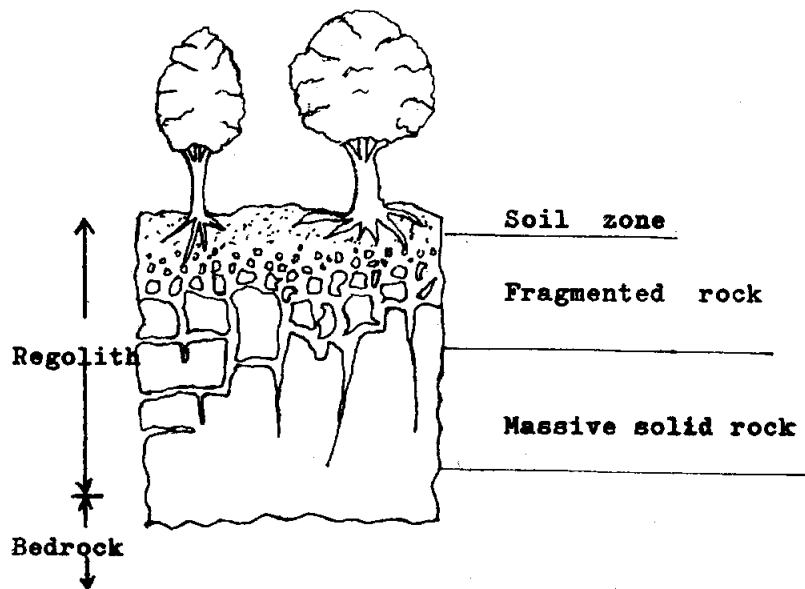


บทที่ 5

ขบวนการสลายตัวและดิน (Weathering Processes and Soils)

การสลายตัวของวัตถุบนผิวโลกจะเกิดอยู่ตลอดเวลาโดยตัวการต่างๆกัน อิทธิพลของตัวการเหล่านี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของวัตถุต่างๆบนผิวโลก ซึ่งเป็นผลของการผุพังแตกสลาย การเคลื่อนย้ายและการทับถม สภาพของสารเคมีจะเปลี่ยนไปทั้งรูปร่าง ขนาด ส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติอื่นๆ

เปลือกโลกประกอบด้วยหินหลายชนิด ซึ่งหินแข็งที่รองรับอยู่ชั้นล่างของเปลือกโลกหรือส่วนนอกของ lithosphere เราเรียก bedrock ชั้นบนของ bedrock จะเป็นชั้นที่มีบรรยากาศและน้ำเป็นส่วนที่เราเรียก regolith ซึ่ง regolith ประกอบไปด้วยหินและชิ้นส่วนของ bedrock ที่แตกหักออกมาและยังไม่ได้เคลื่อนย้ายไปที่อื่น รูปที่ ๕.๑



รูปที่ ๕.๑ แสดงส่วนของ bedrock และ regolith

Regolith เกิดขึ้นจากการสลายตัวของ bedrock ซึ่งมีภูมิอากาศและความคงทนของหินและแร่เป็นคว้ประกอบที่สำคัญ การสลายตัวเกิดขึ้นช้ามากซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของหิน ๒ ขนาดการคือ การสลายตัวทางกายภาพ (Physical weathering) และการสลายตัวทางเคมี (Chemical weathering) ในบริเวณที่มีอากาศแห้งแล้งและหนาวอิทธิพลของการสลายตัวทางกายภาพจะมีความสำคัญมากกว่าการสลายตัวทางเคมี สำหรับในบริเวณที่อากาศร้อนและชื้นการสลายตัวทางเคมีจะมีอิทธิพลเหนือกว่าการสลายตัวทางกายภาพ แต่อย่างไรก็ตามการสลายตัวทั้งสองชนิดนี้มักจะเกิดร่วมกัน

๑. การสลายตัวทางกายภาพ (Physical weathering)

เป็นการสลายตัวโดยการแตกสัหักพังของหิน โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของหินและแร่ เปลี่ยนแต่ขนาดและรูปร่าง แบ่งออกเป็น ๔ ชนิด

๑. การขยายตัวของหินเมื่อความกดดันลดลงหรือลดน้ำหนัก และต่อมาหินจะแตกออกเรียกว่า unloading หินที่อยู่เบื้องล่างจะมีความกดดันมากกว่าหินที่อยู่บริเวณผิวโลก ถ้าหินเบื้องล่างนี้ไถลขึ้นมาใกล้ผิวดินความกดดันก็จะลดลง ทำให้หินเกิดการขยายตัวและแตกหักไปในที่สุด ซึ่งโดยมากจะแตกออกเป็นแผ่นๆเป็นรูปโดมเรียก exfoliation พบมากในหินแกรนิต

๒. การเติบโตของผลึกในหิน (growth of crystals within a rock) เชื่อว่ามีผลทำให้หินแตกแยกออกจากกัน ขนาดการอื่นนี้เป็น การเจริญเติบโตของผลึก เช่นผลึกน้ำแข็งและเกลือต่างๆ การเจริญเติบโตของผลึกแร่นี้จะเกิดมากในหินที่มีรอยแตกร้าวเป็นปริมาณมากอยู่แล้ว และอยู่ในบริเวณที่มีการเจริญเติบโตของผลึกได้ดี

๓. การขยายตัวและหดตัวเนื่องจากความร้อน (thermal expansion and contraction) เกิดขึ้นบริเวณที่มีช่วงอุณหภูมิต่างกันอย่างมาก เช่นบริเวณแถบทะเลทราย หินก้อนใหญ่จะแตกออกเป็นซีกๆคล้ายกับกลีบส้ม เพราะว่า

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแร่ต่างๆในหินจะหดตัวหรือยืยกว่า นานเข้าก็ทำให้หินแตกหลุดออกมาเป็นชั้นเล็กชั้นน้อย

๘. อิทธิพลจากสิ่งมีชีวิต (organic activity) เช่นพืช รากของต้นไม้ที่เกิดตามซอกหินจะช่วยให้หินแตกหัก เพราะเวลารากต้นไม้ขยายใหญ่ขึ้นก็จะไปคั้นซอกหินให้กว้างขึ้น นอกจากนั้นรากของต้นไม้ที่งอกขึ้นบริเวณ regolith ก็จะทำให้เกิดการสลายตัวได้เช่นกัน ส่วนสัตว์มักจะอาศัยอยู่ตามซอกตามโพรงของหิน เป็นการเพิ่มการแตกหักของหิน สำหรับมนุษย์นั้นว่ามีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการแตกสลายหักพังของหินเช่น การระเบิด พุคเจาะหินและแร่ การหักร้างดวงพง และการบุกเบิกที่ดิน

๒. การสลายตัวทางเคมี (Chemical weathering)

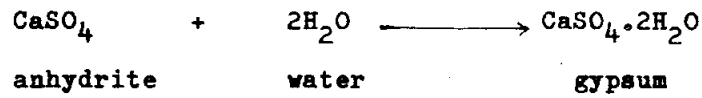
เป็นขบวนการที่ทำให้หินและแร่แตกสลาย มักจะเกิดการสลายตัวทางกายภาพก่อนจึงเกิดการสลายตัวทางเคมี ขบวนการสลายตัวทางกายภาพและการสลายตัวทางเคมีมักจะเกิดร่วมกัน สำหรับในบริเวณที่มีอากาศชุ่มชื้นและร้อนขึ้นจะมีการสลายตัวทางเคมีรุนแรงมาก การสลายตัวทางเคมีส่วนมากจะทำให้ส่วนประกอบของหินหรือแร่เปลี่ยนไป

ปฏิกิริยาของการสลายตัวทางเคมีมีอยู่ด้วยกันมากมาย แต่สามารถจัดรวมเป็นพวกๆได้ ๕ พวกคือ

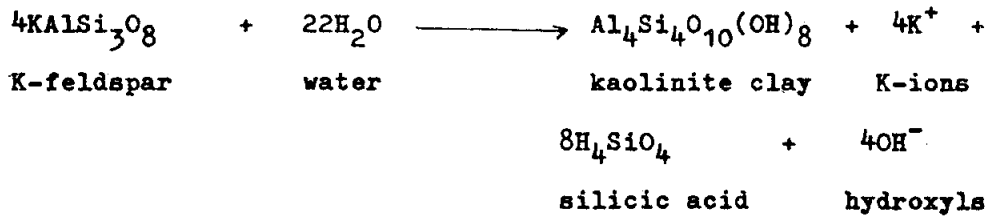
๑. ออกซิเดชัน (oxidation) เป็นขบวนการที่เพิ่มออกซิเจนแล้วทำให้แร่เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะ เป็นขบวนการสำคัญที่มักเกิดในหินหรือแร่ที่มีเหล็ก แมกนีเซียมผสมอยู่ เนื่องจากเหล็กและแมกนีเซียมถูก oxidized ได้ง่าย เหล็กอาจอยู่ในรูปของซัลไฟด์ คาร์บอเนต ซิลิเกตหรืออื่นๆ ขบวนการนี้มักเกิดกับแร่พวกแอมฟิโบล (amphibole) แร่ไพโรซีน (pyroxene) แร่โอลิวีน (olivine) ตัวอย่างปฏิกิริยาเช่น



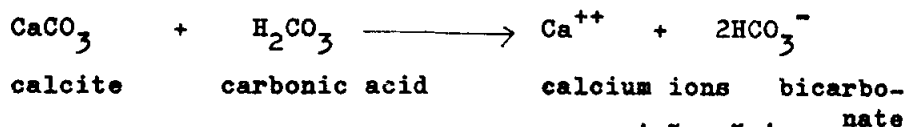
๒. ไฮเดรชัน (hydration) คือขบวนการที่น้ำเข้าไปรวมตัวอยู่ในโมเลกุลของสารประกอบ โดยที่คุณสมบัติทางเคมีของสารประกอบนั้นไม่เปลี่ยนแปลง แต่ทำให้แร่มีการขยายตัวมากขึ้นหรือยุบตัวมากขึ้นจนกระทั่งสลายตัวได้ ตัวอย่างเช่น



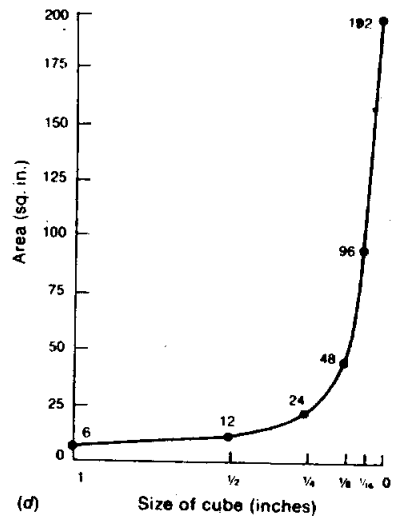
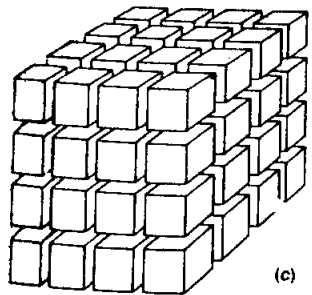
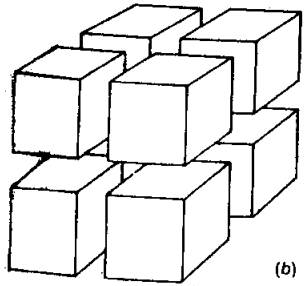
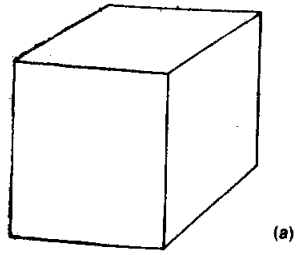
๓. ไฮโดรไลซิส (hydrolysis) เป็นขบวนการที่แร่ทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยน้ำเป็นตัวการที่สำคัญในปฏิกิริยานี้ ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของแร่เปลี่ยนแปลงได้สารชนิดใหม่เกิดขึ้น ซึ่งเกิดขึ้นมากในแร่เฟลด์สปาร์ (feldspars) และแร่ในชุดซิลิเกตอื่น ๆ เป็นแร่ประกอบหินอีกจำนวนมาก เช่นผลจากการผุพังหลายของแร่ไบโอไทท์ (biotite) แรมส์โคไวท์ (muscovite) แร่แอมฟิโบล (amphibole) แร่ไพโรซีน (pyroxene) จะให้แร่ดินเหนียว (clay minerals) และสารละลายของซิลิกา ตัวอย่างเช่น



๔. คาร์บอเนชัน (carbonation) เป็นขบวนการที่แร่ทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) กรดนี้จะช่วยในการสลายตัวที่สำคัญที่สุดของพื้นผิวโลก ตัวอย่างเช่น



๕. สารละลาย (solution) คือขบวนการที่น้ำทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายในแร่และหินต่างๆ เช่นแร่แฮไลต์ (halite) จะละลายได้โดยตรงในน้ำ



รูปที่ ๕.๒ แสดงให้เห็นว่าการแตกหักของอนุภาคขนาด • ลูกบาศก์นี้
 ทำให้อัตราการสลายตัวทางเคมีเร็วขึ้นเพราะว่าพื้นที่
 ผิวเพิ่มขึ้น

อัตราการสลายตัวของแร่จะเกิดขึ้นเร็วขณะที่อุณหภูมิของแร่หรือหินแตก
 ออกเป็นเศษหรือเศษหินก้อนเล็กๆ พิจารณาจากรูปที่ ๕.๒ (a), (b), (c), (d)
 เป็นตัวอย่างของผลึกแร่เกลือ (halite) เป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์มีความยาวด้านละ ๑ นิ้ว
 การสลายตัวของแร่เกลือเกิดขึ้นโดยวิธีสารละลาย (solution) โดยที่
 ผิวของผลึกแร่สัมผัสกับน้ำจะละลายไปก่อน ส่วนภายในผลึกจะละลายทีหลัง ดังนั้น
 อัตราของการสลายตัวจะเป็นสัดส่วนกับพื้นที่ผิว ถ้าสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ครั้งแรกมีปริมาตร
 ๑ ลูกบาศก์นิ้ว จะมีพื้นที่ผิว ๖ ตารางนิ้ว (a) และต่อมาสมมติว่าผลึกนี้แตกออก
 เป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ๘ รูปแต่ละด้านมีความยาว ๑/๒ นิ้ว พื้นที่ผิวทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น
 เป็น ๑๒ ตารางนิ้วขณะที่ปริมาตรทั้งหมดเท่าเดิมคือ ๑ ลูกบาศก์นิ้ว (b) เมื่อมีการ
 แตกหักออกไปอีกโดยได้รูปสี่เหลี่ยม ๖๔ รูปมีความยาวแต่ละด้าน ๑/๔ นิ้ว จะได้พื้นที่
 ผิว ๒๕๖ ตารางนิ้วและปริมาตรคงเดิม (c) เพราะว่าการสลายตัวของแร่เกิดขึ้นที่
 ผิวของอนุภาค ดังนั้นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาดด้าน ๑/๔ นิ้ว จะละลายได้เร็วกว่าขนาด ๑
 นิ้ว ถ้าผลึกถูกบีบให้เป็นผงมันก็จะละลายเร็วขึ้นอีก เพราะพื้นที่ผิวมากขึ้นอัตราการ
 สลายตัวก็เพิ่มขึ้น รูป (a) เป็นกราฟแสดงพื้นที่ผิวและอัตราการสลายตัวของแร่เร็ว
 ขึ้นเมื่อขนาดของอนุภาคเล็กลงโดยมีปริมาตรเท่าเดิม

๓. ดิน (Soil)

ความหมายของดินจะแตกต่างกันไปหลายอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับดินไปเกี่ยวข้องกับ
 กับสาขาใด เช่นการเกษตร วิศวกรรมศาสตร์ ก็มีความหมายต่างกันออกไป
 ส่วนความหมายดินในทางธรณีวิทยานั้นคือ ดินแต่ละแร่เมื่อเกิดการสลายตัวพุ่งทั้งทาง
 ด้านกายภาพและทางเคมี แล้วรวมตัวกันกับสารอินทรีย์ต่างๆที่เน่าเปื่อยพุ่งรวม
 กันเกิดเป็นดินโดยมีการทับถม การทับถมกันเกิดเป็นดินนั้นอาจจะเกิดอยู่กับที่หรือเกิด
 จากการเคลื่อนย้ายมาทับถมกันโดยแรงโน้มถ่วงของโลก หรือมีการเคลื่อนย้ายมาทับ
 ถมโดยอิทธิพลของน้ำ ลม และธารน้ำแข็ง

โดยทั่วไปสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของดินนั้นประกอบด้วย

๑. ภูมิอากาศ (climate)

๒. สภาพพื้นที่ (topography)
๓. วัตถุดิบกำเนิดดิน (parent materials)
๔. เวลา (time)
๕. พืชพันธุ์ไม้ (vegetation)

ตัวอย่างการสลายตัวของหินและให้ดินชนิดต่างๆ

หินแกรนิต (granite) การสลายตัวของหินแกรนิตโดยสุดท้ายจะ
ให้ดินเหนียวปนทรายสีเหลือง

หินบะซอลต์ (basalt) สลายตัวให้ดินเหนียว และในภูมิประเทศ
ที่อากาศร้อนและมีฝนชุก จะให้ดินลูกรัง (laterite)

หินทราย (quartz sandstone) สลายตัวเป็นดินทรายสีอ่อน
เนื่องจากว่าหินแต่ละชนิดมีแร่ส่วนประกอบแตกต่างกัน เมื่อสลายตัวจึง
ให้ดินที่แตกต่างกันออกไป

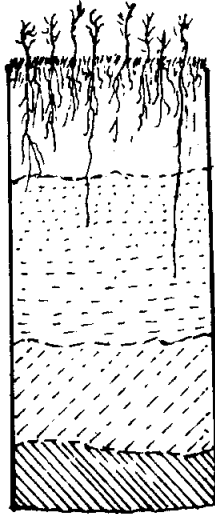
ลักษณะชั้นดิน (soil profile)

ดินในบางบริเวณเมื่อถูกหลุมให้ลึกขุดชั้นดินลงไปแล้วจะพบชั้นของ
หินที่กำลังสลายตัว (regolith) และชั้นของหินแข็ง (bedrock) ซึ่งไม่สามารถ
ใช้จอบขุดลงไปอีกได้ ความลึกตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปจนถึงชั้นของหินแข็งนี้แตกต่างกัน
ไปมากมาย ชั้นดินที่แยกออกได้ตามความลึกนั้นเรียกว่า " soil horizon "
หรือบางทีก็เรียกสั้นๆว่า " horizon" เพียงคำเดียว horizon ของดินที่สำคัญแยก
ได้ ๓ ชั้น ดูรูปที่ ๕.๓ ซึ่งจะกล่าวแต่ละ horizon จากความลึกมาสู่ผิวดินดังต่อไปนี้

ชั้นล่างสุดเป็นชั้นของหินแข็ง ยังไม่มีการผุพังทลาย

C - horizon เป็นบริเวณที่ติดต่อกับชั้นหินแข็ง ซึ่งนับว่าเป็น
ส่วนล่างสุดของดิน ประกอบด้วยเศษหินและแร่ซึ่งแตกหักโดยกระบวนการทางกายภาพ
หรือเป็นชั้นเล็กชั้นน้อยโดยการกัดเซาะของตัวการต่างๆและเกิดการสลายตัวทางเคมี
เล็กน้อย เศษหินและแร่ธาตุที่พบในชั้นนี้จะมีลักษณะเดียวกับชั้นหินแข็ง

A - horizon
(topsoil)
B - horizon
(subsoil)
C - horizon
(sub-stratum)
solid rock



รูปที่ ๕.๓ แสดงชั้นดิน (soil profile)

B - horizon อยู่เหนือชั้น C-horizon ขึ้นมา จะมีพวกแร่ดินเหนียวและเหล็กออกไซด์ปนอยู่มาก ซึ่งซึมลงมาจากชั้นบน ดินชั้นนี้อาจมีสีแดงหรือสีเหลืองเนื่องจากมีเหล็กออกไซด์ แร่ธาตุที่ตกกันแน่นในชั้นนี้เรียก hardpan บางครั้ง B-horizon นี้เรียกว่า "โซนสะสม" (Zone of accumulation)

A - horizon เป็นบริเวณบนสุดซึ่งอยู่เหนือ B-horizon ขึ้นมา เป็นโซนที่มีต้นไม้ขึ้นได้มีใบไม้ทับถมกันมาก จะมีสีเทาหรือดำเป็นพวกอินทรีย์สารปนกับแร่ธาตุ โดยมากแร่ธาตุจะถูกชะล้างไปอยู่ข้างล่างหมด ยกเว้นแร่ควอตซ์ถ้ามีจะสะสมอยู่ในชั้น A-horizon นี้ บางครั้งเรียก A-horizon ว่า "โซนชะล้าง" (Zone of leaching)

ชนิดของดิน

ทางธรณีวิทยาดินโดยทั่วไปแบ่งได้ ๓ ชนิดใหญ่ๆคือ

๑. Pedalfers เป็นดินที่มีฮิวมัสเหนียวและเหล็กเป็นส่วนประกอบอยู่มาก นอกจากนี้ก็มีพวกแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ปนอยู่ด้วย

พบมากในภูมิภาคที่อากาศอบอุ่น และค่อนข้างร้อน

๒. Pedocal ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นจำนวนมาก
ในบางครั้งเราจะเห็นก้อนดินปนแคลเซียมคาร์บอเนตคกตะกอนอยู่เป็นแถบเรียกว่า
" caliche " ดินชนิดนี้พบมากในภูมิภาคที่มีฝนตกน้อย

๓. Laterite และ Bauxite พบมากในภูมิภาคที่ร้อนฝน
ชุก การผุพังหลายทางเคมีเกิดขึ้นมากเพราะมีน้ำขังมากและอุณหภูมิสูง ให้ดินที่
สมบูรณ์ด้วยเหล็กและอลูมิเนียมออกไซด์ ถ้าเหล็กออกไซด์มีอยู่ในดินมากจะเป็นสีแดงเรียก
ดิน Laterite ถ้ามีอลูมิเนียมออกไซด์ในดินมากจะมีสีเหลืองหรือเทาเรียกดินชนิดนี้
ว่า Bauxite