

บทที่ 12

ทะเลทรายและลม (DESERTS AND THE WIND)

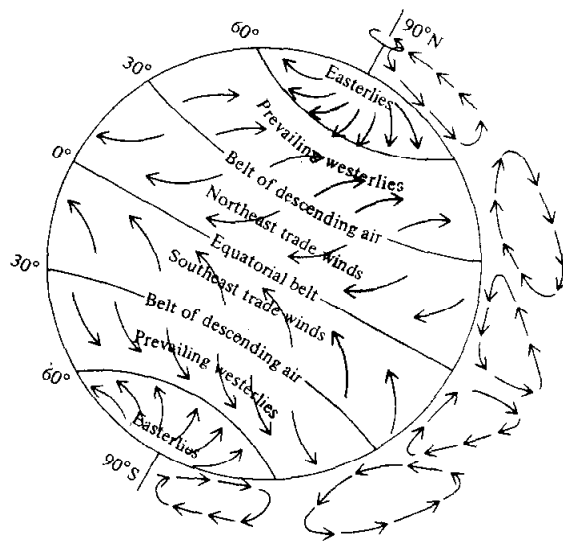
เมื่อนึกถึงทะเลทราย คนส่วนมากจะนึกภาพพื้นที่ลมแรง น้ำเกือบไม่มี ไม่มีพืชพรรณไม้ และเนินทรายที่ร้อน แบนอนเช่นทะเลทรายที่ประกอบด้วยทราย แต่พื้นที่ทะเลทรายทั่วโลกจะแตกต่างกันทั้งการเกิดและลักษณะ ทะเลทรายหรือกึ่งทะเลทรายจะปกคลุมประมาณหนึ่งในสามของพื้นผิวโลก บริเวณแถบทะเลทรายลมจะมีอิทธิพลในการเปลี่ยนแปลงภูมิประเทศมาก แต่อย่างไรก็ตามน้ำในทะเลทรายก็ยังมีผลทำให้พื้นที่แถบทะเลทรายเปลี่ยนไปได้เช่นกัน จึงแม้ว่าจะเกิดขึ้นน้อยกว่าเขตชุ่มชื้น

12.1 ชนิดและการกระจายของทะเลทราย

ทะเลทรายคือพื้นที่ที่มีความชื้นน้อย การระเหยเกิดขึ้นมากเนื่องจากอุณหภูมิสูง จัดเป็นทะเลทรายอบอุ่น (warm desert) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามการเกิดและแหล่งของลม ทั้งนี้ไม่รวมทะเลทรายขั้วโลก (polar deserts) ซึ่งจัดเป็นทะเลทรายเย็น (cold desert)

1. ทะเลทรายตามลักษณะภูมิประเทศหรือทะเลทรายละติจูดกลาง (Topographic deserts or middle-latitude deserts) เป็นทะเลทรายที่เกิดขึ้นใจกลางทวีปที่ห่างไกลจากมหาสมุทร หรือเป็นบริเวณที่มีภูเขาหันทางลม ทำให้ได้รับความชื้นน้อย เช่นจึงไม่ตกลงในพื้นที่นี้ ตัวอย่างทะเลทรายที่อยู่กลางทวีป เช่น ทะเลทราย Takla Makan ทางเหนือของทิเบต ทะเลทราย Kashmir ทางตะวันตกสุดของจีน ส่วนทะเลทรายที่เกิดในรัฐเนวาดา ยูทาห์ แอริโซนา และโคโลราโด ซึ่งอยู่ทางตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ของทวีปอเมริกา จะถูกเทือกเขาเซียร์ราเนวาดาในรัฐแคลิฟอร์เนียกั้นทางลมซึ่งหอบเอาความชื้นจากมหาสมุทรแปซิฟิกเข้าสู่แผ่นดิน ทำให้เกิดฝนตกทางด้านตะวันตกของเทือกเขา ส่วนลมที่พัดต่อไปทางตะวันออก ความชื้นเหลืออยู่น้อยมากเป็นผลทำให้เกิดทะเลทรายในพื้นที่อับฝน ในประเทศเม็กซิโก และประเทศอาร์เจนตินาก็เป็นทะเลทรายแบบนี้

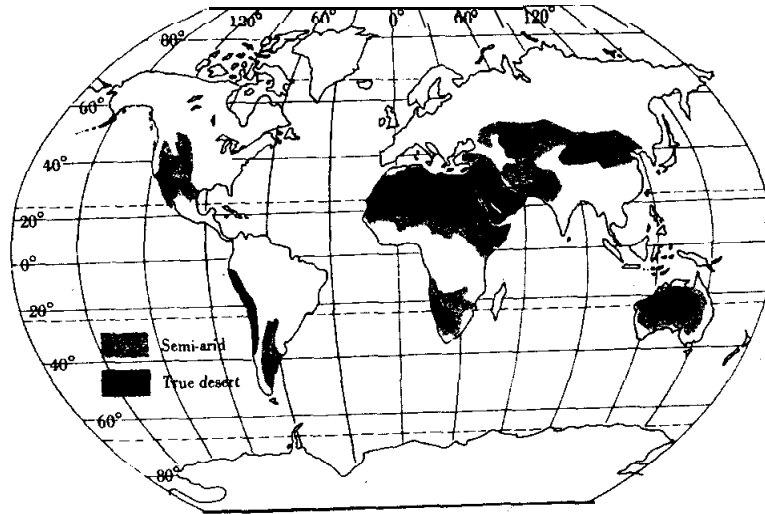
2. ทะเลทรายเขตร้อนหรือทะเลทรายละติจูดต่ำ (Tropical deserts or low-latitude desert) เกิดจากสภาวะการหมุนเวียนของบรรยากาศ (ดูรูปที่ 12.1) พื้นที่อยู่ระหว่างละติจูด 10 ถึง 30 องศาเหนือและใต้ อุณหภูมิจะสูงทำให้ฝนไม่ตกเกิดเป็นทะเลทรายสองด้านของเส้นศูนย์สูตร เช่น ทะเลทราย Sahara ในแอฟริกาเหนือ ทะเลทราย Arabian ในตะวันออกกลาง ทะเลทราย Victoria ในออสเตรเลีย ทะเลทราย Kalahari ในแอฟริกาใต้ ทะเลทราย Sonora ในเม็กซิโก อริโซนา และแคลิฟอร์เนีย ทะเลทราย Atacama ในเปรูและชิลี และทะเลทรายในปากีสถาน และตะวันตกเฉียงเหนือของอินเดีย



รูปที่ 12.1 แสดงการหมุนเวียนของบรรยากาศ
(ที่มา : Ludman & Coch, 1982 หน้า 298)

แถบชายฝั่งทะเลในเขตร้อนบางแห่งจะมีทะเลทรายที่มีรูปร่างยาวและขนาดเล็กเกิดขึ้น เราเรียกชื่อแตกต่างออกไปว่าทะเลทรายแถบชายฝั่ง (coastal deserts) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างชายฝั่งทะเลกับกระแสน้ำในมหาสมุทรที่อยู่ใกล้เคียงกัน เกิดขึ้นเมื่อลมพัดผ่านกระแสน้ำเย็นในมหาสมุทรเข้าฝั่ง อากาศจะเย็นปะทะกับความร้อนบนแผ่นดินชายฝั่งซึ่งมีความสูงไม่มากนักอย่างทันที ทำให้อากาศแห้งและสามารถเก็บความชื้นได้มากขึ้น ความชื้นจะไม่ถูกปล่อยออกมา เป็นเหตุให้ฝนไม่ตกในบริเวณนี้เกิดเป็นทะเลทรายตามชายฝั่งขึ้น เช่น ทะเลทรายทางตอนใต้ของเปรูและตอนเหนือของชิลี

ทะเลทรายส่วนมากจะกระจายอยู่เขตร้อน ทะเลทรายขนาดใหญ่ที่สุดในทวีปแอฟริกา
ใหญ่รองลงมาคือทะเลทรายในทวีปออสเตรเลีย นอกจากนั้นก็อยู่ในสหรัฐอเมริกา จีน อาร์เจน
ตินา อินเดีย ซิลี เปรู และยังมีที่อื่น ๆ อีก การกระจายของทะเลทรายแสดงในรูปที่ 12.2



รูปที่ 12.2 การกระจายของทะเลทรายบนผิวโลก
(ที่มา : Leet & Judson, 1971 หน้า 318)

12.2 ลักษณะของทะเลทราย

1. ภูมิอากาศ บริเวณทะเลทรายจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันมากคือจะร้อนในกลางวัน
แต่ค่อนข้างเย็นเวลากลางคืน ทั้งนี้เพราะพื้นที่ได้รับความร้อนจากแสงแดดโดยตรงเนื่องจากไม่
มีเมฆปกคลุมอุณหภูมิจึงสูงมากในเวลากลางวัน เช่นที่ทะเลทรายซาฮาราประเทศลิเบีย เคยวัด
อุณหภูมิได้ถึง 58°C (136.4°F) และที่เดทเวลล์เลย์ แคลิฟอร์เนียในสหรัฐอเมริกา อุณหภูมิวัด
ได้ 56.5°C ผิวหินและตะกอนในทะเลทรายจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศ เมื่อพระอาทิตย์ตกความ
ร้อนจะแผ่กระจายออกอย่างรวดเร็วทำให้อุณหภูมิลดลงมากในเวลากลางคืน เช่น ทางตอนเหนือ
ของทวีปแอฟริกา กลางวันมีอุณหภูมิ 37°C พอดกลางคืนอุณหภูมิต่ำถึง 0.5°C ในทะเลทรายเขตร้อนที่อยู่
ใกล้เส้นศูนย์สูตร ในฤดูหนาวเวลากลางคืนอุณหภูมิต่ำถึงจุดเยือกแข็ง แต่พอลกลางวัน
อุณหภูมิจะสูงขึ้นมา 15, 20 หรือ 25°C แต่ทะเลทรายตามลักษณะภูมิประเทศซึ่งอยู่ห่างจากเส้น
ศูนย์สูตรในฤดูหนาวจะหนาวจัดอุณหภูมิที่วัดได้ใน Urgan มองโกเลีย ลดต่ำถึง -26°C ในเดือน
มกราคม

อุณหภูมิที่สูง ในเวลากลางวันของทะเลทรายส่วนมากมีผลทำให้ฝนตกน้อยและฝนตกไม่สม่ำเสมอ เช่น ที่ทะเลทรายซาฮาราและอีกหลายแห่ง ฝนตกวัดได้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 12 เซนติเมตรต่อปี ทะเลทรายในเปรูวัดค่าเฉลี่ยได้ 5 เซนติเมตรต่อปี ทะเลทรายบางแห่งในบางปีจะไม่มีฝนตก เช่นที่ทะเลทราย Calama ในชิลี จะไม่มีฝนตกติดต่อกันนานถึง 13 ปี ในทะเลทรายถ้ามีพายุฝน มันจะตกรุนแรงและมีปริมาณน้ำฝนมากภายในระยะเวลาสั้น ๆ

ลมที่พัดในทะเลทรายจะแรงเพราะ ไม่มีสิ่งกีดขวางเลย ลมจะหอบเอาอนุภาคพวกฝุ่นขึ้นไปได้สูงจากพื้นดินและพัดอนุภาคพวกทรายไปตามพื้นดิน ในบางพื้นที่ลมอาจพัดในลักษณะหมุนสูงขึ้นไปข้างบน

2. การผุพัง ดินและพืชพรรณ ในทะเลทรายความชื้นจะน้อย ดังนั้นอัตราการผุพังทั้งทางเคมีและทางกายภาพจะช้ามาก แต่การผุพังทางกายภาพจะเกิดขึ้นมากกว่า ทั้งนี้เพราะพบเศษหินและเศษแร่แตกออกมาแต่ยังคงสภาพเดิมอยู่ การผุพังทางกายภาพอาจเกิดจากแรงดึงดูดของโลก เช่น การแตกของหินเมื่อตกลงมาจากหน้าผา ลมที่พัดเอาทรายมาด้วยทำให้เกิดการผุพังได้ หรือช่วงที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันน้ำจะพัดพาเอาตะกอนมาจำนวนมากและไหลลงสู่ที่ต่ำ ทำให้ตะกอนแตกหักกลดขนาดลงและเกิดกระบวนการครูดถูกับพื้นหิน ในทะเลทรายบางแห่งอุณหภูมิลดต่ำเพียงพอที่จะทำให้เกิดฟอสเฟตแอคชั่น หรืออุณหภูมิที่แตกต่างกันในทะเลทรายทำให้เกิดการขยายตัวและหดตัวของอนุภาค เป็นกระบวนการผุพังทางกายภาพทั้งนั้น ส่วนกระบวนการผุพังทางเคมีอาจเกิดจากความชื้นที่ได้รับจากหมอกหรือน้ำค้างหรือในช่วงที่มีฝนตก

อัตราการผุพังที่ต่ำ เช่นนี้มีผลกับดินในทะเลทราย จะพบดินเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้างน้อยมาก ดินที่เกิดขึ้นจะถูกลมพัดไปหมด เพราะไม่มีต้นไม้คอยยึดไว้หรืออาจถูกน้ำฝนที่ไหลมาตามผิวดินพัดไปที่อื่นดินจึงไม่มีการพัฒนาที่ตื้น ดินในบางพื้นที่จะมีการพัฒนา เช่นดินในภูมิภาคชื้นจะประกอบด้วยเศษแร่ที่ตกตะกอนมาจากสารละลายพวกแร่แคลไซต์ ยิปซั่มและเฮไลต์ เศษแร่ที่เหลืออยู่นี้เนื่องจากละลายไม่หมดเพราะมีน้ำไม่พอ ดินจะขาดอินทรีย์วัตถุ และอาจมีเศษหินที่ได้จากการผุพังทางกายภาพปนอยู่ ทะเลทรายในออสเตรเลียพื้นผิวจะคล้ายหินเพราะมีสารพวกแคลไซต์ เหล็กออกไซด์และซิลิกาจับตัวกันเป็นเปลือกแข็ง

พืชที่ขึ้นอยู่ในทะเลทรายจะกระจายต่าง ๆ และจะหนาแน่นบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวดินหรือบริเวณทางน้ำผิวดิน บางบริเวณจะไม่มีพืชอยู่เลย พืชที่มีอยู่ในทะเลทราย

จะมีผลกับกระบวนการผุพังและกำเนิดดินในทะเลทราย

3. น้ำ ในทะเลทรายจะมีน้ำทั้งบนผิวดินและน้ำใต้ดิน แม่น้ำในทะเลทรายมีเพียงไม่กี่สายที่ไหลผ่านทะเลทรายและไปออกสู่ทะเล เช่น แม่น้ำไนล์ในอียิปต์ และแม่น้ำโคโลราโดในสหรัฐอเมริกาซึ่งมีน้ำไหลตลอดปีเพราะต้นน้ำจากเทือกเขาให้น้ำมาก ทางน้ำชนิดนี้เรียก perennial stream แต่ส่วนมากแม่น้ำที่พบในทะเลทรายจะมีน้ำไหลไม่ตลอดปีเรียก intermittent stream คือจะมีน้ำไหลต่อเมื่อมีฝนตกให้ปริมาณน้ำมาก และจะระเหยหรือซึมหายไปใต้พื้นดินที่แห้งอย่างรวดเร็ว ลักษณะร่องน้ำมักมีผนังสองข้างชันและพื้นราบเรียกว่า washes หรือ arroyos หรือ wadis

ฝนที่ตกในทะเลทรายบางครั้งจะรุนแรงทำให้เกิดน้ำท่วมไหลแผ่กระจายไปตามผิวดิน และมีกำลังมากพอที่จะกัดเซาะพื้นที่และพัดพาตะกอนไปได้

ส่วนน้ำใต้ดินในทะเลทรายได้รับน้ำมาจากฝน เมื่อมีฝนตกน้อยน้ำใต้ดินก็แห้งหรือไม่มีเลย ถ้ามีก็อยู่ในแถบใกล้กับทางน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี และขึ้นอยู่กับชนิดของหินด้วยถ้าเป็นหินทรายก็จะมีน้ำใต้ดินอยู่มาก น้ำใต้ดินในบางพื้นที่อาจใช้ไม่ได้เพราะมีปริมาณเกลืออยู่มากจนใช้ดื่มไม่ได้

12.3 ลักษณะภูมิประเทศเกิดจากการกระทำโดยน้ำ

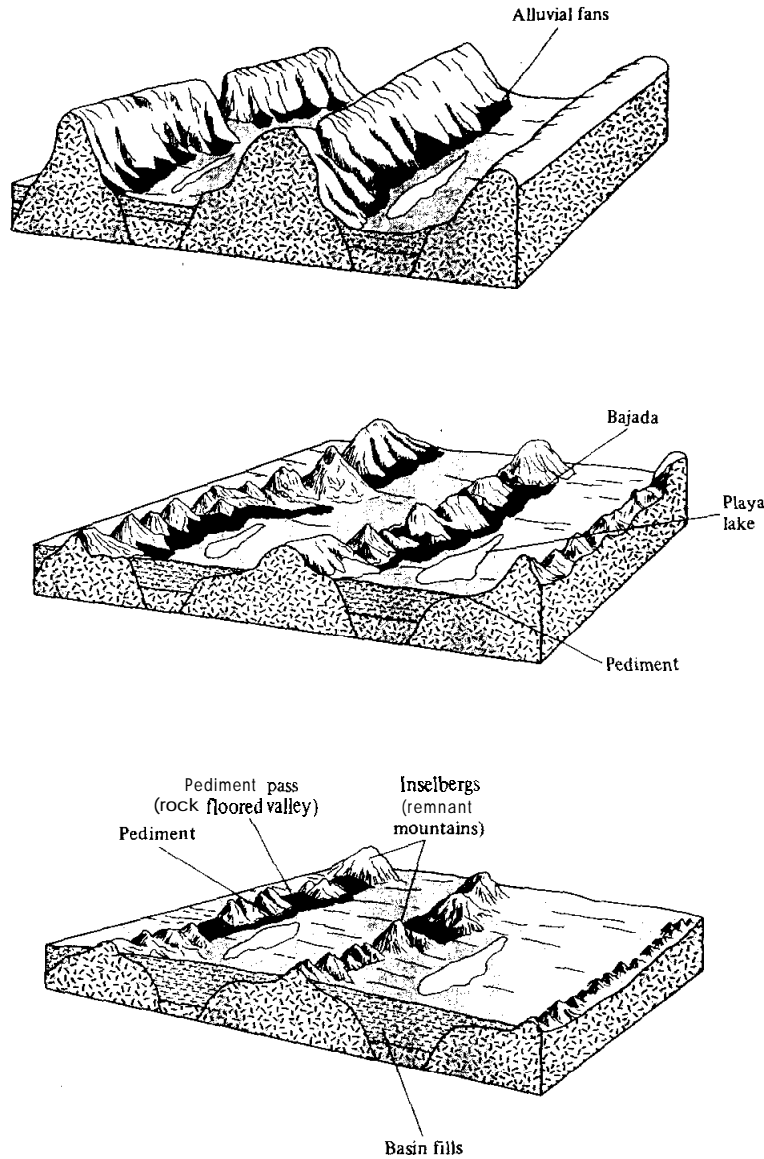
ถึงแม้ว่าในแถบทะเลทรายจะมีฝนตกไม่มาก แต่ก็มีน้ำเพียงพอที่จะเป็นตัวการสำคัญในการสร้างภูมิประเทศ (ดูรูปที่ 12.3)

1. พลาซา (playa) คือแอ่งในทะเลทรายที่อยู่ระหว่างภูเขาโดยพื้นที่นี้มีการยุบตัวขณะที่บริเวณใกล้เคียงมีการยกตัวขึ้นเป็นภูเขา แอ่งจะมีลักษณะลาดเอียงสูงทางด้านภูเขาและจะค่อย ๆ ลาดต่ำเข้าหากกลางแอ่งซึ่งจะเป็นพื้นราบ แอ่งนี้จะสะสมตะกอนที่น้ำพัดมาจากภูเขา และอาจมีน้ำขังอยู่เป็นบางครั้งบางคราว ถ้ามีน้ำอยู่เรียกทะเลสาบพลาซา (playa lake) น้ำในทะเลสาบจะแห้งเร็ว หรือถ้ามีเพียงดินและไม่มีทางระบายน้ำออกจะมีความเข้มข้นของเกลือสูง

2. เนินตะกอนรูปพัด (alluvial fan) ในช่วงฝนตกหนักปริมาณน้ำจะมากและมีกำลังพัดพาตะกอนขนาดต่าง ๆ มาได้โดยเฉาะบริเวณภูเขา ตะกอนเหล่านี้จะมาทับถมกัน

บริเวณเชิงเขาอยู่เหนือพลาซา แต่จะขยายใหญ่ขึ้นลงมาตามเชิงเขาและมีความลาดเอียงน้อย ถ้าเกิดต่อเนื่องกันหลาย ๆ อันเป็นแนวยาวเรียกว่าจาตา (bajada)

3. เพดิเมนต์ (pediment) เป็นบริเวณพื้นผิวที่มีความลาดตรงตื้นภูเขาเป็นหินแข็งที่ถูกกัดเซาะโดยน้ำ อยู่เหนือจาตาขึ้นมา อาจมีตะกอนปกคลุมอยู่เป็นชั้นบาง ๆ จะยาวเป็นแนวรอบภูเขาหรือตามแนวหน้าผา ถ้าพื้นที่ประกอบด้วยเพดิเมนต์จำนวนมากต่อกันเป็นที่ราบกว้างเรียกเพดิเพลน (pediplain)



รูปที่ 12.3 แสดงวิวัฒนาการภูมิประเทศในทะเลทรายบริเวณแอ่งและภูเขาที่เกิดจากรอยเลื่อน (ที่มา : Ludman & Coch, 1982 หน้า 307)

4. อินเซลเบิร์ก (inselberg) คือส่วนของภูเขาที่เหลือภายหลังการกัดเซาะของน้ำ มีลักษณะเป็นเขาโดด ๆ อยู่บนพื้นผิวเกือบราบในทะเลทราย

12.4 การทำงานของลมและภูมิประเทศที่เกิดจากลม

ลมจะมีอิทธิพลน้อยกว่าน้ำในการกัดเซาะ แต่ลมมีความสำคัญในกระบวนการพัดพาและการทับถมในทะเลทราย และในเขตชุ่มชื้นที่ไม่มีพืชปกคลุมดินและประกอบด้วยวัสดุร่วนที่เป็นทราย

12.4.1 การพัดพาและการเคลื่อนที่ของวัตถุ ลมจะพัดพาวัตถุให้เคลื่อนที่ไปได้ การพัดพาของลมจะเป็นแบบเชี่ยว (turbulent flow) คือจะพัดแรงหลายทิศทาง และความเร็วของลมจะเพิ่มขึ้นเมื่อสูงจากพื้นดิน แต่มีระดับหนึ่งที่ลมไม่พัดหรือพัดน้อยมาก จะมีระดับสูงมาจากผิวดินมากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุที่ปกคลุมผิวดิน บริเวณนี้เรียกว่าเขตปราศจากการเคลื่อนที่ (zone of no movement) จะมีค่าเท่ากับ $1/30$ ของเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของวัตถุทั้งหมดบนพื้นดิน เช่น บริเวณหนึ่งมีขนาดวัตถุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 30 มิลลิเมตร เขตปราศจากการเคลื่อนที่จะสูงประมาณ 1 มิลลิเมตรจากผิวดิน

ลมจะพัดพาวัตถุไปได้ 3 วิธีคือ การแขวนลอย การกลิ้งไปและการกระดอน เช่นเดียวกับสายน้ำ

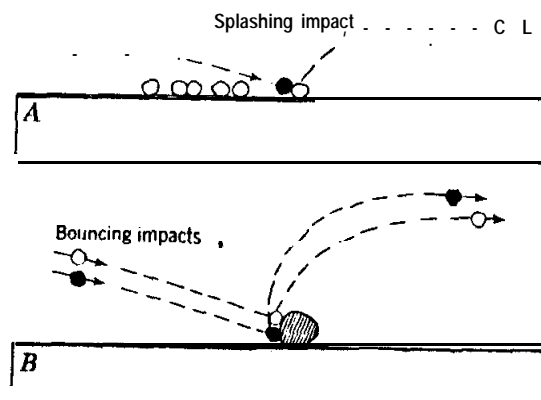
พายุฝุ่นและพายุทราย (duststorms and sandstorms) ขนาดของวัตถุที่ลมสามารถพัดพาไปได้มี 2 พวกคือ ขนาดเม็ดทรายที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยระหว่าง 0.15-0.30 มิลลิเมตร ทรายบางเม็ดจะมีขนาดละเอียดถึง 0.06 มิลลิเมตร และขนาดเม็ดฝุ่นที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.06 มิลลิเมตร ทั้งฝุ่นและทรายจะถูกลมพัดพาไปในลักษณะของพายุฝุ่นและพายุทราย

พายุฝุ่น ลมจะหอบเอาเม็ดฝุ่นจำนวนมากสูงจากระดับผิวดิน 100-1000 เมตร ทำให้เกิดเมฆฝุ่นหนาแน่นในบรรยากาศ ส่วนพายุทรายลมจะพัดพาเม็ดทรายขึ้นสูงจากพื้นดินประมาณหนึ่งเมตรหรือต่ำกว่านี้ โดยทั่วไประดับที่เม็ดทรายเคลื่อนที่มากที่สุดจะสูงจากพื้นดินประมาณ 2-3 เซนติเมตร แต่เม็ดทรายบางเม็ดสามารถลอยขึ้นสูงได้เกือบ 2 เมตร การที่วัตถุขึ้นสูงต่างกันเนื่องจากกำลังของลมและความเร็วสุดท้ายของวัตถุนั้น

การเคลื่อนที่ของเม็ดฝุ่นและเม็ดทราย การเคลื่อนที่ของเม็ดฝุ่นลมจะพัดพาไป โดยการแขวนลอย ฝุ่นจะมีขนาดเล็กและเบาพอที่ลมจะพัดให้ลอยตัวขึ้นบนอากาศแล้วพาลอยไป เป็นระยะทางไกลมาก ทั้งนี้เพราะมีความเร็วสุดท้ายต่ำกว่าความเร็วของลม

โดยทั่วไปลมไม่สามารถพัดพาวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่า 0.03 มิลลิเมตรให้ ลอยขึ้นจากผิวดินได้เมื่อมันตกถึงพื้นแล้วถึงแม้จะมีลมพัดอย่างแรง แต่การที่ลมสามารถยกเม็ดฝุ่น เหล่านี้ขึ้นไปบนอากาศได้ครั้งแรกก็เพราะว่าเม็ดฝุ่นอาจถูกการกระแทกจากการเคลื่อนที่ของเม็ด ทรายหรือถูกการรบกวนโดยวิธีอื่น ๆ ทำให้ฝุ่นถูกยกสูงขึ้นสู่อากาศ จากนั้นลมก็พัดพาต่อไปในชั้น บรรยากาศ

การเคลื่อนที่ของเม็ดทราย โดยมากเม็ดทรายจะถูกลมพัดพาให้เคลื่อนที่ไป ข้างหน้าตามผิวดิน โดยการกระดอนไปและการกลิ้งไป ลมไม่สามารถยกเม็ดทรายจากผิวดินได้ เม็ดทรายถูกพัดพาขึ้นไปบนอากาศได้โดยการถูกลมพัดให้กลิ้งไปกระทบกับเม็ดทรายเม็ดอื่นแล้ว ตัวมันเองกระดอนไปหรือไปกระทบเม็ดอื่นให้กระดอนไป เม็ดทรายจะลอยเข้าสู่อากาศเป็น แนวโค้งแล้วตกกระทบกับพื้นเป็นมุมแคบ การตกกระทบพื้นเป็นเหตุให้เม็ดทรายกระดอนสู่อากาศ ได้อีก (ดูรูปที่ 12.4) เม็ดทรายที่มีขนาดใหญ่จะไม่ถูกลมพัดพาขึ้นไปบนอากาศเลย แม้จะถูก แรงกระทบ แต่มันจะเคลื่อนที่โดยการกลิ้งไปตามผิวดินเท่านั้น ซึ่งเม็ดทรายส่วนมากจะเคลื่อน ไปโดยการกลิ้งตามผิวดินมากกว่าการกระดอนไป

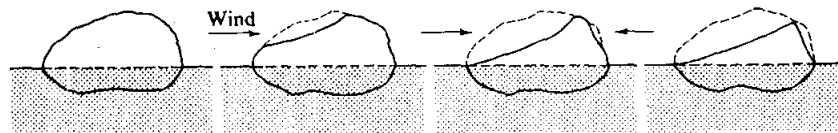


รูปที่ 12.4 การเคลื่อนที่ของเม็ดทรายโดยการกระดอน

(ที่มา : Longwell & others, 1969 หน้า 299)

12.4.2 การกัดเซาะและลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้น การกัดเซาะที่เกิดจากการกระทำของลมมีอยู่ 2 กระบวนการคือการขัดถู (abrasion) และการพัดกราด (deflation)

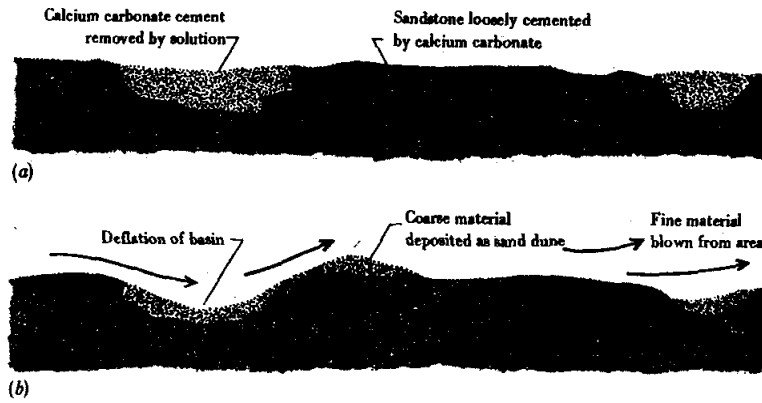
1. การขัดถู เป็นการขัดถูระหว่างเม็ดทรายที่ลมพัดพามากับผิวหน้าของหินหรืออนุภาคที่มีขนาดใหญ่ ผิวหน้าของหินที่ไม่ค่อยแข็งมากเมื่อถูกขัดถูจะเกิดเป็นร่องยาวกว้างหรือแคบก็ได้ และร่องจะยาวไปตามทิศทางลมพัดและจะลึกลงเรื่อย ๆ เรียกลักษณะนี้ว่า yardang ถ้ามุมที่หอบเอาเม็ดทรายมาขัดถูกับอนุภาคขนาดใหญ่ที่กั้นทางลม อนุภาคด้านที่ลมพัดมาจะค่อย ๆ ลึกลงไปและผิวหน้าจะเรียบมัน อาจมีหลายหน้าทั้งขึ้นขึ้นกับการเปลี่ยนทิศทางลม เรียกก้อนหินนี้ว่า ventifacts ถ้าเป็นเนินเขาหินโดยมีหินแข็งปิดอยู่ด้านบน ช้างล่างเป็นหินที่อ่อนกว่า การขัดถูทำให้เนินเขาบริเวณฐานคอดกึ่งวง เกิดเป็นโพรง เป็นสะพานหินธรรมชาติ หรือมีรูปร่างประหลาด เราเรียก pedestal rock



รูปที่ 12.5 Ventifacts ลักษณะที่เกิดจากการขัดถูโดยลม

(ที่มา : Foster, 1983 หน้า 189)

2. การพัดกราด เกิดขึ้นในบริเวณที่วัตถุยังไม่แข็งตัวหรือเกิดการผุพังทำให้ลมสามารถพัดเอาวัตถุที่มีขนาดเล็กไปสะสมยังที่อื่น ทำให้บริเวณนั้นเหลือแต่วัตถุที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น ลักษณะภูมิประเทศที่มีแต่วัตถุขนาดใหญ่กว่าทรายสะสมอยู่เป็นบริเวณกว้างเรียกว่า desert pavement หรือ lag deposits ในบางแห่งถ้ามีแต่ทรายล้วนและฝุ่น ลมจะพัดพาไปสะสมยังบริเวณอื่นหมด ทำให้เกิดเป็นแอ่งขึ้นเรียกว่า blowouts มักเกิดบนที่ราบ (ดูรูปที่ 12.6)



รูปที่ 12.6 การพัดกรวดที่เกิดกับทรายร่วมทำให้เกิดแอ่งขึ้น

(ที่มา : Leet & Judson, 1971 หน้า 330)

12.4.3 การทับถมและลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้น เมื่อความเร็วของลมลดลง

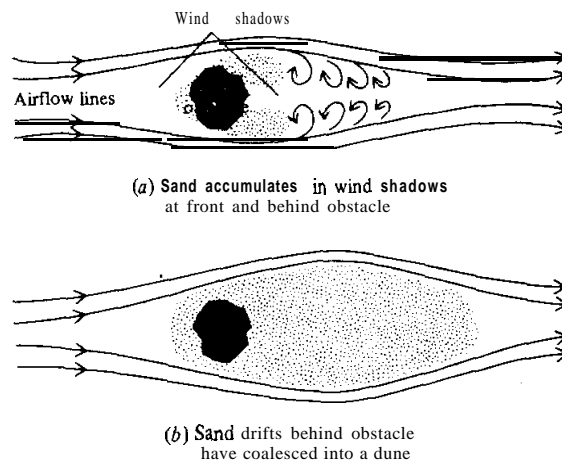
ความสามารถในการพัดพาอนุภาคของทรายและฝุ่นให้ปลิวไปในอากาศก็จะหมดลง ทำให้วัตถุขนาดต่าง ๆ ตกทับถมกันบนพื้นดิน ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถมโดยตะกอนของลมจะมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค บริเวณนั้นมีพืชขึ้นอยู่หรือไม่ ความแน่นอนของทิศทางของลม และจำนวนวัตถุที่ลมพัดพามาได้ ชนิดของการตกทับถมแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. การทับถม โดยไม่มีการเรียงตัวเป็นชั้น เป็นการทับถมของตะกอนขนาดเล็ก และเป็นเหลี่ยมซึ่งประกอบด้วยเศษแร่ชนิดต่าง ๆ โดยไม่มีการเรียงตัวเป็นชั้นมีสีเหลืองทนม เรียก ดินเลิสส์ (loess) ดินเลิสส์จะสะสมตัวกันมีความหนาไม่กี่เซนติเมตรจนถึง 10 เมตร หรือมากกว่านั้นในสหรัฐอเมริกา ในประเทศจีนดินเลิสส์จะหนามากกว่า 100 เมตร เชื่อว่าตะกอนที่มาตกทับถมกันเป็นดินเลิสส์นั้นถูกลมพัดพามา เพราะตะกอนมีขนาดเล็กคล้ายเม็ดฝุ่นที่ถูกลมพัดพาไปได้ในปัจจุบัน นอกจากนั้นดินเลิสส์ยังสะสมตัวในแนวตั้งอยู่ตามเชิงเขา หุบเขาและที่ราบ แสดงให้เห็นว่าตะกอนเหล่านี้ลมหอบมาตกทับถมกัน ตะกอนที่มาสะสมกันเป็นดินเลิสส์มีแหล่งกำเนิดมาจากทะเลทรายเป็นส่วนมาก เช่นดินเลิสส์ในประเทศจีนมาจากทะเลทรายโกบี ซึ่งอยู่ทางตอนกลางของทวีปเอเชีย หรือดินเลิสส์ทางตะวันออกของซูดาน ในทวีปแอฟริกา มีแหล่งกำเนิดมาจากทะเลทรายซาฮารา แต่การทับถมของดินเลิสส์ในทวีปอเมริกาและยุโรป จะเป็น

ตะกอนธารน้ำแข็งในสมัยไพลสโตซีน จะทับถมกันใกล้กับแม่น้ำ ดินเลิสส์จะมีความสำคัญต่อการเกษตรกรรม

2. การทับถมโดยมีการเรียงตัวเป็นชั้น เป็นการตกทับถมของเม็ดทรายที่ลมพัดมาโดยมีการเรียงตัวเป็นชั้น เรียกว่าเนินทราย (sand dune) เนินทรายอาจเคลื่อนที่อยู่เรื่อย ๆ จะเปลี่ยนรูปร่างและขนาดอยู่เสมอทั้งนี้เพราะลมพัดอยู่ตลอดเวลา แต่เนินทรายบางเนินอาจไม่มีการเคลื่อนที่เพราะมีพืชปกคลุม

เนินทรายจะเกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งกีดขวางทางลมทำให้เกิดเงาลม (wind shadow) ขนาดใหญ่ทางด้านหลังสิ่งกีดขวางนั้น และส่วนด้านหน้าสิ่งกีดขวางจะมีขนาดเล็ก ในเงาลมจะเป็นลมหมุน เมื่อลมพัดพาเม็ดทรายมากระทบสิ่งกีดขวาง เม็ดทรายจะตกลงในเขตของเงาลมทางด้านหน้าสิ่งกีดขวางทันทีเนื่องจากความเร็วลด เม็ดทรายบางส่วนก็ผ่านเข้าไปในเงาลมด้านหลังสิ่งกีดขวางและตกสะสมเกิดเป็นเนินทรายขึ้น (ดูรูปที่ 12.7)



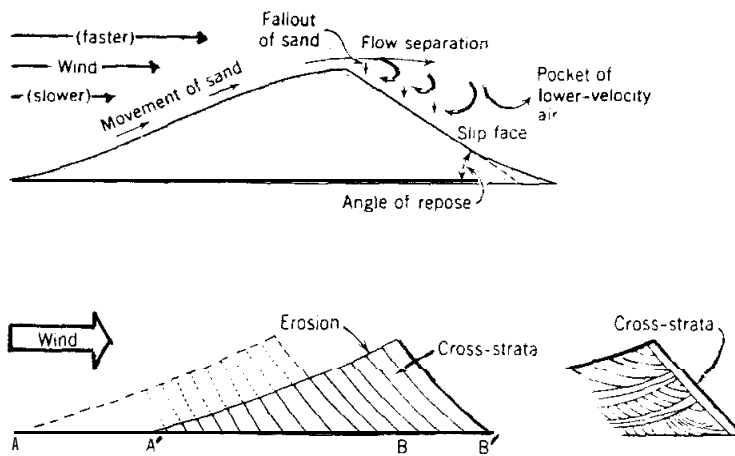
รูปที่ 12.7 แสดงการเกิดเงาลมจากสิ่งกีดขวางและการสะสมของเม็ดทรายเป็นเนินทราย

(ที่มา : Ludman & Coch, 1982 หน้า 311)

เงาลมของเนินทรายเกิดจากเนินทรายเอง ทำให้มีการตกสะสมของเนินทรายต่อเนื่อง (ดูรูปที่ 12.8) ทรายจะถูกลมพัดมาจากด้านปะทะลม (windward side) และตกสะสมกันทางด้านปลายลม (leeward side) ความลาดเอียงทั้งสองด้านยังไม่ต่างกันมาก ลมจะพัดผ่านยอดเนินทรายอย่างต่อเนื่อง แต่บริเวณต่ำลงมาทางด้านปลายลมจะเป็นกระแส GY 113

หมุนเพราะเกิดเงาลมทางด้านนี้ เมื่อความเร็วของลมเพิ่มขึ้นทางด้านปะทะลม ทราบทางด้านปะทะลมจะถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ไปสะสมกันตอนบนของด้านปลายลม เม็ดทรายจะกองกันจนสูงเมื่อไม่สามารถกองอยู่ได้ก็จะตกลงมาสะสมกันข้างล่างปลายลม ทำให้เกิดความลาดชันสูงมีมุมเอียงประมาณ 34 องศาจากแนวระนาบ ด้านนี้จึงเรียก slip face และเนินทรายจะมีรูปร่างไม่สมมาตรเกิดขึ้นคือมีความลาดเอียงน้อยทางด้านปะทะลมซึ่งเป็นด้านหันหน้าเข้าหาทิศทางการเคลื่อนที่ของลมและด้านที่มีความลาดชันมากกว่าจะหันหน้าตามทิศทางของลม

ถ้าทรายถูกพัดพาจากความลาดชันด้านปะทะลมและสะสมบนความลาดชันปลายลมต่อเนื่องกันไป เป็นสาเหตุให้เนินทรายเคลื่อนที่ไปทางปลายลมหรือไปตามทิศทางของลม การเรียงตัวเป็นชั้นของเนินทรายจะเกิดขึ้นบนความลาดชันด้านปลายลมและเอียงไปตามทิศทางของปลายลมหรือตาม slip face และจะบอกทิศทางลมในอดีตได้ ส่วนทางด้านปะทะลมในเนินทรายบางชนิดก็พบการเรียงตัวเป็นชั้นได้



รูปที่ 12.8 การเกิดเนินทรายและการเรียงตัวเป็นชั้น
(ที่มา : Longwell & others, 1969 หน้า307)

ชนิดของเนินทราย

1. เนินทรายชายฝั่ง (shoreline dune) เนินทรายนอกจากจะเกิดขึ้นในแถบทะเลทรายแล้ว ตามชายฝั่งมหาสมุทรและริมทะเลสาบใหญ่ ๆ ก็จะมีเนินทรายที่เกิดขึ้นจากลมเช่นเดียวกัน มีลักษณะเป็นสันทรายเรียกเนินทรายส่วนหน้า (fore dune) เกิดขึ้นใน

เขตอากาศชุ่มชื้น โดยลมชายฝั่งที่แรงพัดเอาเม็ดทรายตามชายหาดมาสะสมกัน ถ้าบริเวณนั้นมี
ต้นไม้อ่อนนุ่มพอสมควรเนินทรายก็จะเกิดใกล้กับชายฝั่งและวางตัวเป็นแนวแคบ ๆ ชานกับชายฝั่ง
มีผิวหน้าขรุขระ บางครั้งจะมีแอ่ง (blowout) เกิดขึ้นด้วย

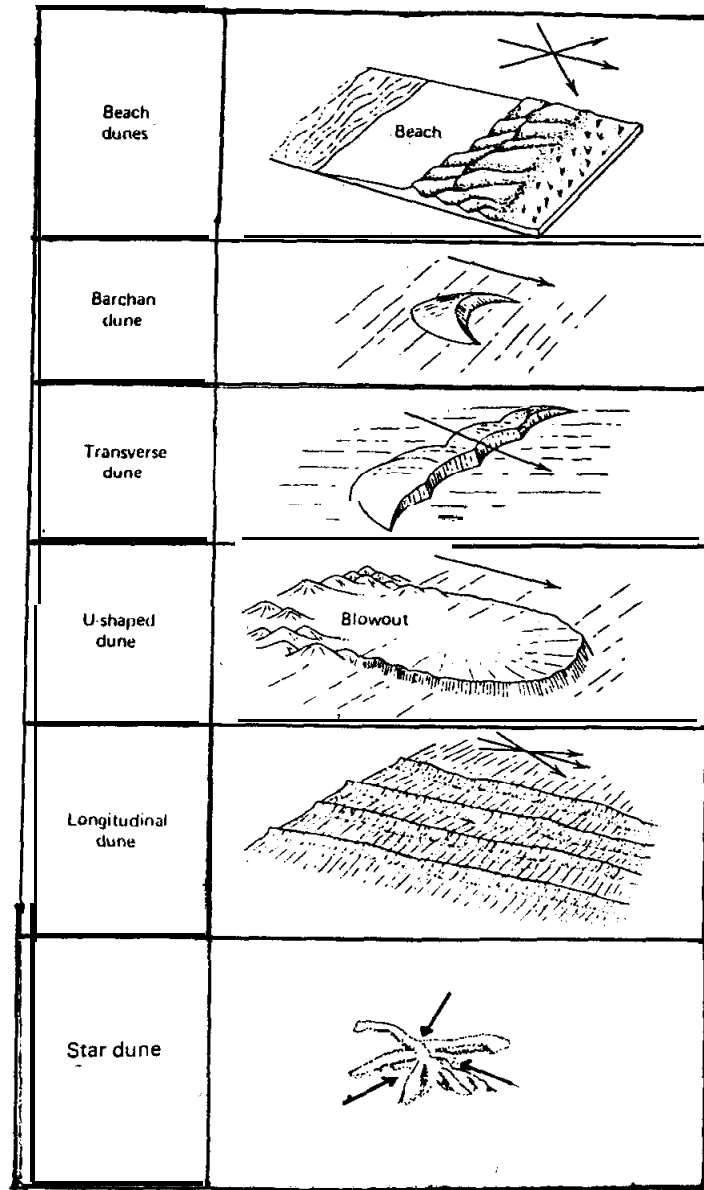
ในบางบริเวณที่ต้นไม้อ่อนนุ่ม เนินทรายก็จะเกิดอยู่ห่างจากฝั่งเข้ามา
ในแผ่นดินเรียก เนินทรายตามขวาง (transverse dune) มีความยาวตั้งฉากกับทิศทางลม
ทางด้านปะทะลมจะลาด ส่วนด้านปลายลมจะชันเป็น slip face เนินทรายตามขวางนี้พบมาก
ในภูมิประเทศที่ร้อนแห้งแล้งและค่อนข้างแห้งแล้ง มีทรายมากและต้นไม้อ่อนนุ่ม

2. เนินทรายรูปพระจันทร์เสี้ยว (barchan dune) เป็นเนินทรายที่มี
รูปร่างคล้ายพระจันทร์เสี้ยวซึ่งปลายของมันจะชี้ทิศทางที่ลมพัดไปหรือด้านใต้ลม มันจะมีการ
เคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ไปตามการเคลื่อนที่ของลม ถ้าเป็นเนินทรายขนาดเล็ก อัตราการเคลื่อน
ประมาณ 15 เมตรต่อปี ถ้าขนาดใหญ่ประมาณ 7.5 เมตรต่อปี เนินทรายนี้มีความสูงมากที่สุด
วัดได้ 30 เมตร ความกว้างประมาณ 300 เมตร บางครั้งจะเกิดติดต่อกันไปเป็นแนวโดย
ปลายต่อปลายชนกัน โดยทั่วไปเนินทรายชนิดนี้จะเกิดจากลมพัดในทิศทางที่แน่นอน บริเวณเป็น
พื้นเรียบแห้ง มีทรายจำนวนมากและมีต้นไม้อ่อนนุ่มมาก

3. เนินทรายพาราโบลา (parabolic dune or U-shaped dune)
ลักษณะคล้ายเนินทรายรูปพระจันทร์เสี้ยว แต่มีทิศทางกลับกัน คือปลายแหลมของเนินทรายชนิดนี้
ชี้ทิศทางที่ลมพัดมาหรือด้านต้นลม พบมากบริเวณชายฝั่งที่มีพืชอยู่กระจัดกระจาย

4. เนินทรายรูปดาว (star dune) เป็นเนินทรายขนาดใหญ่ เมื่อบมอง
จากด้านบนจะเห็นคล้ายดาว จะมีสันรวมกันที่จุดยอดของเนินทรายแล้วกระจายออกจากศูนย์กลาง
ทุกทิศทุกทาง บริเวณยอดอาจสูงถึง 100 เมตรหรือมากกว่านี้ เกิดจากลมพัดหลาย ๆ ทิศทาง
พบมากในทะเลทรายซาฮารา

5. เนินทรายตามยาว (longitudinal dune) เป็นเนินทรายที่มีสัน
ยาววางตัวขนานกับทิศทางของลม เกิดขึ้นในบริเวณที่ราบในทะเลทรายที่มีทรายน้อย แต่ว่าลม
พัดแรงในทิศทางใดทิศทางหนึ่งคงที่ เนินทรายขนาดเล็กจะมีความยาว 60 เมตรและสูง 3
เมตร แต่ในทะเลทรายอาหรับมักยาว 100 กิโลเมตร และสูง 100 เมตร มีความยาวข้าม
ประเทศ ชาวอาหรับเรียก เนินทรายรูปดาว (seif dune)



รูปที่ 12.9 แสดงเนินทรายชนิดต่าง ๆ ลูกศรชี้ทิศทางลม
 (ที่มา : Coates, 1981 หน้า 82 และ Foster, 1983, หน้า 193)

12.5 สรุป

ทะเลทรายจะปกคลุมหนึ่งในสามของพื้นผิวโลก ทะเลทรายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
 ทะเลทรายตามลักษณะภูมิประเทศและทะเลทรายเขตร้อน

ทะเลทรายตามลักษณะภูมิประเทศ มีลักษณะแห้งแล้งเนื่องจากอยู่ไกลจากแหล่งความชื้น หรือมีภูเขาที่ล้อมรอบเอาเข้ามา

ส่วนทะเลทรายเขตร้อนจะอยู่ระหว่างละติจูด 10° ถึง 30° เหนือ และใต้ของเส้นศูนย์สูตร เกิดขึ้นจากการหมุนเวียนของบรรยากาศ

ทะเลทรายจะเป็นบริเวณที่มีฝนตกน้อย น้อยกว่า 25 เซนติเมตรต่อปี และตกไม่แน่นอน แต่เวลาฝนตกจะแรง อุณหภูมิจะแตกต่างกันมากช่วงกลางวันกับกลางคืน ลมที่พัดจะแรง เพราะไม่มีต้นไม้กีดขวาง จึงเป็นตัวอย่างสำคัญทางธรณีวิทยา

การผุพังในทะเลทรายทั้งทางกายภาพและทางเคมีจะต่ำเพราะขาดน้ำ ดังนั้น ดินในทะเลทรายเกิดขึ้นน้อย บางครั้งจะมีลักษณะเป็นเปลือกแข็งเกิดจากการสะสมของแร่แคลไซต์ เกล็ดออกไซด์และซิลิกา พีชที่ขึ้นอยู่ในทะเลทรายจะหนาแน่นบริเวณแหล่งน้ำ

น้ำในทะเลทรายถึงจะมีปริมาณน้อย แต่ก็พอเพียงที่ทำให้เกิดทางน้ำขึ้นได้ การไหลของน้ำจะเป็นช่วงสั้นและเกิดขึ้นอย่างทันทีในช่วงฝนตกหนัก ส่วนน้ำใต้ดินจะมีจำกัด แต่ก็พบในทะเลทรายทั่วไป

น้ำจะเป็นตัวอย่างสำคัญในทะเลทรายเช่นกัน ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศหลายาเนินตะกอนรูปพัด เพดิเมนต์ อินเซลเบียร์ก

ลมจะมีอิทธิพลมากในแถบทะเลทรายทำให้เกิดการพัดพา การทับถมและการกัดเซาะ ลมจะพัดพาวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ 2 ขนาดคือ ขนาดฝุ่นและขนาดทราย ฝุ่นจะถูกลมพัดพาให้สูงขึ้นไปในบรรยากาศในลักษณะการแขวนลอย แต่ทรายส่วนมากลมจะพัดพาไปตามพื้นดินในลักษณะการกลิ้งไปและการกระดอนไป

การกัดเซาะของลมได้แก่ การขูดถูและการพัดกราด และผลที่เกิดขึ้นจากการกัดเซาะได้แก่ yardang, ventifacts, pedestal rock, desert pavement, blowouts

การทับถมเกิดขึ้น 2 ลักษณะคือ การทับถมที่ไม่มีการเรียงตัวเป็นชั้น ส่วนมากเป็นอนุภาคขนาดฝุ่น เช่น ดินเลิสส์ และการทับถมที่มีการเรียงตัวเป็นชั้น เป็นการทับถมของทราย เช่น เนินทราย

การเกิดเนินทรายเริ่มจากมีการสะสมทรายบริเวณเงาลมทางด้านหลังสิ่งกีดขวางทางลม ซึ่งเงาลมของเนินทรายเกิดจากเนินทรายเอง ดังนั้น เม็ดทรายจากเนินทรายทางด้าน

ปะทะลมจะเคลื่อนที่ขึ้นไปตามพื้นลาดของด้านปะทะลมแล้วไปตกกับผนังทางด้านปลายลมบริเวณ slip face ที่ชัน เป็นบริเวณเงาของเนินทราย

ชนิดของเนินทรายที่พบมากได้แก่ เนินทรายชายฝั่ง ซึ่งมี 2 ชนิดคือ เนินทรายส่วนหน้า และเนินทรายตามขวาง เนินทรายรูปพระจันทร์เสี้ยว เนินทรายพาราโบลา เนินทรายรูปดาว และเนินทรายตามยาว

แบบฝึกหัดบทที่ 12

1. ทะเลทรายคืออะไร แบ่งออกเป็นกี่ชนิด ทะเลทรายแต่ละชนิดเกิดขึ้นได้อย่างไร และกระจายอยู่บนผิวโลกบริเวณใดบ้าง
2. อธิบายลักษณะภูมิอากาศในทะเลทราย ทั้งฝน อุณหภูมิและลม
3. อธิบายการผุพังในทะเลทราย และมีผลกับการเกิดดินและพืชพรรณในทะเลทรายอย่างไร
4. อธิบายลักษณะน้ำในทะเลทราย
5. อธิบายลักษณะภูมิประเทศเหล่านี้ที่เกิดจากการกระทำของน้ำในทะเลทราย พลาเยา เนินตะกอนรูปพัด เฟติเมนต์ และอินเซลเบิร์ก
6. พายุฝุ่นเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีการพัดพาไปอย่างไร
7. เม็ดทรายเคลื่อนที่ไปพร้อมกับพายุทรายได้อย่างไร เม็ดทรายแต่ละเม็ดจะลอยไปได้สูงเพียงใด การขัดถูจากลมจะเกิดระดับใดมากที่สุด
8. อธิบายกระบวนการขัดถูที่เกิดจากการกระทำของลม และการขัดถูของลมทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแบบใด
9. อธิบายกระบวนการพัดกราด การพัดกราดจะเกิดได้ดีในสภาวะใด และทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศแบบใด
10. ดินเลิส์ส์คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ดินเลิส์ส์มีโครงสร้างอย่างไร และกำเนิดจากสิ่งใดบ้าง
11. เนินทรายคืออะไร เกิดขึ้นและเคลื่อนที่ไปได้ได้อย่างไร
12. อธิบายเนินทรายชายฝั่ง ทั้งเนินทรายส่วนหน้าและเนินทรายตามขวาง
13. อธิบายเนินทรายรูปพระจันทร์เสี้ยว และต่างกับเนินทรายพาราโบลาอย่างไร
14. อธิบายเนินทรายรูปดาวและพบได้ที่ไหน
15. อธิบายเนินทรายตามยาว เนินทราย^{ขี้}นซิปอกทิศทางลมได้อย่างไร