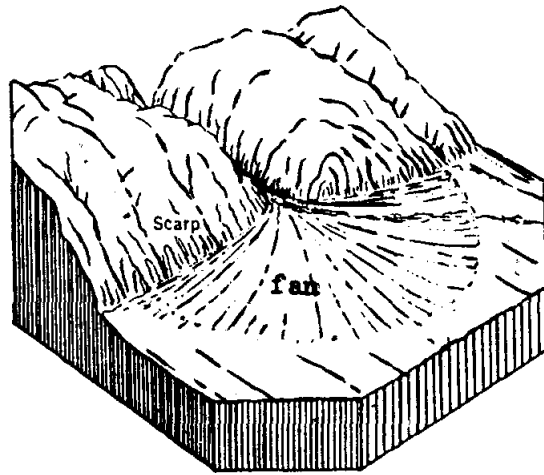


รูปที่ 6.8

แสดงการพัฒนาทางเดินของแม่น้ำโค้งตวัดเป็นทะเลสาบรูปแอก

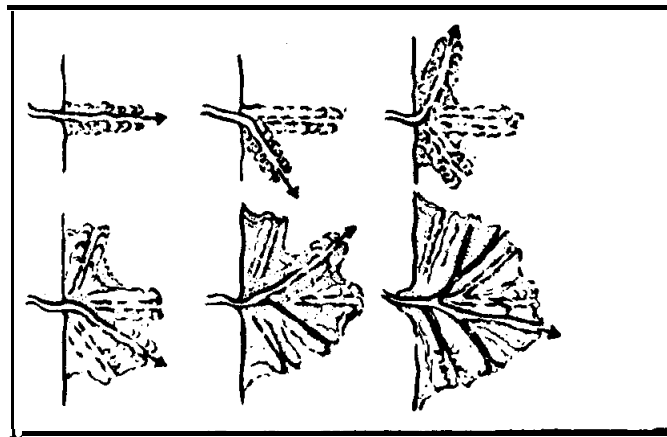
แม่น้ำยาซู (Yazoo) แควบางสายของแม่น้ำที่ไหลบนที่ราบน้ำท่วมถึง บางครั้งก็ไม่สามารถมารวมกับแม่น้ำสายใหญ่ได้เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางเช่น คันดินธรรมชาติ จึงไหลขนานกันไปเป็นระยะทางไกลจนกว่าจะไหลมารวมกับแม่น้ำใหญ่ได้ แควที่ไหลขนานนี้เรียกว่าแม่น้ำยาซู (Yazoo river) เป็นชื่อใช้เรียกตามแม่น้ำยาซูซึ่งไหลขนานกับแม่น้ำมิสซิสซิปปี เป็นระยะทาง 280 กิโลเมตร หรือ 175 ไมล์

เนินตะกอนรูปพัด (alluvial fan) เกิดจากแม่น้ำที่ไหลจากภูเขาและมีตะกอนพัดพามากมาย เมื่อมาถึงตอนที่เป็นเขตติดต่อดต่อบริเวณภูเขาที่ราบหรือหุบเขาที่กว้างกว่าระดับท้องน้ำจะเปลี่ยนไป ทำให้กระแสน้ำลดลงมาก จนพัดพาตะกอนต่อไปไม่ได้ ตะกอนดังกล่าวจะตกทับถมแผ่กระจายออกไปเป็นรูปพัดตรงบริเวณนั้น (รูป 6.9)



รูปที่ 6.9 เนินตะกอนรูปพัด

**ดินดอนสามเหลี่ยม (delta)** คือพื้นดินตรงบริเวณปากแม่น้ำซึ่งมีรูปร่างคล้ายพัด เกิดจากการที่แม่น้ำและสาขาต่าง ๆ ที่แผ่กระจายออกตรงปากน้ำพาตะกอนมาทับถมอยู่ตลอดเวลา พื้นที่ของน้ำมีระดับสูงขึ้น น้ำไหลช้าลงทำให้การตกตะกอนเพิ่มมากขึ้นจนสูงพ้นระดับน้ำ กลายเป็นพื้นดินแผ่กระจายตรงปากน้ำ (รูป 6.10)

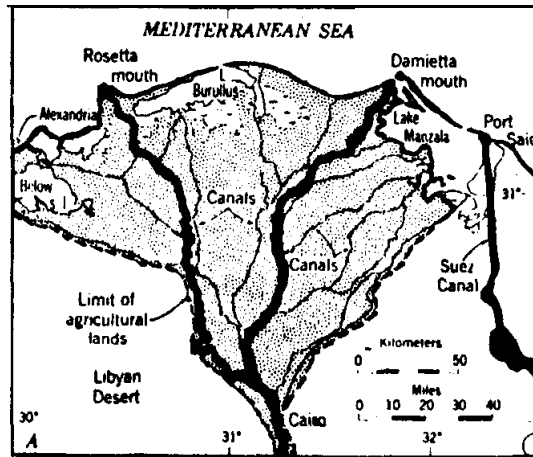


รูปที่ 6.10. แสดงการเกิดดินดอนสามเหลี่ยม

### รูปร่างของดินดอนสามเหลี่ยม

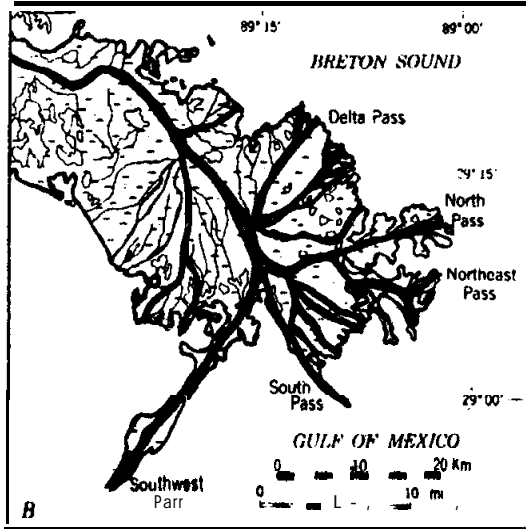
แบบที่ 1 แบบรูปโค้ง (arcuate) เป็นดินดอนรูปสามเหลี่ยมหรือรูปพัด เป็นแบบที่พบกันมาก เกิดจากการทับถมของตะกอนขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่ตะกอนละเอียดจนกระทั่งพวกกรวด หصى ตะกอนขนาดใหญ่ทำให้แม่น้ำที่ไหลมาแรงไหลไม่สะดวก แยกสาขาเป็นสายเล็ก ๆ มากมาย และในที่สุดตะกอนต่าง ๆ ที่มากับแม่น้ำสาขาเหล่านี้จะทับถมแผ่กระจายเป็นรูปพัด ดังเช่นดินดอนสามเหลี่ยมของแม่น้ำไนล์ (Nile) แม่น้ำไรน์ (Rhine) แม่น้ำฮวงโห แม่น้ำอิรวดี เป็นต้น





รูปที่ 6.11. ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำไนล์

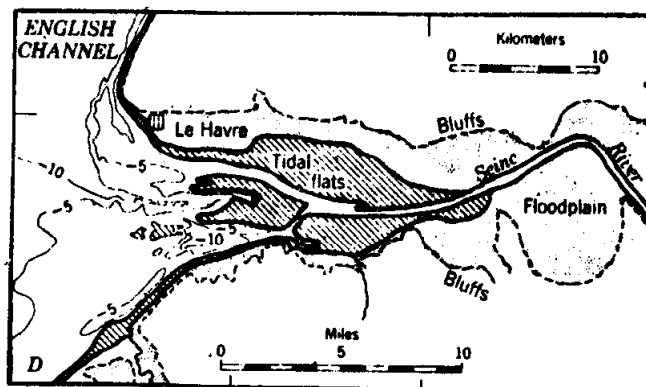
แบบที่ 2 แบบตีนนก (bird's foot) มีลักษณะแยกเป็นแฉก ๆ เหมือนตีนนก เกิดจากแม่น้ำพาตะกอนละเอียดมาเป็นจำนวนมาก แม่น้ำสายใหญ่รวมทั้งสาขาต่าง ๆ สามารถพาตะกอนขนาดเล็กมาทับถมจนถึงปลายสุดของแม่น้ำแต่ละสายได้สะดวก ทำให้เกิดดินดอนยาวไปตามแม่น้ำสายต่าง ๆ และมีรูปร่างแยกเป็นแฉก ๆ ยาวคล้ายนิ้ว เช่นดินดอนสามเหลี่ยมของแม่น้ำมิสซิสซิปปี



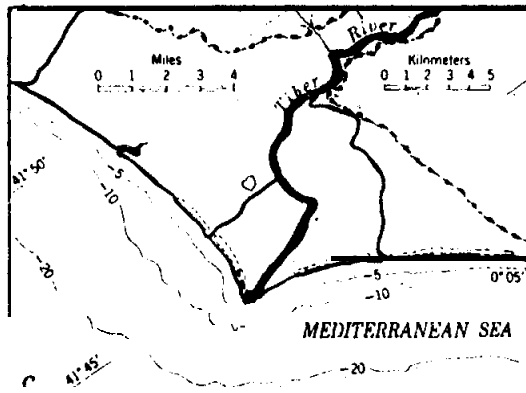
รูปที่ 6.12 ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำมิสซิสซิปปี

แบบที่ 3 แบบรูปร่างยาว (elongated หรือ estuarine) เป็นดินดอนสามเหลี่ยมที่มีส่วนยื่นยาวไปในทะเล เกิดขึ้นเนื่องจากตรงบริเวณปากแม่น้ำเป็นแผ่นดินที่ยุบตัวลงไปจึงมีลักษณะเป็นอ่าวน้ำลึกเข้าไปในแผ่นดิน ตะกอนที่ตกจมทับถมจึงมีลักษณะยาว แคบค้อมรูปร่างของปากแม่น้ำ เช่น ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเซน (Seine) ในฝรั่งเศสที่ไหลผ่านกรุงปารีส ออกสู่ช่องแคบอังกฤษ

รูปที่ 6.13. ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ Seine



แบบที่ 4 แบบมีมุมแหลม (cusped) เป็นดินดอนสามเหลี่ยมที่มีมุมแหลม เกิดขึ้น เพราะอิทธิพลของคลื่น และกระแสน้ำที่พัดปะทะกอนบริเวณปากแม่น้ำให้เป็นมุมแหลม เช่น ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำไทเบอร์ (Tiber) ในอิตาลี

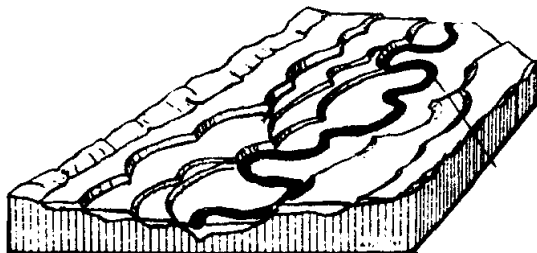
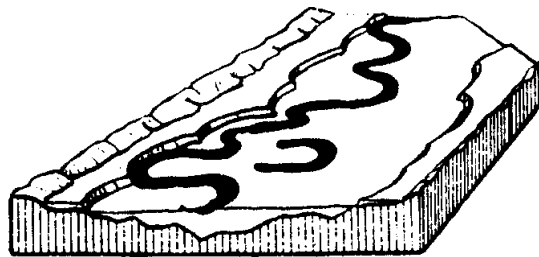
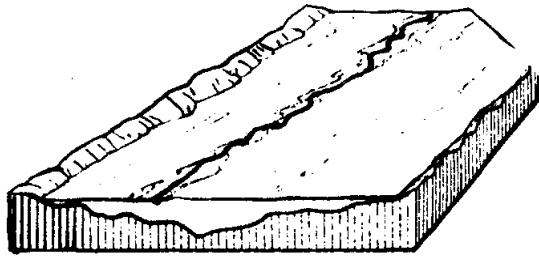


รูปที่ 6.14 ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำไทเบอร์

ตะพักตลิ่งเก่า (river terrace) เกิดจากการที่แม่น้ำกัดเซาะบนที่ราบน้ำท่วมของผืน ส่วนที่หลงเหลืออยู่ของที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นพื้นที่ราบเรียบเป็นขั้นแคบ ๆ ข้างตลิ่ง อาจเกิดจาก แผ่นดินสูงขึ้นหรือต่ำลงเป็นครั้งคราว ทำให้ตลิ่งขยับเป็นขั้น ๆ หรือเกิดจากกระแสน้ำไหลแรง ขึ้น และสามารถกัดเซาะที่ราบลุ่มน้ำจนต่ำลง จึงทำให้ที่ราบส่วนที่เหลืออยู่สูงกว่าท้องน้ำใหม่ นานเข้าท้องน้ำจะกว้างออกและอาจเกิดที่ราบลุ่มน้ำขึ้นใหม่อีกวนเวียนกันไปจนเกิดที่ราบเป็น ขั้น ๆ ข้างตลิ่งในบริเวณนั้น (รูป 6.15)

ธารประสานสาย (braided stream) ได้แก่ แม่น้ำที่ไม่มีลำน้ำสายใหญ่แต่แตกเป็น สายเล็ก ๆ หลายสายไหลตัดกันไปมา บางตอนก็ไหลมารวมกัน บางตอนก็ไหลแยกออกจากกัน เกิดขึ้นโดยท้องน้ำที่ตื้นเขินด้วยตะกอนของกรวดทราย ซึ่งกรวดหินใหญ่จะกีดขวางทางน้ำทำให้น้ำไหลไม่สะดวกเปลี่ยนทางเดินอยู่ตลอดเวลา เกิดธารน้ำหลายสาย มักพบตรงบริเวณที่แม่น้ำ ไหลจากที่ราบสูงสู่ที่ราบโดยทันที กระแสน้ำอ่อนกำลังลงอย่างกระทันหันทำให้แม่น้ำไม่มีกำลัง

พัดพาตะกอนต่อไปได้ที่ราบน้ำท่วม (flood plain) ที่เกิดจากการทับถมของธารประสานสาย มีความลาดชันน้อยกว่าที่เกิดจากการทับถมของแม่น้ำโค้งตัว (meander)

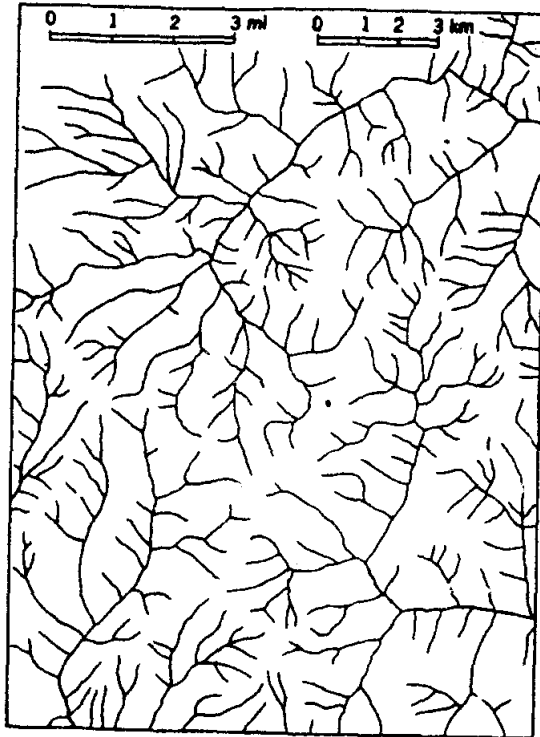


รูปที่ 6.15 แสดงการเกิดตะพักลิ่งเก่า

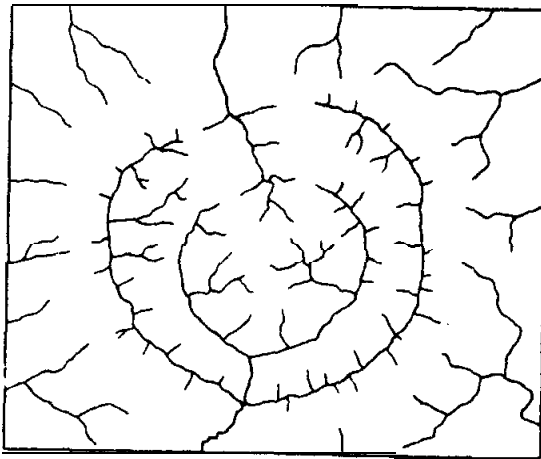
นอกจากแม่น้ำจะเป็นตัวการเปลี่ยนแปลงเปลือกโลกเกิดมีลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ แล้ว ขณะเดียวกันโครงสร้างทางธรณีวิทยา และรูปสัณฐานของแผ่นดินอันเกิดจากแรงกระทำภายในโลก ยังมีอิทธิพลต่อรูปแบบของแม่น้ำ (stream patterns) ซึ่งมีอยู่หลายแบบ เช่น (รูป 6.16 - 6.20)

1. Dendritic pattern รูปแบบเหมือนต้นไม้ ไม่แน่นอน มีลำน้ำสาขามากมายไหลมารวมในแม่น้ำใหญ่เป็นมุมแหลม เป็นรูปแบบที่พบมากที่สุด เกิดในบริเวณที่ไม่มีโครงสร้างทางธรณีพิเศษใด ๆ หรืออาจเป็นหินส่วนใหญ่ในบริเวณนั้น มีความทนทานต่อการผุพังอยู่กับที่หรือกษัยการเท่ากัน
2. Radial pattern เกิดในบริเวณที่โครงสร้างทางธรณีเป็นรูปโดมหรือรูปกรวย เช่น ภูเขาไฟ ภูเขาโดม
3. Centripetal pattern รูปแบบนี้ แม่น้ำลำธาร จะไหลมารวมกันยังจุดกลาง เช่น ในบริเวณที่เป็นแอ่ง
4. Trellis pattern เป็นแบบที่แม่น้ำลำธารไหลขนานกัน และเชื่อมต่อกันโดยลำน้ำสายสั้น ๆ เป็นมุมฉาก เกิดในบริเวณที่แผ่นดินโค้งตัวขนานกัน พื้นที่ที่อยู่ระหว่างลำธารที่ขนานกันนั้นเป็นหินที่มีความทนทานสูงกว่า
5. Rectangular pattern เป็นแบบที่แม่น้ำลำธารไหลตามรอยแยก (joints) ของหิน เช่น หิน plutonic หรือหินแปร

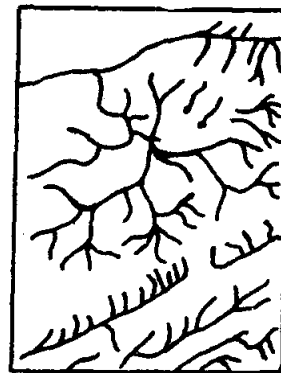
Stream patterns



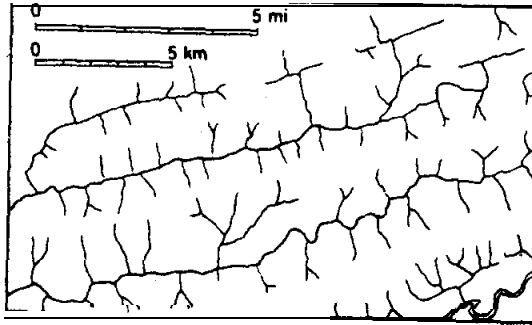
រូប 6.16 Dendritic



រូប 6.17 Radial

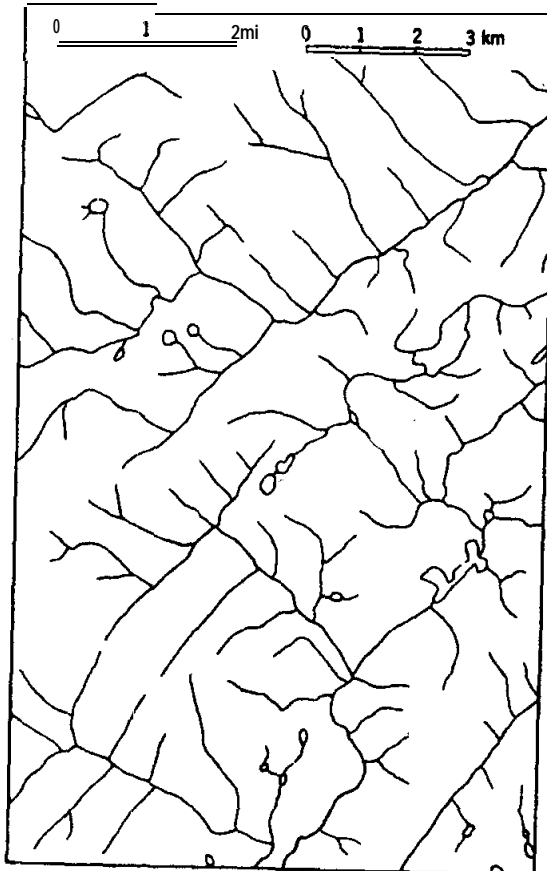


រូប 6.18 Centripetal



រូបភាព 6.19 Trellis

រូបភាព 6.20 Rectangular



# ธารน้ำแข็ง

รศ. วรณศิริ เดชะคุปต์

## กำเนิดธารน้ำแข็ง

ธารน้ำแข็งเกิดจากหิมะที่ตกลงทับถม และจับตัวเป็นเนื้อเดียวกัน หิมะเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากไอน้ำในอากาศเปลี่ยนสภาวะเป็นผืนน้ำแข็งเล็ก ๆ ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าขีดเยือกแข็ง (0° ซ หรือ 32° ฟ) แนวระดับต่ำที่สุดของพื้นที่ที่มีหิมะปกคลุมอยู่ได้ตลอดปี หรือที่เรียกว่าเส้นขอบหิมะ (SNOW LINE) นั้นพบในระดับสูงต่าง ๆ กันเช่น :

|                      |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| ในบริเวณขั้วโลก      | อยู่ระดับน้ำทะเล                          |
| ในพื้นที่ใกล้ขั้วโลก | จะอยู่ใกล้ระดับน้ำทะเล                    |
| ในบริเวณใกล้เขตร้อน  | จะอยู่ในพื้นที่สูงเฉลี่ยประมาณ 15,000 ฟุต |

หิมะที่จับตัวกันเป็นก้อนคล้ายน้ำแข็งเรียกว่า หิมะน้ำแข็ง (FIRN หรือ NÉVÉ) มักปรากฏอยู่ตามบริเวณต้นกำเนิดธารน้ำแข็ง

บริเวณที่มีหิมะปกคลุมตลอดทั้งปี หรือที่เรียกว่า หิมะ (SNOWFIELD) นี้ประกอบด้วยหิมะน้ำแข็ง ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนสภาพเป็นน้ำแข็ง (ICE) ปกคลุมพื้นที่อันกว้างใหญ่นั้นกลายเป็นทุ่งน้ำแข็ง (ICE FIELD) ที่เต็มไปด้วยพืดน้ำแข็ง (ICE SHEET)

## ประเภทธารน้ำแข็ง

ธารน้ำแข็งมี 2 ประเภทคือ ธารน้ำแข็งทวีป และธารน้ำแข็งหุบเขา

ธารน้ำแข็งทวีป (CONTINENTAL GLACIER) หรือพืดน้ำแข็ง ปัจจุบันพบในบริเวณทวีปแอนตาร์กติกาและเกาะกรีนแลนด์เป็นส่วนใหญ่ ส่วนธารน้ำแข็งหุบเขา (VALLEY GLACIER) พบในหุบเขาปัจจุบันยังคงปรากฏอยู่ตามเทือกเขาสูง ๆ เช่น เทือกเขาหิมาลัย (ทวีปเอเชีย) เทือกเขาแอลป์ (ทวีปยุโรป) เทือกเขารอกกี (ทวีปอเมริกาเหนือ) และเทือกเขาแอนดิส (ทวีปอเมริกาใต้)



## สมัยน้ำแข็ง

ในทางธรณีวิทยา เชื่อกันว่าระยะเวลาที่มีพืดน้ำแข็งปกคลุมพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของโลก หรือที่เรียกว่าสมัยน้ำแข็ง (THE ICE AGE) เกิดมีขึ้นหลายครั้งแล้วแต่ครั้งหลังสุดเกิดในสมัยไพลสโตซีน (PLEISTOCENCE) ในยุคควอเตอร์นารี (QUATERNARY) ซึ่งมีระยะเวลาดังต้นเมื่อประมาณหนึ่งล้านปีมาแล้ว และสิ้นสุดลงเมื่อประมาณ 25,000 ปีที่แล้วมา

ธารน้ำแข็งมีอิทธิพลต่อลักษณะภูมิประเทศมาก เมื่อธารน้ำแข็งเคลื่อนที่จะทำให้เกิดรอยแตกแยกในธารน้ำแข็งที่เรียกว่า เหวน้ำแข็ง (CREVASS) ธารน้ำแข็งเมื่อไหลผ่านในบริเวณพื้นที่สูง จะเป็นตัวการธรรมชาติทำให้เกิดการกัดกร่อนพื้นที่เป็นบริเวณใหญ่ แต่เมื่อไหลผ่านพื้นที่ราบลุ่ม ก็จะเป็นตัวการทำให้เกิดการทับถมเป็นส่วนใหญ่ในทวีปในซีกโลกเหนือ จะพบบริเวณหลายแห่งซึ่งปัจจุบันปราศจากน้ำแข็ง แต่ยังคงมีร่องรอยการกระทำของธารน้ำแข็งปรากฏอยู่ โดยเฉพาะในระยะปลายของสมัยน้ำแข็ง น้ำแข็งที่ละลายได้รวมกันกลายเป็นทางน้ำหรือแม่น้ำหลายสายไหลลงสู่ทะเล และแม่น้ำเหล่านั้น ได้นำตะกอนธารน้ำแข็งมาทับถมในพื้นที่ที่ไหลผ่าน ซึ่งตั้งอยู่นอกเขตพื้นที่ที่เคยปกคลุมด้วยธารน้ำแข็ง

### วิธีการกัดเซาะของธารน้ำแข็ง

ธารน้ำแข็งมีวิธีการกัดเซาะ 2 วิธีการคือ

1. การเก็บ (PLUCKING).
2. การคราดไถ (ABRASION)

### รูปลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกัดเซาะของธารน้ำแข็ง

รูปลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกัดเซาะของธารน้ำแข็ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเภทธารน้ำแข็งหุบเขา มีหลายรูปแบบต่าง ๆ กันที่สำคัญได้แก่

**ริ้วรอยขนาน (STRIAE)** คือรอยขีดขนานเล็ก ๆ ที่ปรากฏบนหน้าหินใต้ธารน้ำแข็ง

**รอก มูตอนเน (ROCHE MOUTONNEE)** คือหินที่ถูกเศษหินในธารน้ำแข็งครูดผ่าน ทำให้พื้นผิวหน้ามีรอยขีดตามแนวเคลื่อนตัวของธารน้ำแข็งทวีป แต่เนื่องจากหินนั้นมีความแข็งมากกว่าหินอื่น ๆ รอบตัว จึงทำให้เกิดความมนและเป็นริ้วรอยคล้ายหลังแกะ ด้วยเหตุนี้จึงอาจ

เรียกลักษณะภูมิประเทศแบบนี้ชื่อหนึ่งได้ว่า **หินรูปหลังแกะ** ภูมิภาพนี้พบในบริเวณหินฐานธรณี (SHIELD) ทางตอนเหนือของประเทศแคนาดาและในประเทศฟินแลนด์

**เซิร์ก (CIRQUE)** เป็นคำภาษาฝรั่งเศส คือ ภูมิภาพไหล่เขาชันรูปอัฒจันทร์โค้งหรือแอ่งรูปครึ่งวงกลมในบริเวณหน้าผาชัน พบในตอนยอด ๆ ของธารหิมะในภาษาสกอตเรียกลักษณะนี้ว่า **คอร์รี (CORRIE)** ในพื้นที่บางแห่งเมื่อธารน้ำแข็งละลายกลายเป็นทะเลสาบหรือแอ่งน้ำบนเขา ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเช่นนี้มีปรากฏอยู่ในสาธารณรัฐไอซ์แลนด์ แต่เรียกกันว่าตาร์น (TARN)

**งูกเขาปลายตัด (TRUNCATED SPUR)** คือเนินเขาที่ยื่นออกมาสลับกันเป็นฟันปลาตามเส้นทางของหุบเขา แต่ส่วนปลายสุดของเนินถูกตัดหายไปเนื่องจากได้รับการขัดสีจากธารน้ำแข็งที่ไหลเคลื่อนผ่าน

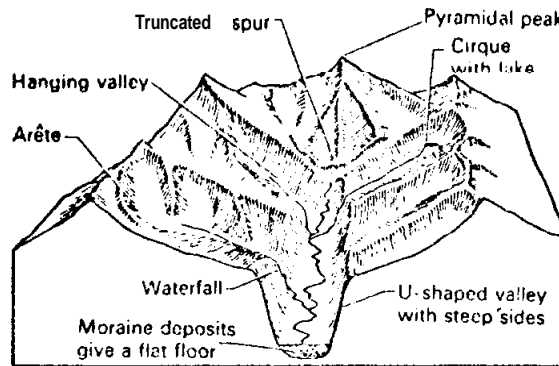
**อาเรต (ARÊTE)** คือสันเขาหยักแหลม ๆ เหนือระดับหิมะเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดเซิร์กในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ลาดเขาชัน ที่มีธารน้ำแข็งกัดเซาะจึงทำให้หินแตกพังทะลาย ขอบแอ่งมีลักษณะคล้ายสันมืด หรืออาจเกิดจากเซิร์กหรือแอ่ง 2 แอ่งเกิดใกล้กัน จนขอบแอ่งที่เป็นผาชัน 2 ด้านประกบติดกันทำให้เกิดมีลักษณะเป็นสันขึ้นมา

**ยอดเขฮอร์น (HORN)** คือยอดเขาที่มีสันสูงชันหลายด้าน เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของธารน้ำแข็งเป็นจำนวนมากที่ไหลจากภูเขาและซูดกัดลาดเขาให้เป็นแอ่งลึก ทำให้เหลือบริเวณตรงกลางและสันเขาโดยรอบสูงชัน คล้ายรูปปิระมิดด้วยเหตุนี้จึงอาจเรียกชื่ออีกชื่อหนึ่งได้ว่า **ยอดเขรูปปิระมิด** ภูเขาที่มีรูปร่างทำนองนี้มักมีคำว่า "ฮอร์น" อยู่ด้วย เช่น แมตเตอร์ฮอร์น (THE MATTERHORN) ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศสวิตเซอร์แลนด์, เวตเตอร์ฮอร์น (WETTERHORN) ตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เป็นต้น

**หุบเขารูปตัว U (U SHAPED VALLEY)** คือหุบเขาที่มีลักษณะลึกและกว้าง มีขอบสูงชัน เกิดขึ้นเนื่องจากการกัดเซาะของธารน้ำแข็งหุบเขาที่ไหลลงสู่บริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก

หุบเขารูปตัว U นี้ถ้าเกิดบนภูเขาที่ตั้งอยู่ริมฝั่งทะเล พื้นหุบเขาอาจอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล เมื่อธารน้ำแข็งละลาย ทำให้น้ำทะเลไหลท่วมเข้ามา จึงทำให้เกิดเป็นอ่าวเล็ก ๆ มีลักษณะแคบและยาวเว้าลึกเข้าไปในระหว่างหน้าผาสูงชันที่เรียกกันว่า **ฟยอร์ด (FJORD)** เช่น บริเวณชายฝั่งของประเทศนอร์เวย์ และกรีนแลนด์ เป็นต้น

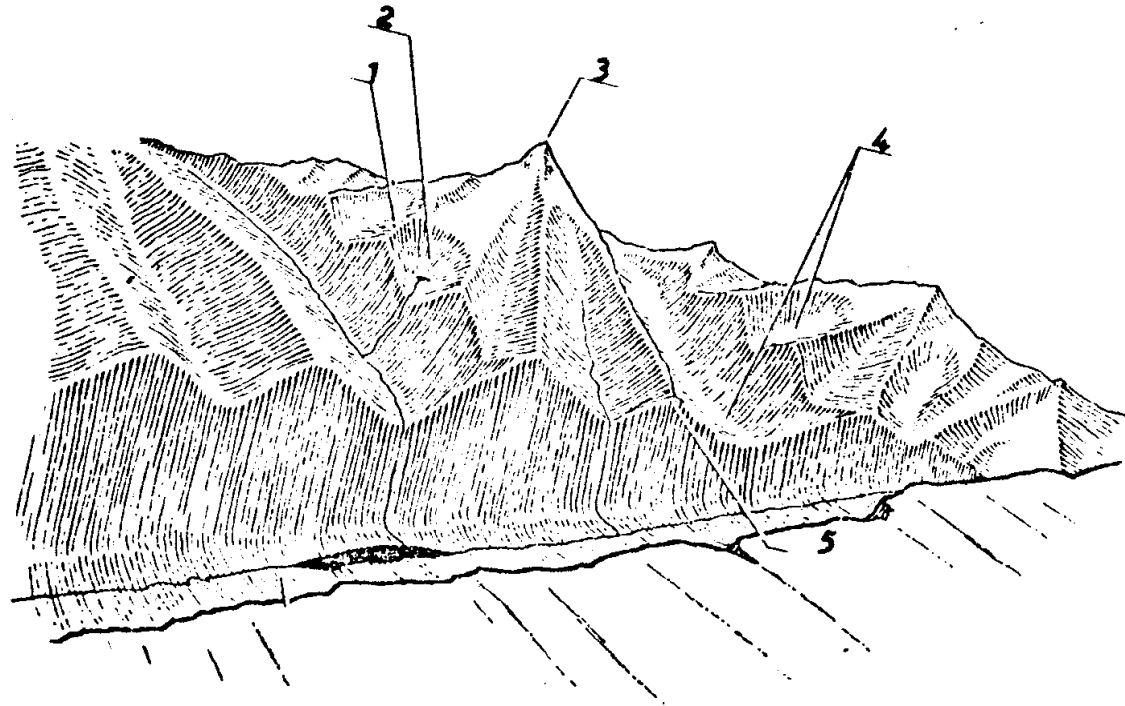
หุบเขาลอย (HANGING VALLEY) คือ หุบเขารูปตัวยูที่มีขนาดเล็กอยู่เหนือหุบเขาใหญ่ในบริเวณที่สูงชัน และเมื่อธารน้ำแข็งละลายหมด จะทำให้เกิดเป็นน้ำตกไหลจากหุบเขาลอยลงมาสู่หุบเขาใหญ่เบื้องล่าง



รูป 6.21 ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกัดเซาะของธารน้ำแข็ง

ทะเลสาบธารน้ำแข็ง (GLACIAL LAKE) คือ แอ่งน้ำในพื้นที่ราบเกิดขึ้นเนื่องจากการกัดเซาะของธารน้ำแข็งทวีป ในบริเวณพื้นที่ราบ จึงทำให้เกิดเป็นแอ่ง เมื่อธารน้ำแข็งละลายจะมีน้ำขังอยู่ ทำให้เกิดเป็นทะเลสาบ เช่นทะเลสาบในประเทศฟินแลนด์ ในทวีปยุโรปและในประเทศแคนาดา ในทวีปอเมริกาเหนือ เป็นต้น

ระแหงน้ำธารน้ำแข็ง (MOULIN หรือ GLACIAL MILL) คือหลุมลึกขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนตัวที่ไม่สม่ำเสมอของธารน้ำแข็งในธาร จึงเป็นเหตุให้ผิวธารเกิดแตกแยกเป็นระแหงขึ้น และที่ใดมีอุณหภูมิสูงพอที่จะละลายผิวธารน้ำแข็งได้ ก็จะทำให้น้ำไหลรวมลงสู่ระแหงนี้



1. อานรัต (ARÊTE)

2. เซิร์ก (CIRQUE)

3. ยอดเขาฮอร์น (PYRAMID PEAK)

4. หุบเขาลอย (HANGING VALLEYS)

5. จมูกเขาปลายตัด (TRUNCATED SPUR)

รูป 6.22

ากการกัดเซาะของธารน้ำแข็ง

## รูปลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถมของธารน้ำแข็ง

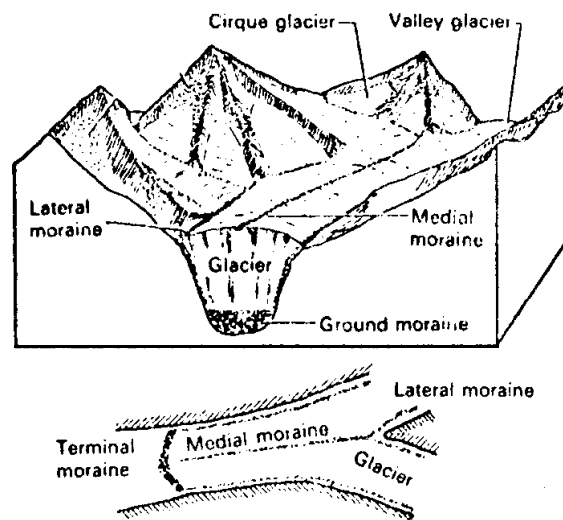
รูปลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถมของธารน้ำแข็ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเภท ธารน้ำแข็งทวีป หรือพืดน้ำแข็ง มีหลายรูปแบบต่าง ๆ กันที่สำคัญได้แก่

**แพเศษหินธารน้ำแข็ง (MORAINE)** คือเศษหินที่แตกหลุดออกมาจากเขาหินสอง ฟากข้างธารน้ำแข็งลงมาสะสมอยู่บนธารน้ำแข็งที่อยู่เบื้องล่าง

เมื่อธารน้ำแข็งเคลื่อนตัวลงสู่ที่ต่ำ ก็พาเอาเศษแพหินเหล่านี้ลอยไปด้วย แพเศษหิน ที่เหยียดยาวเป็นแนวตามขอบซ้ายขวาของธารน้ำแข็งเรียกว่า **แพเศษหินธารน้ำแข็งข้างธาร (LATERAL MORAINE)**

ถ้าธารน้ำแข็งสองธารไหลมาบรรจบกัน แพเศษหินข้างธารของธารหนึ่งเคลื่อนมา รวมเข้ากับแพเศษหินของอีกธารหนึ่งทำให้กลายเป็น **แพเศษหินธารน้ำแข็งกลางธาร (MEDIAL MORAINE)**

แพเศษหินธารน้ำแข็งที่ตกจมอยู่ปลายธารน้ำแข็งซึ่งละลาย เรียกว่า **สิ่งตกจมพื้น ธารน้ำแข็งปลายธาร (TERMINAL MORAINE)**



รูป 6.23 แพเศษหินธารน้ำแข็ง

แพเศษหินธารน้ำแข็งที่ตกจมอยู่ใต้ธารน้ำแข็งเรียกว่า **“สิ่งตกจมพื้นธารน้ำแข็ง”**  
(GROUND MORAINE)

แต่ถ้าธารน้ำแข็งที่ละลายเกิดเคลื่อนที่ถอยตัว จะทำให้เกิดเป็นรูปแบบที่เรียกว่า **สิ่งตกจมพื้นธารน้ำแข็งถอยตัว (RECESSIONAL MORAINE)**

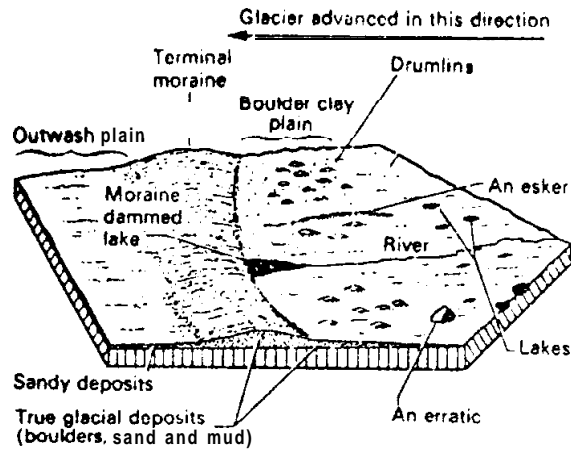
**ที่ราบเศษหินธารน้ำแข็ง (OUTWASH PLAIN)** คือที่ราบซึ่งประกอบไปด้วยเศษหินธารน้ำแข็ง มักพบในบริเวณตอนปลายธารน้ำแข็ง

**ดินหินคละธารน้ำแข็ง (TILL หรือ BOULDER CLAY)** คือดินระคนหินละเอียดรวมทั้งหินก้อนเล็กใหญ่ที่ธารน้ำแข็งพาเคลื่อนตัวลงมา แล้วตกจมอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ ส่วนมากพบในระยะตอนปลายของธารน้ำแข็งทวีป

**เนินกรวดจากธารน้ำแข็ง หรือดรัมลิน (DRUMLIN)** คือเนินกรวดที่มีลักษณะเป็นรูปกลม ยาวไปตามแนวทางเคลื่อนตัวของธารน้ำแข็ง เนินชนิดนี้บางที่มีความหนาหลาย 100 เมตร และมักเกิดเป็นกลุ่ม

**เนินกรวดท้ายธารน้ำแข็ง หรือเอสเกอร์ (ESKER)** คือเนินกรวดที่มีลักษณะเป็นสันยาวคดเคี้ยวท้ายเร็ว เกิดขึ้นเนื่องจากตอนท้ายของธารน้ำแข็ง มีน้ำแข็งละลายไหลเป็นช่องอยู่ภายใต้ และได้นำพาเอากรวดทรายไปทับถมกันเป็นชั้นตามขนาดลักษณะเป็นแนวยาวจะปรากฏอย่างชัดเจนต่อเมื่อธารน้ำแข็งละลายไปหมดแล้วในบางบริเวณเอสเกอร์มีความยาวมากนับเป็นระยะทางถึง 100 ไมล์ (160 กิโลเมตร)

**หินหลงหรือผิดที่ (ERRATIC)** คือ ก้อนหินขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 30 - 250 มิลลิเมตร ซึ่งแตกหลายแล้ว ธารน้ำแข็งทวีปพาไปติดค้างอยู่ที่อื่นไกลจากแหล่งเดิม



รูป 6.24 ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถมของธารน้ำแข็ง

### ประโยชน์ของพื้นที่ที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง

1. ที่ราบ ซึ่งประกอบด้วยหินคละธารน้ำแข็ง บางบริเวณเป็นพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ เนื่องจากได้รับวัสดุตกตะกอนที่มีส่วนผสมของแร่ธาตุที่ให้คุณค่าทางการเกษตร เช่น บริเวณทางตอนเหนือของเขตที่ราบลุ่มตอนกลางของสหรัฐอเมริกา เป็นต้น
2. ทะเลสาบที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง บางแห่งได้ใช้ประโยชน์เป็นเส้นทางขนส่งทางน้ำภายในที่สำคัญ เช่น ทะเลสาบใหญ่ หรือ THE GREAT LAKES ของทวีปอเมริกาเหนือ เป็นต้น
3. น้ำตกที่เกิดจากหุบเขาลอยบางแห่ง มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ เช่น ในประเทศนอร์เว และสวีตเซอร์แลนด์ เป็นต้น
4. รูปลักษณะภูมิประเทศ ที่มีความแตกต่างกันเป็นสิ่งเร้าใจ ส่งเสริมในด้านอุตสาหกรรมท่องเที่ยว แก่ดินแดนนั้น ๆ เช่น ฟยอร์ด ในนอร์เว สวีเดน หรือ แมตเตอร์ฮอร์น ในสวีตเซอร์แลนด์ เป็นต้น

พื้นที่ที่เกิดจากการกระทำของธารน้ำแข็ง มีใช้จะอำนวยความสะดวกประโยชน์ให้มนุษย์เสมอไป พื้นที่ราบดินหินคละธารน้ำแข็ง ในบางบริเวณเป็นที่ลุ่มมาก ถ้าใช้เป็นพื้นที่เกษตรแล้วจะให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่คุ้มกับการลงทุน ดังเช่นปรากฏอยู่ในพื้นที่ตอนกลางของสาธารณรัฐไอร์แลนด์ และในบางบริเวณที่ราบเศษหินธารน้ำแข็งประกอบไปด้วยทรายเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีขีดจำกัดในการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูก บางแห่งจำเป็นต้องปล่อยให้ว่างเปล่าเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ก็ยังมีพื้นที่อีกมากมายที่เต็มไปด้วยทะเลสาบธารน้ำแข็ง ซึ่งมีตะกอนธารน้ำแข็งตกจมอยู่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาพื้นที่ของมนุษย์ ถ้ามนุษย์ขาดทรัพยากรทุน



ข้อสังเกต รูป 6.25 AKRAF JORO ในนอร์เวตะวันออกเฉียงใต้



# ลม

ผศ.วรรณศิริ เดชะคุปต์

## การกระทำของลม

ลมเป็นตัวการธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่ทำให้รูปลักษณะภูมิประเทศเปลี่ยนแปลงไป การกระทำของลมปรากฏผลรุนแรงในบริเวณพื้นที่ที่แห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง โดยจะทำให้หินเปลือกโลกมีการผุพังอยู่กับที่ (WEATHERING) เกิดขึ้น นอกจากนี้แล้วยังเป็นตัวนำพาเศษวัสดุในพื้นที่ที่พัดผ่านไปอีกด้วย แต่ในบริเวณที่ชื้นและกึ่งชื้น การกระทำของลมจะไม่ค่อยปรากฏผลรุนแรง เพราะเนื่องจากในพื้นที่นั้นมีน้ำซึ่งเป็นตัวนำให้วัสดุหิน เกาะติดกัน พร้อมกับมีรากพืชยึดแน่นอยู่

## ลักษณะการกระทำของลม

การกระทำของลมมี 3 ลักษณะ คือ

### 1. กษัยการ (EROSION)

กษัยการ หรือการกัดกร่อนโดยลมนั้น เกิดขึ้นด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 2 วิธีคือ

#### 1.1 การกรูดไถหรือการเสียดสี (ABRASION)

วิธีการนี้เกิดขึ้นเนื่องจากลมพัดพาเอาทรายหรือเศษหินกรวดไปปะทะ และกรูดไถเสียดสี กับพื้นผิวเปลือกโลก ทำให้พื้นผิวเกิดการแตกแยก เป็นรูปลักษณะต่าง ๆ

#### 1.2 การพัดกราด (DEFLATION)

วิธีการนี้เกิดจากการที่ลมกราดหรือกวาดเอาทราย และฝุ่นออกไปจากผิวพื้น ทำให้ผิวพื้นมีระดับต่ำเป็นแอ่ง ซึ่งในบางบริเวณแอ่งนั้นมีอาณาเขตกว้างขวางมาก

### 2. การนำพา (TRANSPORT)

การนำพาเศษวัตถุของลมขึ้นอยู่กับขนาดของเศษวัตถุ และกำลังแรงของลมพัดผ่าน ถ้าเป็นเศษวัตถุที่มีขนาดเล็ก มีความละเอียดอ่อน ลมก็มีโอกาสที่จะพัดพาไปได้เป็นระยะทาง

ไกล ๆ แต่ถ้าเป็นเศษวัตถุที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีความหยาบ ลมก็จะพัดพาไปได้ในระยะทางไกล ๆ แต่อย่างไรก็ตาม การนำพาของลมยังขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏในระยะทางของการพัดผ่านอีกด้วย

### 3. การทับถม (DEPOSITION)

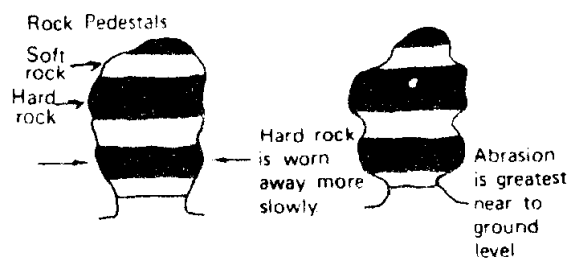
วิธีการนี้เกิดขึ้นในขณะที่ความสามารถในการพัดของลมลดน้อยลง หรือหมดลง เศษวัตถุต่าง ๆ ที่ลมนำมา จึงตกทับถมกัน ทำให้แผ่นดินปรากฏในรูปลักษณะต่าง ๆ

#### ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกษัยการของลม

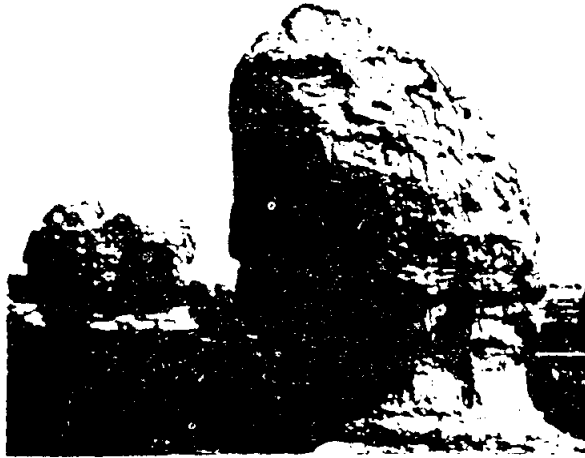
กษัยการหรือการกัดกร่อนของลมทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกันดังนี้

#### 1. แปนหิน (ROCK PEDESTALS)

แปนหิน พบมากในพื้นที่ทะเลทราย เกิดขึ้นเนื่องจากการเสียดสีของเศษวัตถุที่ลมพัดพามา คือ ทราย กับมวลหิน ซึ่งประกอบด้วยชั้นหินแข็ง และหินอ่อนสลับกันอยู่ การเสียดสีเกิดขึ้นมากในบริเวณใกล้ผิวพื้น และยอดซึ่งมักเป็นหินค่อนข้างอ่อน และการเสียดสีก็ขึ้นอยู่กับกำลังแรงของลมพัด ทิศทางของลมพัด รวมทั้งทำเลที่ตั้งของมวลหินเหล่านั้นด้วย รูปลักษณะของมวลหินปรากฏต่าง ๆ กัน ในสายตาของผู้พิจารณามองดู เช่น อาจเป็นภูเขาที่มีฐานคอคดเสาดิน ดอกเห็ด ปล่องไฟ และหัวเรือ เป็นต้น



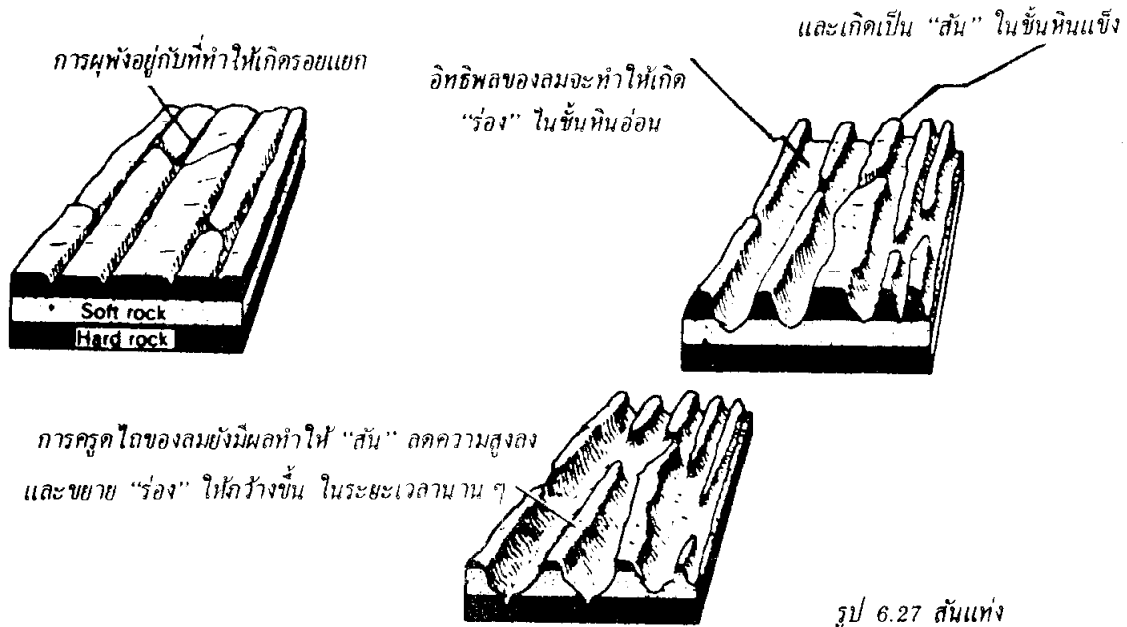
รูป 6.26 แปนหิน



Rock Pedestals in the Lut Desert in Iran

## 2. สันแท่ง (ZEUGEN)

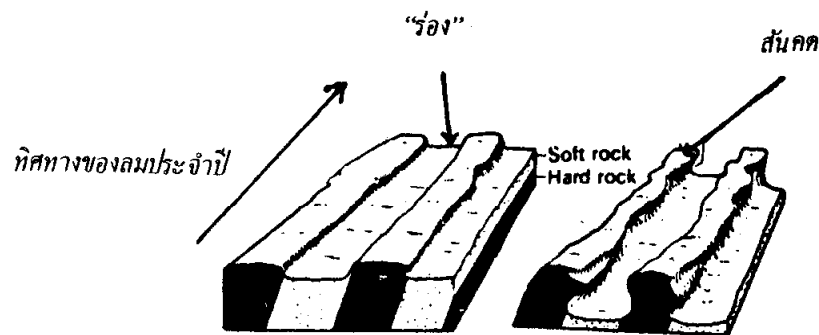
ในบริเวณทะเลทรายซึ่งมีชั้นหินแข็งเป็นพื้น และชั้นหินอ่อนรองรับ เมื่อได้รับการครูดไถจากลม จะทำให้เกิดรอยสึกกร่อน มีลักษณะเป็น “สันและร่อง” ส่วนที่เป็น “สัน” มีลักษณะคล้ายแท่ง สันเหล่านี้อาจมีความสูงถึง 30 เมตร (100 ฟุต) แต่แล้วในกาลเวลาผ่านไป จะค่อย ๆ กร่อนไป และอาจถูกตัดขาดได้



รูป 6.27 สันแท่ง

### 3. สันคด (YARDANG)

ในบริเวณทะเลทราย ซึ่งมีกลุ่มหินแข็ง และหินอ่อนทอดตัวขนานกับทิศทางของลมประจำปี เมื่อได้รับการครูดไถเสียดสีจากลม ทำให้มีแนวหินแข็งมีลักษณะกร่อนขึ้นเป็นสันคด อาจมีความสูงถึง 15 เมตร (150 ฟุต) และมีรูปร่างแปลก ๆ สันคดเหล่านี้มักพบโดยทั่วไปในพื้นที่ทะเลทรายในเอเชียกลาง และทะเลทรายอตาการามา (ATACAMA DESERT) ในทวีปอเมริกาใต้



ร่อง เกิดจากการครูดไถของลมในบริเวณชั้นหินอ่อน  
สันคด เกิดจากการครูดไถของลมในบริเวณชั้นหินแข็ง

รูป/ 6.28 สันคด

### 4. แอ่ง (DEPRESSION) หรือแอ่งลม (BLOW — OUT)

แอ่งคือ พื้นที่ที่มีผิวหน้าต่ำกว่าบริเวณใกล้เคียงซึ่งเกิดจากการพัดกวาดของลมในบริเวณแห้งแล้ง ตัวอย่างเช่น แอ่งกัตตารา (QATTARA DEPRESSION) ในอียิปต์ มีความลึกต่ำกว่าระดับน้ำทะเลทราย 122 เมตร (400 ฟุต) มีลักษณะเป็นแอ่งเกลือ โดยมีหินทรายอยู่เบื้องหลัง

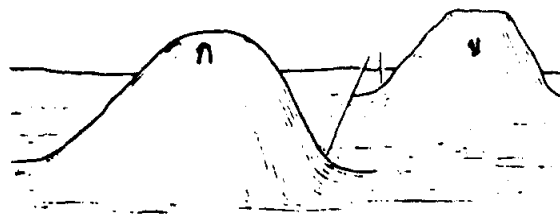
แต่แอ่งบางแห่ง อาจมีระดับต่ำจนถึงชั้นหินอุ้มน้ำ จนทำให้เกิดเป็นที่ลุ่มชื้นแฉะ (SWAMP) และโอเอซิส (OASES) ขึ้นได้ ซึ่งโอเอซิสบางแห่งได้กลายเป็นชุมชนเมืองขึ้นมา เช่น ไคโร ของอียิปต์ เป็นต้น

หมายเหตุ : แอ่ง อาจเกิดขึ้นได้อีกวิธีหนึ่ง คือ เกิดจากรอยเลื่อนของเปลือกโลก (FAULT) และลมก็เป็นตัวการเพิ่มช่วยทำการกัดเซาะรอยเลื่อนนั้นจนถึงหินชั้นล่างที่มีความอ่อนตัว

#### 5. เขาโดด (INSELBERG หรือ BORNHARDT หรือ MONADNOCK)

ในพื้นที่ทะเลทรายบางแห่ง กษัยการของลม ทำให้พื้นผิวหน้าของวัตถุหินที่ตั้งอยู่โดดเดี่ยว มีการเปลี่ยนแปลงในรูปลักษณะ อาจพบในรูปที่มียอดทรงกลม ทรงกรวย หรือยอดหน้าตัด เขาโดดเหล่านี้ในบางครั้งกลายเป็นที่ราบสูงได้เนื่องจากการผุพังอยู่กับที่ (WEATHERING) หรืออาจจะเกิดจากการกระทำร่วมกันของตัวการ “ลม” และ “น้ำ”

เขาโดด พบโดยทั่วไปในทวีปแอฟริกา เช่น ในบริเวณทะเลทรายคาลาฮารี (KALAHARI อยู่ทางตอนใต้) ในทะเลทรายสะฮารา (SAHARA อยู่ทางตอนเหนือ) ในเขตสาธารณรัฐแอลจีเรีย นอกจากนี้ยังพบอีกในประเทศออสเตรเลียในดินแดนเหนือ (NORTHERN TERRITORY) ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “หินแอเยอร์” (AYER ROCK มีความยาว 988 เมตร กว้าง 1,610 เมตร สูง 340 เมตร) ดูรูปในหน้าต่อไป



ก. เขาโดด ยอดกลม

ข. เขาโดด ยอดแบน

รูป 6.29 เขาโดด



รูป 6.30 หินแอร์เรียร์ ในประเทศออสเตรเลีย

## รูปลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถม

### 1. เนินทราย หรือสันทราย (SAND DUNE)

รูปลักษณะภูมิประเทศเช่นนี้มักเกิดขึ้นในบริเวณทะเลทราย หรือบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล ที่มีลักษณะแผ่นดินตั้งกึ่งขวางทิศทางลมพัด จึงทำให้ลมพัดนำเอาทรายละเอียดมากองทับกันบริเวณด้านหน้าของสิ่งกั้นขวางนั้น การทับถมมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามกำลังลมจนมีขนาดใหญ่โต อาจมีลักษณะเป็นเนินหรือเป็นสัน คือมีลักษณะนูนสูงเป็นแนวยาว

เนินทราย หรือสันทรายบางแห่งจัดอยู่ใน ประเภทที่มีพลัง (ACTIVE DUNE) หรือ ประเภท เคลื่อนที่ได้ (LIVE DUNE) เนินทรายหรือสันทรายประเภทนี้มักพบว่า ไม่มีพืชขึ้นปกคลุมเลย หรืออาจจะมีพืชขึ้นปกคลุมบ้าง แต่เป็นพืชที่มีรากตื้น ๆ เมื่อลมพัดแรง ลมจะพัดกราด ทำให้เนินทรายหรือสันทราย เปลี่ยนรูปร่าง และย้ายที่ตั้งได้

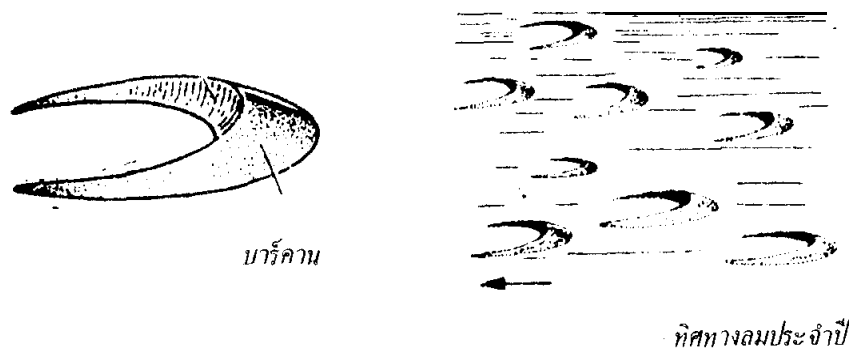
แต่เนินทรายหรือสันทราย บางแห่งมีพืชรากหยั่งลึกขึ้นปกคลุม แม้ว่าอยู่ในเขตการพัดของลมแรง ก็ไม่อาจทำให้เนินทรายหรือสันทรายนั้นเคลื่อนที่ได้ง่าย เนินทรายหรือสันทรายประเภทนี้เรียกว่า เนินทรายหรือสันทรายสิ้นพลัง (INACTIVE DUNE) หรือเนินทรายหรือสันทรายอยู่กับที่ (FIXED DUNE)

เนินทรายหรือสันทราย มีรูปลักษณะต่าง ๆ กัน และมีเรียกชื่อต่าง ๆ กันคือ

### 1.1 สันทรายบาร์คาน (BARCHAN)

คือ สันทรายที่มีรูปคล้ายพระจันทร์เสี้ยว (CRESCENT SHAPE) สันทรายชนิดนี้มีที่ตั้งขวางทางลม ด้านต้นลม (WINDWARD) มีลักษณะลาด (SLOPE) แต่ด้านปลายลม (LEEWARD) มีลักษณะโค้ง และสูงชัน ทั้งนี้เพราะอิทธิพลของแรงลมประจำที่ไหลวน สันทรายบาร์คาน มีระดับสูงแตกต่างกัน อาจจะมี ความสูงตั้งแต่ 2 - 3 เมตร จนถึงสูงเกินกว่า 20 เมตรก็ได้ และอาจจะต้องอยู่อย่างโดดเดี่ยว หรือตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก็ได้ ตัวอย่างของสันทรายบาร์คาน ที่เห็นได้ชัดคือ ในบริเวณทะเลทรายสะฮารา ในทวีปแอฟริกา และในบริเวณทะเลทรายในเขตเอเชียกลางของสหภาพโซเวียต

สันทรายบาร์คาน อาจมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งได้ว่า เนินทรายตามขวาง (TRANSVERSE DUNE)

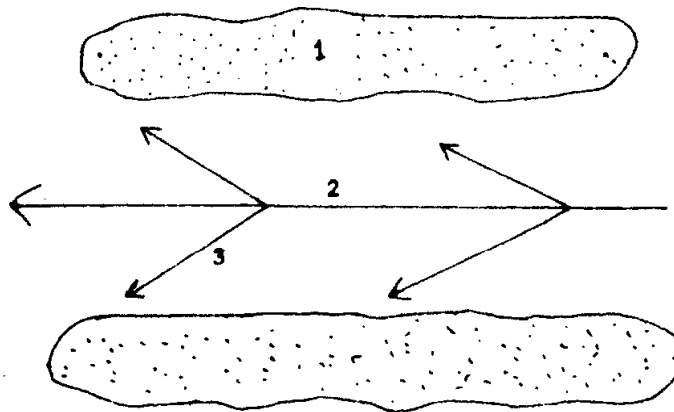


รูป 6.31 สันทรายบาร์คาน

## 1.2 สันทรายรูปคดกริช SEIF หรือ SEIF DUNE

คือ สันทรายที่มีรูปร่างคล้ายคดกริช มีลักษณะยาวเรียวยาวตรงและมีสันเป็นหยัก ๆ มีขนาดต่าง ๆ กัน อาจมีระดับสูงหลาย 100 เมตร และมีความยาวหลายกิโลเมตร สันทรายรูปคดกริช บางแห่งยาวนานนับเป็นระยะทางได้ถึง 160 กิโลเมตร หรือ 100 ไมล์

สันทรายชนิดนี้ มีที่ตั้งขนานกับทิศทางของลมประจำที่พัดผ่าน ด้วยกำลังแรงของลม จะทำให้เกิดการพัดกราด นำเอาทรายมากองทับถมเรียงกันเป็นแนวยาวตามแนวลมพัด ด้วยเหตุนี้ จึงอาจเรียกสันทรายชนิดนี้ได้อีกชื่อหนึ่งว่า สันทรายตามยาว (LONGITUDINAL DUNE)



1. สันทรายรูปคดกริช

2. ทิศทางลมประจำปี

3. กระแสลม

รูป 6.32 สันทรายรูปคดกริช

ตัวอย่างของสันทรายชนิดนี้ที่เห็นได้ชัดคือ ในบริเวณทะเลทรายธาร์ (THAR DESERT) หรือทะเลทรายเกรตอินเดีย (GREAT INDIAN DESERT) ในอินเดีย ในบริเวณทะเลทรายเกรตแซนด์ (GREAT SANDY DESERT) ในรัฐออสเตรเลียตะวันตก และทางตอนใต้ของแอ่งกัตตารา (QATTARA DEPRESSION) ในบริเวณทะเลทรายลิเบีย (LIBYAN DESERT) ในอียิปต์



### 1.3 สันทรายพาราโบลิก (PARABOLIC DUNE)

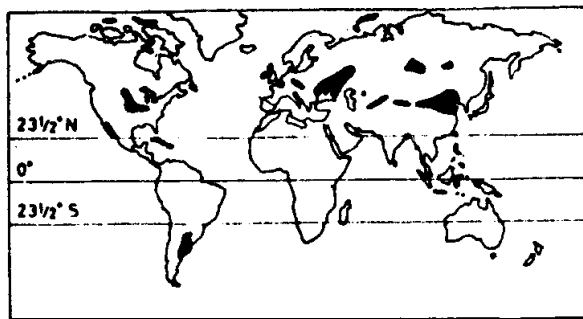
คือ สันทรายที่มีทรงโค้งกลมอย่างรูปไข่ตัดครึ่งท่อนตามยาว มักพบในบริเวณหรือบริเวณใกล้ชายหาดทรายที่มีกำลังลมพัดแรง สันทรายชนิดนี้มีที่ตั้งขวางทิศทางลมประจำ เช่นเดียวกับสันทรายบาร์คาน

### 2. ดินเลิสส์ (LOESS)

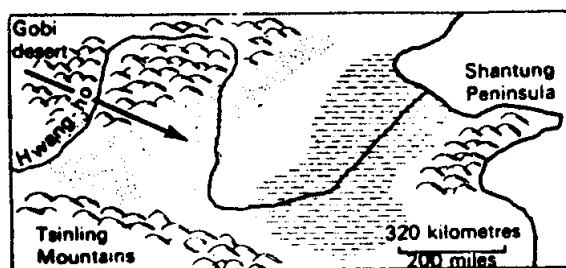
ดินเลิสส์ คือดินละเอียดสีเหลืองอ่อน ๆ เกิดจากการทับถมของฝุ่นทรายซึ่งลมพัดพามาจากบริเวณที่แห้งแล้ง การทับถมของดินเลิสส์เป็นไปอย่างหลวม ๆ ไม่เกาะติดแน่น ดังนั้นดินเลิสส์ จึงมักมีการแตกแยก หรือพังทลายยุบเป็นแอ่งลงได้ง่าย ในบริเวณที่มีน้ำใต้ดินหรือแม่น้ำไหลผ่าน



บริเวณที่มีดินเลิสส์กว้างขวาง อยู่ในทวีปเอเชียในสาธารณรัฐประชาชนจีนทางตอนเหนือ โดยเฉพาะในมณฑลชานซี (SHANSI) กล่าวกันว่า ดินเลิสส์หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งได้ว่า “ดินลมหอบ” ปกคลุมพื้นที่ในจีนเหนือมากกว่า 2,000,000 ตารางกิโลเมตร และทับถมกันหนามาก ได้มีการสันนิษฐานว่าดินเลิสส์ เกิดขึ้นเพราะลมประจำฤดูคือ ลมมรสุมได้พัดพาดินเลิสส์มาจากบริเวณทะเลทรายโกบี (GOBI DESERT) ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนเหนือมาทับถมในบริเวณที่เคยเป็นทุ่งหญ้ามาก่อน ในบางแห่ง การสะสมของดินเลิสส์ได้ทับถมกันจนมีความหนาถึง 70 เมตร (299.6 ฟุต) ปิดทับลักษณะแผ่นดินที่เป็นดินดาน ทำให้เกิดเป็นพื้นที่ราบสูงลอนลาด ชาวจีนในพื้นที่ดินเลิสส์ ได้อาศัยที่ราบสูงดินเลิสส์ ใช้ทำเป็นถ้ำที่อยู่อาศัย และทำการเพาะปลูกด้วย

ได้มีการสำรวจพบดินเลิสส์อีกในทวีปยุโรปตอนกลาง และทางตอนใต้ของไซบีเรีย ยุโรป นอกจากนี้ยังพบอีกบริเวณทุ่งหญ้าแพรรี (PRAIRIE) ตอนกลางของสหรัฐอเมริกาและทุ่งหญ้าปามปา (PAMPA) ในทวีปอเมริกาใต้



รูป 6.33 ภูมิภาคดินเลิส์ในโลก



- ทิศทางลม
-  ที่ราบสูงเลิส์ที่เกิดจากการกระทำของลม
-  พื้นที่ดินเลิส์เกิดจากแม่น้ำวงโหวพัดพามา

รูป 6.34 พื้นที่ดินเลิส์ในดินแดนจีนเหนือ

## ข้อสังเกต

ทะเลทราย (DESERT) คือพื้นที่แห้งแล้ง มีปริมาณฝนตกน้อยมาก ระหว่าง 75-150 มิลลิเมตรต่อปี หรืออาจกล่าวได้ว่าน้อยกว่า 10 นิ้วต่อปี ซึ่งปริมาณฝนตกนี้อาจจะมีเพียง 1 ครั้ง หรือ 2 ครั้งต่อปีเท่านั้น หรือไม่เช่นนั้น ฝนอาจจะไม่ตกติดกันเป็นเวลาหลาย ๆ ปี ในบริเวณทะเลทราย อุณหภูมิของพื้นที่มีความแตกต่างกันมาก จนเห็นได้ชัดในระหว่างระยะเวลากลางวัน และกลางคืน คือ ในเวลากลางวัน อุณหภูมิอาจขึ้นสูงถึง 150° ฟาเรนไฮต์ และในเวลากลางคืน อาจลดต่ำลงถึง 32° ฟาเรนไฮต์ นอกจากนี้ในบริเวณทะเลทรายยังเป็นที่เกิดของลมพัดแรงอีกด้วย

ทะเลทราย จำแนกตามทะเลที่ตั้งได้เป็น 3 ประเภทคือ ทะเลทรายเขตร้อน ทะเลทรายเขตอบอุ่น และทะเลทรายเขตหนาว

พื้นผิวหน้าของทะเลทราย มีลักษณะแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการพัดกราดของลมในบริเวณนั้น ๆ ลักษณะที่แตกต่างกันในบริเวณทะเลทราย ทำให้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันดังนี้

### 1. ดาดกรวดทะเลทราย (DESERT PAVEMENT)

คือ พื้นที่ในทะเลทรายที่มีแต่กรวดเรียงรายกันอยู่ เกิดขึ้นเนื่องจากลมได้พัดพาเอาทรายออกไปหมดในบริเวณที่มีทรายปนกรวด

### 2. ฮัมมาดา (HAMMADA) หรือฮามาดา (HAMADA)

คือ ทะเลทรายหิน (ROCKY DESERT) ซึ่งมีแต่หินแข็งและเศษหินกระจัดกระจายปกคลุมพื้นที่อยู่ทั่วไป พื้นที่ลักษณะเช่นนี้จะไม่มีกรวดทรายละเอียด เนื่องจากถูกลมพัดพาไปหมด

### 3. เรก (REG)

คือ ทะเลทรายหินกรวด (STONY DESERT) ซึ่งมีพื้นที่ปกคลุมไปด้วยเศษหินและกรวด ส่วนที่เป็นเม็ดทรายถูกลมพัดพาไปที่อื่น



รูป 6.35 ทะเลทรายหินกรวด

#### 4. เอิร์ก (ERG)

คือ ทะเลทรายที่เต็มไปด้วยทราย (SANDY DESERT)



รูป 6.36 เอิร์ก

## 5. แดนทุรกันดารหรือแบดแลนด์ (BADLANDS)

เป็นดินแดนที่มีลักษณะขรุขระ สูง ๆ ต่ำ ๆ ในเขตที่มีอากาศกึ่งแห้งแล้ง เกิดขึ้นเนื่องจากการกัดกร่อนของน้ำซึ่งเป็นผลมาจากพายุฝนตกอย่างรุนแรง การกัดกร่อนได้ดำเนินมาเป็นเวลานาน ทำให้แผ่นดินหรือหินที่อ่อนกว่าผุพัง มีลักษณะเป็นสัน (RIDGE) เป็นร่องธาร (GULLY) และช่องเขาแคบ (RAVINE) แต่หินที่แข็งแกร่งก็ต่อต้านทรงตัวอยู่ได้ ภูมิภาคแบดแลนด์พบกว้างขวางในทวีปอเมริกาเหนือ นับตั้งแต่มณฑลแอลเบอร์ตา (ALBERTA) ในแคนาดา จนถึงมลรัฐแอริโซนา (ARIZONA) ในสหรัฐอเมริกา แต่ที่ขึ้นชื่อในด้านนี้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวดึงดูดใจนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก เห็นจะได้แก่ แบดแลนด์ ในมลรัฐยูทาห์ (UTAH) และในมลรัฐดาโกต้าใต้ (SOUTH ADKOTA) ในสหรัฐอเมริกา

# ลักษณะภูมิประเทศที่เกี่ยวข้องกับน้ำใต้ดิน

## อ. วิภาดา ผ่านนาค

น้ำใต้ดิน มีอิทธิพลในการทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ ดังนี้คือ :-

### 1. ลักษณะภูมิประเทศซึ่งประกอบด้วยหินปูน

น้ำฝน เมื่อตกลงมาจากบรรยากาศจะดูดกลืน (ABSORB) คาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศ ทำปฏิกิริยากลายเป็นกรดคาร์บอนิกอ่อน มีความสามารถในการละลาย (SOLUTION) และเมื่อฝนนั้นตกถึงพื้นดิน ซึมซับลงสู่ภายใต้ผิวดินกลายเป็นน้ำใต้ดิน ซึ่งยังคงมีคุณสมบัติในการเป็นกรดคาร์บอนิก (CARBONIC ACID) อยู่

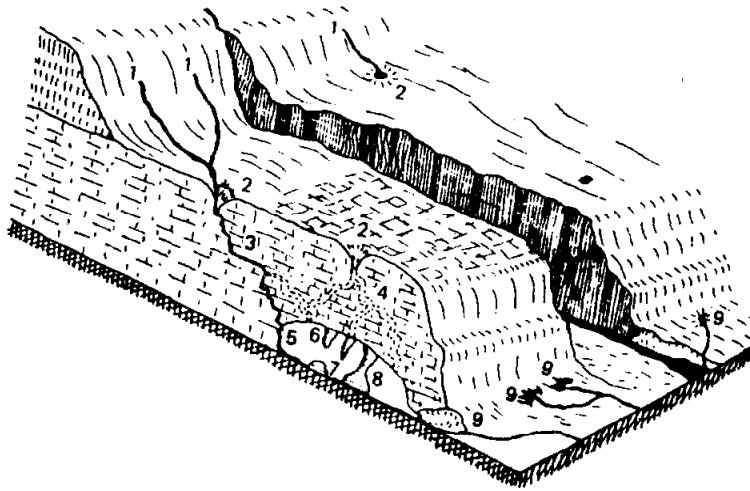
หินปูน ประกอบด้วย แร่แคลไซต์ หรือแคลเซียม คาร์บอเนต สามารถถูกทำให้ละลายได้โดยกรดคาร์บอนิก หรือน้ำใต้ดินนี้ ประกอบกับการที่หินปูนมีคุณสมบัติทางกายภาพเป็น WELL — JOINTED ROCK คือ เป็นหินที่มีรอยแตก (JOINTS) เชื่อมต่อกัน ง่ายต่อการละลายจนเป็นโพรง และง่ายต่อการที่น้ำจะซึมผ่านตามรอยแยกนี้

ในบริเวณที่ส่วนมากประกอบด้วยหินปูนนั้น มักมีรูปแบบการระบายน้ำที่เป็นแบบ SUB — SURFACED คือ ไหลอยู่ภายใต้ดินลำนน้ำซึ่งไหลมาจากบริเวณอื่น เมื่อไหลผ่านบริเวณที่ประกอบด้วยหินปูนนี้ จะซึมลงสู่ใต้ดินทางหลุมยุบ (SINK HOLE หรือ SWALLOW — HOLE) และไหลอยู่ภายใต้ดิน จนกว่าจะไปพบกับชั้นหินซึ่งไม่ปล่อยให้ น้ำไหลผ่านไปได้ (IMPERMEABLE LAYER) จะไหลบนชั้นหินนั้นจนพบพื้นผิวดิน จึงไหลเป็นลำธารต่อไป (ดูรูป 6.3.7 ลำธารไหลสู่ใต้ดินที่ 2 และผุดขึ้นมาอีกที่ 9 เมื่อพบหินเนื้อที่บีบ)

ในขณะที่ทางน้ำไหลอยู่ใต้ดินนี้ จะทำการละลายหินปูนบริเวณนั้นไปด้วย จนรอยแยก (JOINTS) ต่าง ๆ นั้น แยกออกจากกันเป็นรูโพรง ถ้าปรากฏบนพื้นโลกเรียก หลุมยุบ (SINK HOLE หรือ SWALLOW) หลุมยุบนี้หากเชื่อมต่อกัน มีขนาดกว้างและใหญ่ขึ้นเรียก แอ่งหินปูน หรือหุบหินปูน (DOLINE) และหากแอ่งนี้เชื่อมต่อกันมาก ๆ จนมีลักษณะเป็นที่ลุ่มหินปูน (UVALA) และหากการยุบตัวของหินปูนนี้กว้างมาก จนเชื่อมต่อกันเป็นที่ราบเรียกที่ราบหินปูน (POLJE อ่าน “พอลจี”)

รูป 6.37 ลักษณะภูมิประเทศหินปูนซึ่งเกิดจากการกระทำของน้ำใต้ดิน

ที่มา : ดัดแปลงจาก GEOGRAPHY : PHYSICAL AND MAPWORK หน้า 48



หินปูน

หินเนื้อที่บ หรือ หินเนื้อตัน

1. น้ำพุ (SPRING)
2. หลุมยุบ (SINKHOLE)
3. ทางน้ำใต้ดิน (UNDERGROUND DRAINAGE)
4. ทางลอดหรือ ถ้ำเล็ก ๆ (CAVE)
5. ถ้ำขนาดใหญ่ (CAVERN)
6. หินย้อย (STALACTITE)
7. หินงอก (STALAGMITE)
8. เสาหิน (COLUMN หรือ PILIAR)
9. ธารน้ำผุด (RESURGENCE)

หากน้ำใต้ดินทำการละลายหินปูนจนกลายเป็นรูโพรงขนาดกว้างภายใต้ผิวดิน เรียกว่า ถ้ำ (CAVE ขนาดใหญ่มาก เรียก CAVERN) ภายในถ้ำนี้ยังมีลักษณะภูมิประเทศที่มีชื่อเรียกต่าง ๆ อีก คือ :-

1. หินงอก (STALAGMITE) เกิดจากการที่น้ำใต้ดินซึ่งเป็นกรดคาร์บอนิก และละลาย หินปูนซึ่งเป็นแคลไซต์ หรือ แคลเซียมคาร์บอเนต เจือปนมา รวมเรียกว่า แคลเซียมไบคาร์บอเนต ไหลมาตามเพดานถ้ำ หยดลงมายังพื้นถ้ำ เมื่อน้ำระเหยไปจะเหลือแต่แคลเซียมคาร์บอเนตอย่าง เก่า เกิดในลักษณะเช่นนี้ทับถมกันมากขึ้น มีลักษณะเป็นหินงอกขึ้นมาจากพื้นถ้ำ

2. หินย้อย (STALACTITE) เกิดในลักษณะเดียวกันกับหินงอกเพียงแต่ต่างกันที่สถานที่ ก่อตัวคือ หินย้อยนี้จะก่อตัวกัน ย้อยลงมาจากเพดานถ้ำ

3. เสาหิน (COLUMN หรือ PILLAR) คือหินงอก และหินย้อยซึ่งเชื่อมกัน จนมี ลักษณะเป็นเสาหิน

นอกจากนี้ ในถ้ำนั้นอาจมีลำน้ำใต้ดิน (UNDERGROUND DRAINAGE) ไหลผ่าน ลำน้ำนี้ไหลซึมลงมาจากหลุมยุบ ซึมมาตามรอยแยก ที่มีใต้ไหลบนพื้นผิวดินเช่นระบบเส้นทาง น้ำที่พบในลักษณะภูมิประเทศอื่น เพราะหินปูนมีคุณสมบัติที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ง่ายมาก ลำน้ำนี้จะไหลซึมลงสู่ใต้ดินจนกว่าจะพบชั้นหินที่ไม่ปล่อยให้ น้ำซึมผ่าน (IMPERMEABLE LAYER) ลำน้ำจะไหลอยู่บนชั้นหินนั้น จนพบผิวดิน และไหลบนผิวดินต่อไป ดังได้กล่าวแล้ว

หลุมยุบ (SINK HOLE หรือ SWALLOW HOLE) เกิดได้จากการที่เพดานถ้ำทรุด ตัวลง ทำให้พื้นดินซึ่งอยู่เหนือเพดานถ้ำนั้นยุบตัวลง หรืออีกกรณีหนึ่ง คือ การที่หินปูนก่อตัว เป็นลักษณะของรอยแยกเชื่อมกัน ปฏิกริยาการละลาย (SOLUTION) ทำให้รอยแยกบนผิวดิน นั้นแยกออกเป็นหลุมกว้างขึ้นได้

นอกจากนี้ ลักษณะภูมิประเทศหินปูนยังประกอบด้วยเขาเตี้ยยอดราบ (CLINT) และ ระแหงหิน (GRIKE) สลับกันไปทั้งสองปรากฏอยู่บนผิวโลก ณ บริเวณที่ประกอบด้วยหินปูน นั้น ระแหงหิน เกิดจากการที่รอยแยกถูกละลายให้แยกออก และยอดที่เหลือนั้นระหว่างระแหงหิน ต่าง ๆ นั้น คือเขาเตี้ยยอดราบ (CLINT)

ลักษณะภูมิประเทศหินปูน ดังได้กล่าวอธิบายมาแล้วนี้มีชื่อเรียกอีกว่าลักษณะ ภูมิประเทศคาร์สต์ (KARST TOPOGRAPHY) ชื่อมีต้นกำเนิดมาจากดินแดนในตะวันตกเฉียงเหนือ ของประเทศยูโกสลาเวีย ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเช่นนี้ที่เด่นมาก



ในประเทศไทย มีลักษณะภูมิประเทศคล้ายกันนี้ แต่มีบริเวณเล็กกว่าเช่น อ.เมือง จ.พังงา อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช และ อ.ฝาง ทางตะวันตก เป็นหย่อม ๆ ต่อเนื่องลงมาถึง อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ รวมทั้งทางใกล้ ๆ กับขอบที่ราบสูงโคราช ใกล้ ๆ จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น

ภูเขาซึ่งประกอบด้วยหินปูนจะสังเกตเห็นได้ง่าย เพราะมีลักษณะเป็นตะปุ่มตะป่ำ มีพืชขึ้นอยู่ไม่มาก อาจเป็นเพียงแต่ทุ่งหญ้า หรือ หากมีต้นไม้ก็ไม่หนาทึบ หินปูนมีคุณค่าทางธาตุอาหารต่ำ และไม่เก็บความชุ่มชื้น

แต่บางแห่งก็มีความอุดมสมบูรณ์ และมีพืชขึ้นได้งอกงาม ซึ่งได้แก่บริเวณที่เป็นหุบเขา หรือเป็นหลุมยุบตัวลงไป และมีดินถูกพัดพามาทับถม ณ บริเวณนั้น มักเป็นดินเหนียวสีแดง มีสารเหล็กไฮดรอกไซด์ ปะปนอยู่สูง เรียกว่าดินแดงหรือดิน แทรร์รารอสซา (TERRA ROSSA) สามารถทำการเกษตรกรรมได้

นอกจากนี้ หินปูนยังมีค่าทางเศรษฐกิจ ในด้านการก่อสร้างมักมีการทลายภูเขาหินปูน และนำหินมาใช้ในการก่อสร้าง พบเห็นหลายแห่งในประเทศไทย เช่น แถบราชบุรี สระบุรี ฯลฯ

## 2. ลักษณะภูมิประเทศซึ่งประกอบด้วยหินชอล์ก

หินชอล์กมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับหินปูน คือเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตแต่ไม่จับเป็นรูปผลึก และไม่มียรอยแตก (JOINT) เช่นหินปูน อีกทั้งมีรูพรุนในเนื้อหินมากกว่า เนื้อหินไม่แข็งเช่นหินปูน

บริเวณที่เป็นหินชอล์กมีลักษณะเป็นหินเขลาดเรียบ เรียก ทุ่งโล่ง (DOWN) เพราะเป็นเนินเขาที่เป็นทุ่งหญ้าโล่ง อาจปกคลุมด้วยหญ้า แต่ไม่มีต้นไม้ขึ้นอยู่เลยเพราะหินชอล์กมีคุณสมบัติที่น้ำไหลซึมผ่านได้ง่ายมาก ฝนที่ตกลงมาจึงซึมลงสู่ดินทันทีไม่ต้องหารอยแยก (JOINT) เพื่อการไหลผ่าน เช่นในบริเวณที่เป็นหินปูน ดินชอล์กจึงไม่เก็บความชื้น มีแต่หญ้าเท่านั้นที่ขึ้นได้ นอกจากนี้แทบไม่มีน้ำท่า (RUN-OFF) ไหลผ่านบริเวณนี้เลย น้ำซึมซบลงสู่ใต้ดินหมด

บริเวณที่เป็นหุบเขาในเขตนี้ เรียก หุบเขาคูมบี (COOMB) เป็นหุบเขาที่ค่อนข้างแห้ง ไม่มีน้ำไหลบนผิวน้ำ เพราะซึมลงสู่ใต้ดินหมด

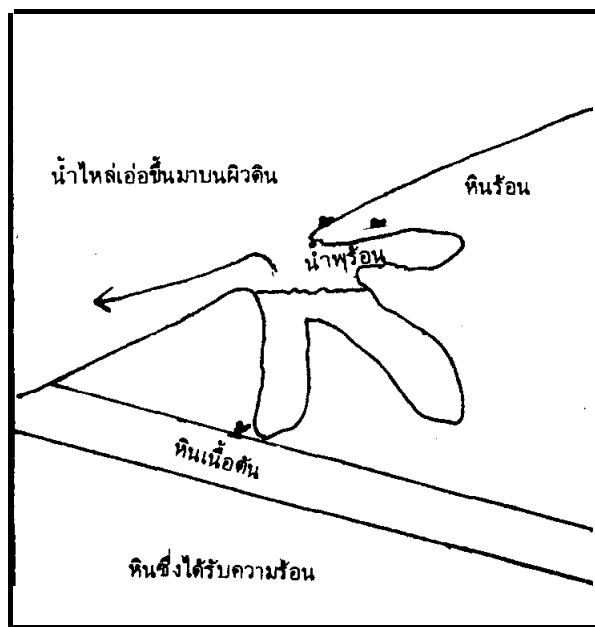
เป็นลักษณะภูมิประเทศที่เห็นเด่นชัดมากในตะวันตกเฉียงใต้ของอังกฤษ และในเวลส์

### 3. ลักษณะภูมิประเทศซึ่งเกี่ยวข้องกับน้ำใต้ดิน ในเขตที่มีอิทธิพลของภูเขาไฟ

น้ำใต้ดินซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ของภูเขาไฟ เช่น หินใต้ดินซึ่งสัมผัสกับหินหนืด (MAGMA) จะทำให้น้ำใต้ดิน ณ บริเวณนั้น มีอุณหภูมิสูงเช่นกัน ลักษณะภูมิประเทศที่เกี่ยวข้องได้แก่

3.1 **พุน้ำร้อน หรือบ่อน้ำร้อน (HOT SPRING)** คือน้ำซึ่งไหลขึ้นมาจากใต้ดิน อาจมีความร้อนอุ่น ๆ จนถึงเดือดพล่าน ขึ้นอยู่กับอิทธิพลที่ได้รับจากความร้อนของหินใต้ดิน ลักษณะการไหลอาจต่างกัน บางแห่งอาจไหลเอ่อ ๆ บางแห่งอาจไหลแรง บางแห่งอาจพุ่งกระเซ็นขึ้นสูง ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำ และก๊าซที่ดันขึ้นมา ในประเทศไทยพบที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และ อ.แม่จัน จ.เชียงราย เป็นต้น

รูป/ 6.38 ที่มา : ดัดแปลงจาก PHYSICAL GEOGRAPHY IN DIAGRAMS หน้า 37

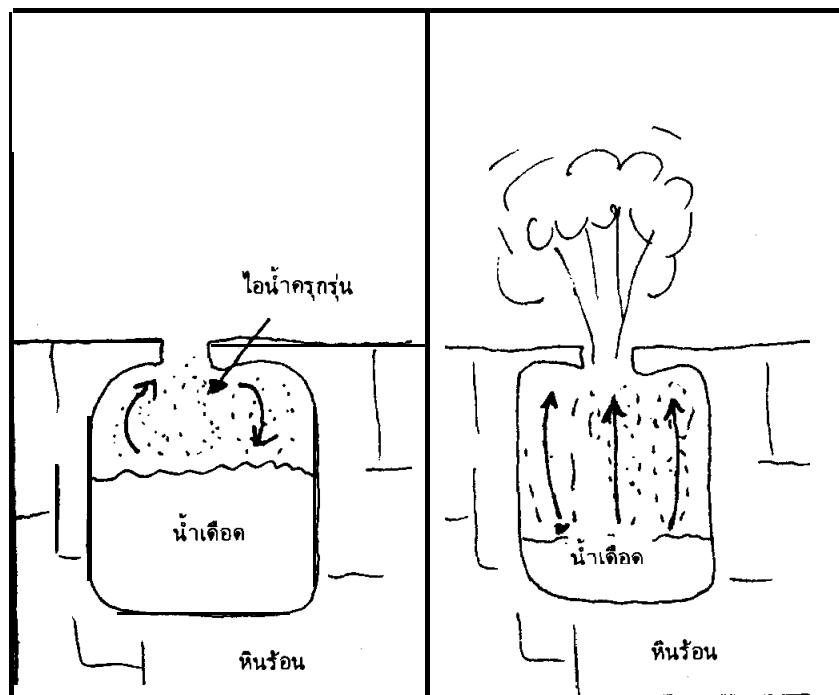


รูป/ 6.38 แสดงลักษณะการเกิดของพุน้ำร้อน (HOT SPRING)

3.2 พุน้ำร้อนกีเซอร์ (GEYSER) เป็นพุน้ำร้อนที่มีกำลังอัดแรงมากจนให้น้ำนั้นพุ่งขึ้นสูงเป็นพัก ๆ เป็นระยะ ๆ บางแห่งสูงถึง 50 เมตร ที่มีชื่อเสียงมากคือ พุน้ำร้อนกีเซอร์ชื่อ OLD FAITHFUL ในอุทยานแห่งชาติ YELLOWSTONE ทางทิศตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา พุ่งขึ้นมาทุก ๆ 30 นาที

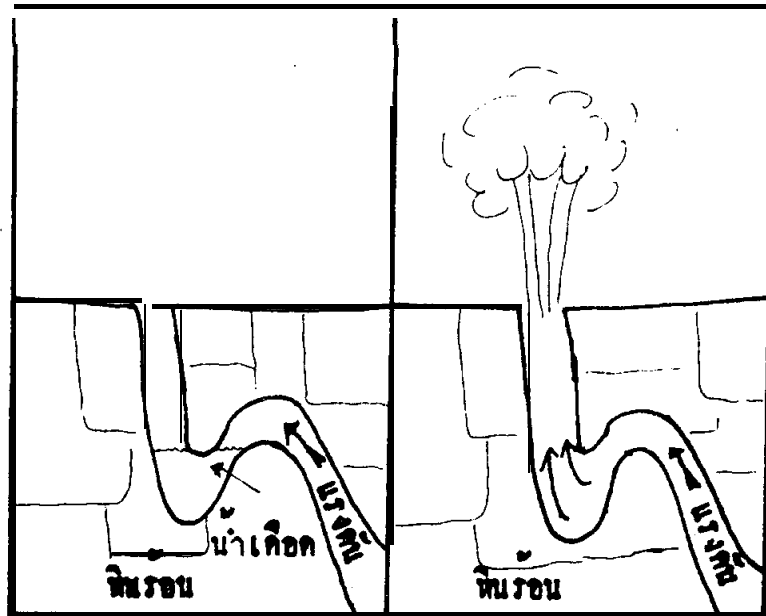
ต่อไปนี้เป็นภาพแสดงลักษณะต่าง ๆ ในการเกิดพุน้ำร้อนกีเซอร์

รูป 6.39 ก. แสดงการเกิดพุน้ำร้อนกีเซอร์ ที่มา : ตัดแปลงจาก *PHYSICAL GEOGRAPHY IN DIAGRAMS* หน้า 36



น้ำซึ่งในรูโพรง ได้รับความ  
ร้อนจากหินร้อน นานวัน  
น้ำเดือด และมีไอน้ำกรุ่น

นานเข้า ไอน้ำนั้นก่อตัว  
มากขึ้นเกิดเป็นแรงดัน  
ไอน้ำนั้นขึ้นมาสักครั้ง  
แล้วกลับเข้าสู่สภาพเยียบ  
สงบเช่นเดิม



- ความร้อนจากหินทำให้  
น้ำข้างในรอยแยกเดือด

- เมื่อแรงดันก่อดันมากขึ้น  
ดันไอน้ำให้พุ่งขึ้นมา

รูป/ 6.39 ข. แสดงอีกลักษณะในการเกิดพุร้อนกีเซอร์

ทั้งพุน้ำร้อน และพุน้ำร้อนกีเซอร์ ส่วนมากร้อยละ 99 ของปริมาณน้ำที่พุ่งขึ้นมาเป็นน้ำอาจมีก๊าซปะปนบ้างซึ่งส่วนมากเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังมี ซัลเฟอร์ ไนโตรเจน คลอไรน์ ฟลูออไรน์ และไฮโดรเจน และอาจมีแร่ธาตุผสม เช่น ซิลิกา และแคลเซียมคาร์บอเนต ขึ้นอยู่กับประเภทของหินต้นกำเนิดของบริเวณนั้น

น้ำใต้ดินซึ่งขึ้นมาเป็นพุน้ำร้อน และพุร้อนกีเซอร์นั้น เมื่อมาถึงผิวโลกจะเย็นตัวลง แร่ธาตุต่าง ๆ ที่ละลายมาจะแข็งตัวใกล้ ๆ กับบริเวณนั้น ณ บริเวณพุน้ำร้อน จะมีลักษณะเป็นหินบันได พื้นบนราบเรียบ บางแห่งอาจซ้อนกันหลายชั้นเรียกว่า ซินเตอร์ หรือคราบซิลิกา (SI-

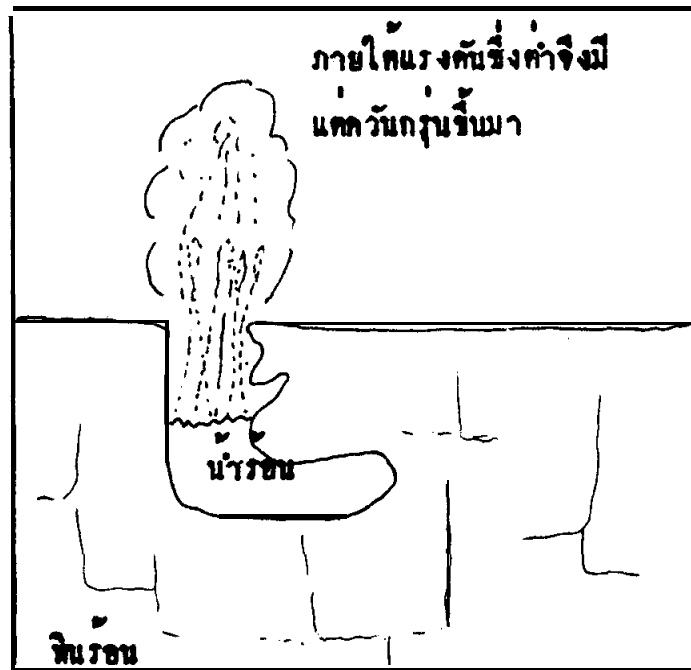
LICEOUS SINTER) มักพบ น้ำพุร้อนบริเวณหินอัคนี และมักเป็นรูปโคนหรือกรวย (CONE) ณ บริเวณปากทางของพุร้อนกีเซอร์

ถ้าหากเกิด ณ บริเวณที่มีหินดานเป็นหินปูน ซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนตอยู่ การตกตะกอนจะเป็นคราบหินปูน (TRAVERTINE) เป็นชั้น ๆ สวยงามเช่นเดียวกัน

ทั้งน้ำพุร้อนและพุน้ำร้อนกีเซอร์นี้ มักพบในเขตที่มีอิทธิพลของภูเขาไฟโดยเฉพาะในประเทศไอซ์แลนด์ เกาะเหนือของประเทศนิวซีแลนด์ และทิศตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3 พุก๊าซ ฟูไอ หรือฟูไชน่า (FUMEROLE) คือบริเวณที่มีรูหรือรอยแยกให้ก๊าซและ/หรือ ไอร้อนพุ่งขึ้นมาได้ อุณหภูมิของก๊าซ ณ บริเวณนั้นสูงมาก ประมาณ 320 องศาเซลเซียสและส่วนมากเป็นก๊าซซัลเฟอร์ เชื่อว่ามีต้นกำเนิดมาจากภูเขาไฟ

ในประเทศไทยมีพุก๊าซอยู่หลายแห่ง ที่ใหญ่มากอยู่ที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ และ อ.แม่จัน จ.เชียงราย เช่นกัน ส่วนในต่างประเทศ ก็พบบริเวณใกล้เคียง หรือบริเวณเดียวกันกับที่พบพุน้ำร้อน และพุน้ำร้อนกีเซอร์



รูป 6.40 แสดงการเกิดของพุท้ำ

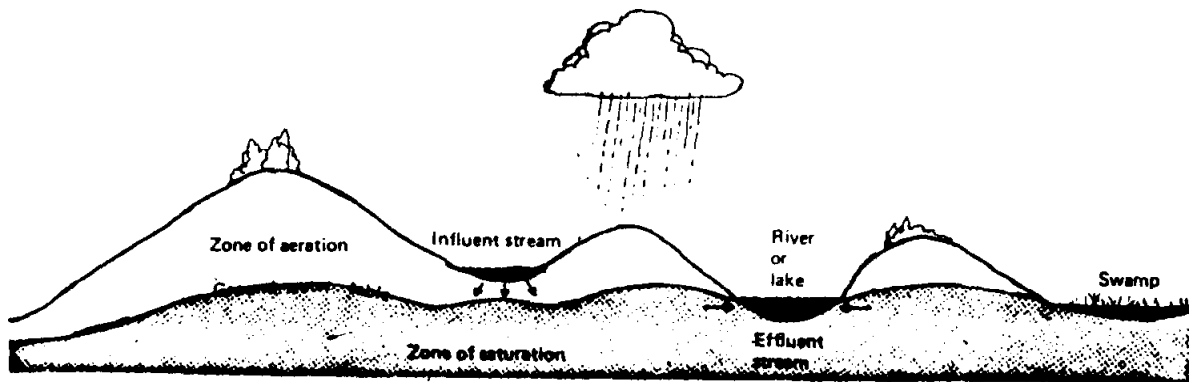
นอกจากลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ ดังได้กล่าวแล้วข้างต้นนั้น ระดับน้ำใต้ดิน ยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศประเภทอื่นอีกคือ :-

1. โอเอซิส (OASIS) คือ แหล่งน้ำ หรือบริเวณที่มีความชุ่มชื้นในเขตทะเลทราย เกิดจากการที่ชั้นหินอุ้มน้ำ (AQUIFER) หรือในบางกรณี ระดับน้ำใต้ดิน อยู่ใกล้กับผิวพื้นโลก สามารถขุดเจาะบ่อบาดาล หรือสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้

2. ธารรับน้ำใต้ดิน (EFFLUENT STREAM) คือลำน้ำที่ได้รับน้ำจากน้ำใต้ดิน ระดับน้ำใต้ดินที่อยู่สูงกว่าบริเวณนั้น หรือน้ำใต้ดินที่ไหลมาบรรจบกับผิวโลก จะทำให้เกิดเป็นธารรับน้ำใต้ดินนี้ขึ้น หรืออาจเป็นแม่น้ำ หรือทะเลสาบ

ธารอินฟลูเอนต์ (INFLUENT STREAM) คือ ธารน้ำที่มีร่องน้ำอยู่เหนือระดับน้ำใต้ดิน เป็นทางน้ำที่ไม่ถาวร มีน้ำขังอยู่เป็นพัก ๆ อาจเกิดจากการสะสมตะกอนก้นห้วย แต่หลังจากฝนหยุดสักระยะ น้ำนั้นอาจไหลลงสู่ระดับน้ำใต้ดินหมด หรือในบางแห่งเช่น บริเวณหุบเขาหินดินสอพอง ซึ่งมีน้ำไหลผ่านได้เนื่องจากห้องน้ำมีทรายแป้งละเอียดจับตัวกันเป็นชั้นที่บรอกันไว้ แต่หากมีรอยแตก ณ บริเวณใดน้ำในธารน้ำไหลซึมรั่วออกไปได้

ที่มา : หน้า 164 จาก **PRINCIPLES OF PHYSICAL GEOLOGY**

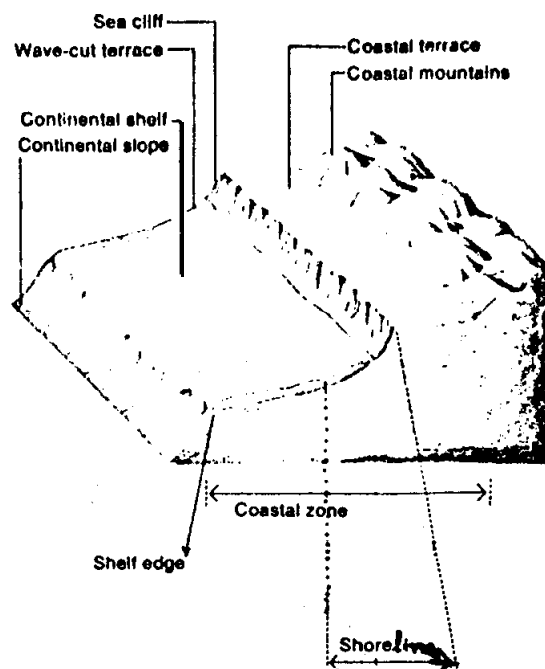


รูป 6.41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดิน และลำธารประเภทต่าง ๆ

# ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำ

รศ. วันทนี ศรีรัฐ

คลื่นและกระแสน้ำเป็นตัวกระทำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำขนาดใหญ่คือ ทะเล มหาสมุทร บริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิประเทศอันเนื่องมาจากคลื่น และกระแสน้ำจะเป็นบริเวณที่แผ่นดินมาเชื่อมต่อกับน้ำซึ่งเรียกว่า ชายฝั่ง (SHORELINE) ส่วนแนวชายฝั่ง (COASTAL ZONE) จะเป็นบริเวณตั้งแต่ชายฝั่งจนถึงเขตเริ่มต้นของลาดทวีป



รูปที่ 6.42 เขตของ SHORELINE และ COASTAL ZONE

คลื่น เป็นตัวกระทำที่ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศต่างๆ ทั้งโดยการทับถม การพัดพาและการสึกกร่อน มีปัจจัยอย่างอื่นหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้องกับการที่จะเกิดลักษณะภูมิประเทศแบบต่างๆ ขึ้นด้วย เช่น รูปร่างของชายฝั่ง ที่ตั้งของชายฝั่งในการรับลม ลักษณะดินหินที่ประกอบขึ้นเป็นชายฝั่ง เป็นต้น

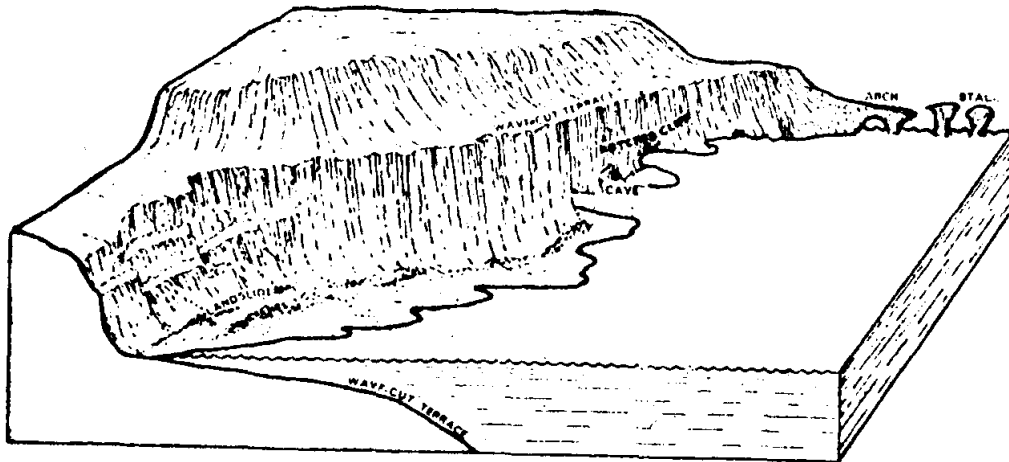


ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการสึกกร่อนที่สำคัญคือ

**หน้าผาสูงชันริมทะเล (SEA CLIFFS)** ถ้าคลื่นกัดกร่อนชายฝั่งที่ชัน และมีชั้นหินต้านทานการสึกกร่อน ทำให้การกัดกร่อนเป็นไปอย่างช้า ๆ จะเกิดเป็นหน้าผาชันตัดตรงลงทะเล

**ถ้ำหินชายฝั่ง (SEA CAVES)** ถ้าชายฝั่งเป็นหินต่อเนื่องเป็นพืดเดียวกัน คลื่นจะกัดกร่อนชั้นหินที่อ่อนกว่าจนเกิดเป็นถ้ำหรือช่องโพรงได้

**สะพานหินธรรมชาติ (SEA ARCH)** จะเกิดขึ้นถ้ามีถ้ำอยู่ใกล้ ๆ กับผนังด้านหลังของถ้ำหนึ่งอาจจะสึกกร่อนไปทะลุต่อกับถ้ำที่ตั้งอยู่ใกล้เคียง แต่ยังคงติดต่อกันเป็นส่วนหนึ่งของพื้นดินอยู่ ก็จะทำให้เกิดเป็น ARCH ขึ้น



รูป 6.43 ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการสึกกร่อน

**หลุมลึก (BLOWHOLE)** บางครั้งน้ำทะเลที่กระเด็นขึ้นไปยังหลังคาถ้ำตลอดเวลาจะทำให้สึกกร่อนเป็นหลุมลึกได้

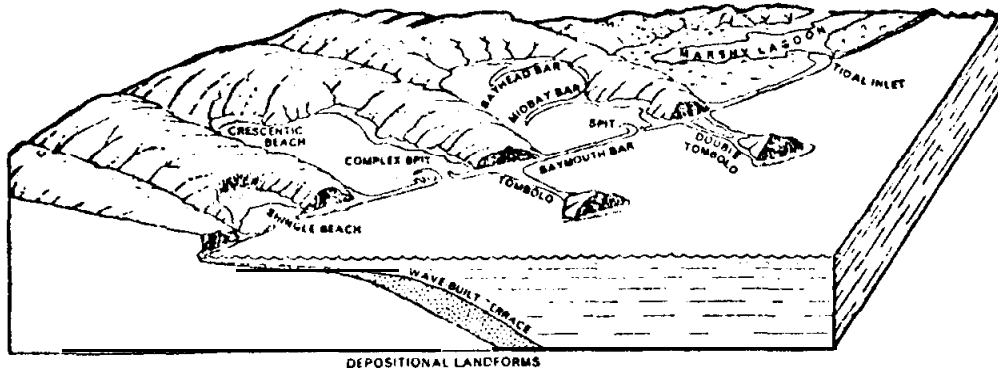
**เกาะหินชะลูด (STACK)** ถ้าส่วนบนของ ARCH ยุบตัวลงก็จะเหลือเป็นเสาหินชะลูดตั้งโดด ๆ เรียกว่า STACK

**ร่องลึกรูปตัววี (NOTCH)** บ่อยครั้งที่คลื่นจะกัดกร่อนหน้าผาให้เป็นร่องลึก พบโดยทั่วไปบริเวณผาหินปูนติดทะเล อย่างไรก็ตามจากการซัดถูจะทำให้เกิดร่องลึกในหินประเภทอื่นด้วย

**WAVE CUT PLATFORM** คลื่นที่ซัดเข้าฝั่งสม่ำเสมอตลอดเวลา จะค่อย ๆ กัดกร่อนฐานของหน้าผาในเขตแคบ ๆ ที่มีน้ำทะเลขึ้นลงจนทำให้เกิดเป็นหาดชายฝั่งที่ค่อนข้างเรียบได้เช่นกัน

**การพัดพา** คลื่นจะเคลื่อนเข้าฝั่งในลักษณะเฉียง (SWASH) วัตถุต่าง ๆ ก็จะถูกพัดเข้าหาฝั่งด้วย เมื่อคลื่นถึงฝั่งจะแตกตัว และซัดกลับออกมาในแนวตรง (BACKWASH) ผลก็คือวัตถุต่าง ๆ ก็จะเคลื่อนที่ตามออกมาด้วย การเคลื่อนที่ของคลื่นครั้งแล้วครั้งเล่านี้เป็นผลให้เกิดการพัดพาวัตถุต่าง ๆ ขึ้นบนชายหาด ชายฝั่งตอนใดที่วัตถุถูกพาเข้ามามีมากกว่าวัตถุที่ถูกพาลับออกมา ชายฝั่งนั้นจะขยายออกเรื่อย ๆ เรียกว่า PROGRADATION ถ้าวัตถุที่ถูกพาเข้าไปถูกซัดกลับออกมาหมด ชายฝั่งจะแคบเข้าเรียกว่า RETROGRADATION ในเขตละติจูดกลางคลื่นในช่วงต่างฤดูกาลกันทำให้ชายฝั่งเปลี่ยนไปด้วย ทั้งนี้ เพราะคลื่นในฤดูหนาวจะมีขนาดใหญ่และรุนแรงกว่าในฤดูร้อน ฉะนั้นคลื่นในฤดูหนาวจะทำให้ชายฝั่งแคบและประกอบด้วยวัตถุหยาบมีขนาดใหญ่กว่าชายฝั่งในฤดูร้อนซึ่งกว้างกว่าและประกอบด้วยวัตถุเล็ก ๆ เช่น ทราย

**การทับถม** วัตถุต่าง ๆ ที่คลื่นและกระแสน้ำพัดพาไปอาจเกิดการทับถมกลายเป็นลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ ได้ เช่น



รูปที่ 6.44 ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถม

ชายหาดกรวด (SHINGLE BEACH) เป็นชายหาดที่เกิดจากการทับถมของกรวดหินที่สึกกร่อนตามชายฝั่งทะเล

WAVE-BUILT TERRACE เกิดจากการทับถมของตะกอนละเอียดที่ฝังจากหน้าผาหรือชายหาด นาน ๆ เข้าเกิดเป็น TERRACE ทับถมอยู่บน WAVE CUT PLATFORM

สันดอนงอย (SPIT) เกิดขึ้นจากการทับถมของทรายทางด้านเนิน หรือแหลมเป็นสันดอนยื่นออกไปในทะเล ถ้าปลายสุดของสันดอนงอยโค้งเข้าหาฝั่ง เรียกว่า สันดอนงอยย้อน (RECURVED SPIT) ถ้าสันดอนงอยถูกทับถมจนมาเชื่อมติดกันจนปิดปากอ่าวไว้เรียกว่า สันดอนปากอ่าว (BAYMOUTH BAR) และทำให้หาดภายในกลายเป็นหาดโค้งครึ่งวงพระจันทร์ (CRESCENTIC BEACH) ส่วนสันดอนงอยที่เชื่อมเกาะชายฝั่งและแผ่นดินใหญ่เรียกว่า สันดอนเชื่อมเกาะ (TOMBOLO)

ชายหาดนอกฝั่ง (OFFSHORE BEACH) บางครั้งคลื่นจะพัดพากรวดทรายมาทับถมเป็นเนินเตี้ย ๆ แต่สูงจากระดับน้ำทะเลขึ้นมาและทอดขนานไปกับชายฝั่งกลายเป็นชายหาดนอกฝั่ง ระหว่างชายฝั่งและชายหาดนอกฝั่งจะเป็นเขตที่น้ำถูกปิดล้อมไว้ก็กลายเป็นลากูน อาจจะมีทางน้ำเล็ก ๆ เชื่อมระหว่างลากูน และทะเลเรียกว่า TIDAL INLETS

กระแสน้ำ มีส่วนทำให้ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงได้

**กระแสน้ำไหลบ่า (FLOOD CURRENT)** คือกระแสน้ำที่ไหลเข้ามาในอ่าวหรือปากแม่น้ำเวลาน้ำเริ่มขึ้น

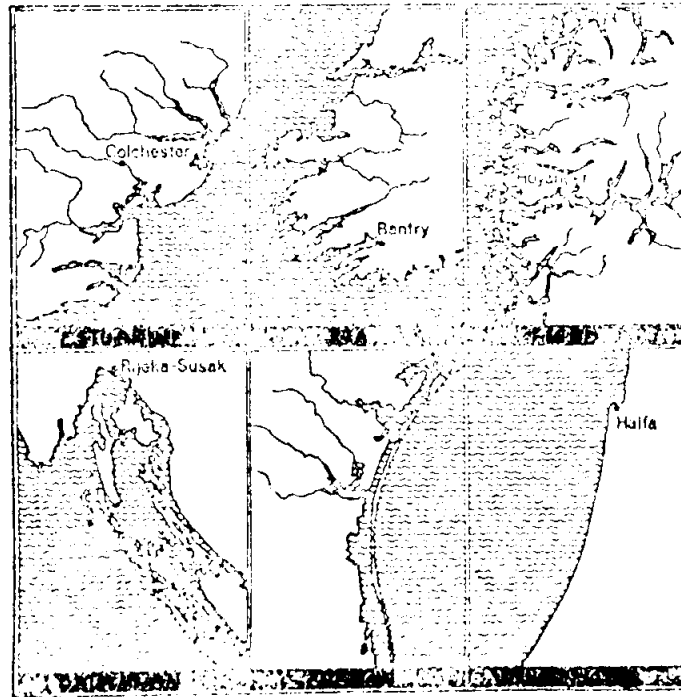
**กระแสน้ำไหลลง (EBB CURRENT)** คือกระแสน้ำที่ไหลออกจากชายฝั่ง เมื่อระดับน้ำลดต่ำกว่าระดับกึ่งกลางของระดับน้ำสูงสุดกับระดับน้ำต่ำสุด

กระแสน้ำทั้งสองชนิดนี้มีวัตถุเล็ก ๆ ขนาดทรายแป้งและดินเหนียวปนอยู่ และจะรวมตัวมีขนาดใหญ่ขึ้นในบริเวณที่น้ำจืดผสมกับน้ำเค็ม แล้วจะตกตะกอนลงที่ก้นอ่าว ทำให้อ่าวตื้นเขินขึ้นเรียกว่า **MUD FLATS** จะมองเห็นได้ในเวลาน้ำลง ที่ **MUD FLATS** มีพืชที่ทนความเค็มขึ้นอยู่ และดูเอาสิ่งตกจมมาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ **MUD FLATS** สูงถึงระดับน้ำสูงสุดกลายเป็นพรุน้ำเค็ม (**SALT MARSH**)

**ชายฝั่งทะเล (SHORELINE)** ซึ่งเป็นเขตที่ติดต่อกันระหว่างแผ่นดินกับมหาสมุทรนั้น ถ้าแบ่งออกตามการกำเนิดและการพัฒนาแล้วแบ่งออกได้ 4 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. **ชายฝั่งทะเลยกตัว (SHORALINES OF EMERGENCE)** เกิดขึ้นในบริเวณที่ระดับน้ำทะเลลดลงหรือขอบทวีปยกตัวสูงขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แนวชายฝั่งที่เกิดขึ้นใหม่นี้เคยปกคลุมด้วยน้ำทะเลมาก่อน ดังนั้นลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยการกระทำของคลื่น เช่น หน้าผาชันริมทะเลเกาะหินชะลูดจะพบอยู่เหนือระดับของชายฝั่งปัจจุบัน ชายฝั่งประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในยุคน้ำแข็ง ซึ่งมีอายุก่อนหมื่นปีมาแล้ว การแข็งตัวเป็นธารน้ำแข็งในช่วงนั้นทำให้ระดับน้ำทะเลลดลงหลายร้อยฟุต

2. **ชายฝั่งทะเลยุบตัว (SHORELINES OF SUBMERGENCE)** ในยุคไพลสโตซีน (**PLEISTOCENE**) ซึ่งธารน้ำแข็งละลายระดับน้ำทะเลจะค่อย ๆ สูงขึ้น ลักษณะภูมิประเทศบนเขตชายฝั่งเดิมจะจมอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกเกิดเป็นแนวชายฝั่งใหม่ขึ้น ชายฝั่งแบบนี้ยังเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกทำให้ขอบทวีปลดระดับต่ำลง ลักษณะของชายฝั่งใหม่จะสัมพันธ์กับบริเวณเดิมก่อนจมตัวลง เช่น ถ้าเคยเป็นที่ราบเรียบก็จะทำให้เกิดชาย



รูปที่ 6.45 ชายฝั่งทะเลแบบต่าง ๆ

ฝั่งที่เรียบไม่เว้าแหว่งเท่าเขตที่เคยเป็นภูเขา น้ำทะเลที่ไหลป่าท่วมขอบทวีปถ้าไหลไปถึงบริเวณที่เคยเป็นปากแม่น้ำ พื้นดินสองฝั่งของแม่น้ำบางส่วนจมหายไปใต้น้ำ ทำให้เกิดเป็นอ่าวยาวลึกลงเข้าไปในแผ่นดินเรียกว่า ซากทะเล เกิดเป็น ESTUARINE COAST เช่นในเยอรมันทางตอนเหนือ ถ้าการยุบตัวเกิดขึ้นในที่สูงหรือเนินเขา ส่วนที่เคยเป็นหุบเขาจะเป็นอ่าวน้ำลึกเรียกว่ารืออา เกิดเป็น RIA COAST เช่นในสเปนทางตะวันตกเฉียงเหนือ ถ้าการยุบตัวเกิดในเขตหุบเขาธารน้ำแข็งเกิดเป็นชายฝั่งเว้า ๆ แหว่ง ๆ มากเรียกว่า FIORD COAST ขึ้น ถ้าการยุบตัวเกิดในเขตภูเขาซึ่งทอดขนานกันทำให้เกิดเป็น DALMATIAN COAST เช่นบริเวณชายฝั่ง DALMATIA ในทะเลเอเดรียติก

3. ชายฝั่งทะเลเป็นกลาง (NEUTRAL SHORELINES) พบในบริเวณที่ระดับน้ำทะเลและแผ่นดินไม่เปลี่ยนแปลงเป็นเวลานาน แต่ชายฝั่งจะเกิดขึ้นเนื่องจากการทับถมของวัตถุใหม่ ๆ อาจเป็นชายฝั่งที่เกิดจากดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำชายฝั่งที่เกิดจากการทับถมของตัวปะการังหรือของลาวาไหล ๆ ทะเล เป็นต้น

4. ชายฝั่งทะเลผสม (COMPOUND SHORELINES) เป็นชายฝั่งที่เกิดขึ้นทั้งการยกตัวยุบตัวและบ่อยครั้งจะมีการทับถมรวมอยู่ด้วย