Introduction to Geology
ธรณีวิทยาเบื้องต้น

รหัสวิชา GEO 3102 ห้อง 3652

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
คธาวุฒิ ไวยสุศรี

วิธีการประเมินผล

การสอบ	**70%**
■ ผลการสอบกลางภาค	35%
■ ผลการสอบปลายภาค	35%
การมีส่วนร่วมในรายวิชา	**30%**
■ ประเมินตามสภาพจริงจากผลงาน	10%
■ การนำเสนอผลงาน	10%
■ การปฏิบัติของนักศึกษา (เข้าเรียน)	10%

ธรณีวิทยา คืออะไร?

Geology (ธรณีวิทยา) มาจากภาษากรีก 2 คำ ได้แก่

GEOS (โลก) และ LOGUS (การศึกษา)

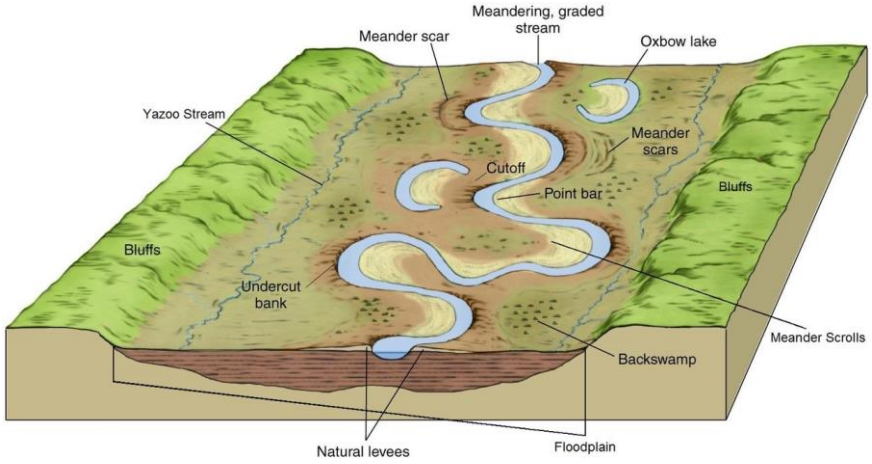
ดังนั้น ธรณีวิทยา คือ วิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับโลก ดังนี้

1. วัสดุ (material)
2. กระบวนการ (process)
3. วิวัฒนาการ (evolution)

ธรณีวิทยา มี 2 สาขาใหญ่ ๆ ได้แก่

1. Physical Geology

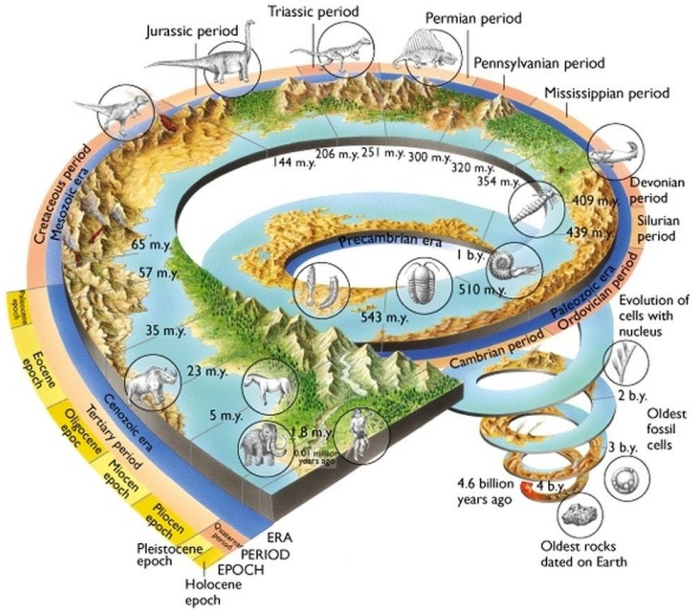
   ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและ
   กระบวนการที่เกิดขึ้นบนโลก



การโค้งตวัดของแม่น้ำ

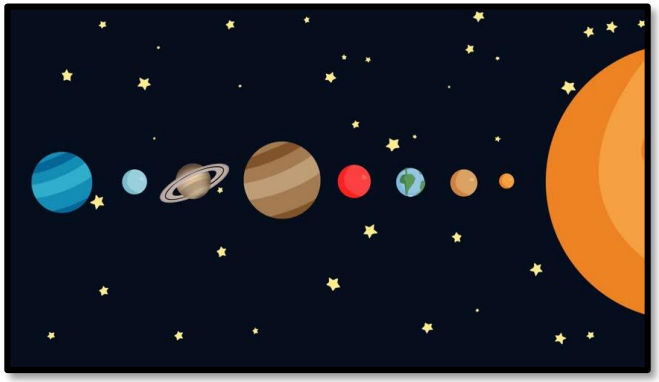
2. Historical Geology

   ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด
   และวิวัฒนาการของโลก



ธรณีกาล

ธรณีวิทยากับสาขาวิชาอื่น ๆ



1. เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ (Astronomy)

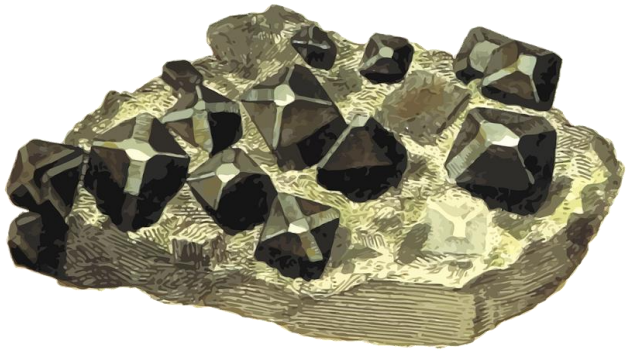
- Planetary geology – ธรณีวิทยาของดาวเคราะห์
- Geochronology – เวลาและประวัติของโลก

2. เกี่ยวข้องกับชีววิทยา (Biology)

- Paleontology - ซากดึกดำบรรพ์ (fossil)
- Economic geology – ทรัพยากรแร่และพลังงาน
- Environmental geology – สภาพแวดล้อม

3. เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี (Chemistry)

- Geochemistry - เคมีของโลก
- Hydrology - ทรัพยากรน้ำ
- Mineralogy - แร่
- Petrology - หิน

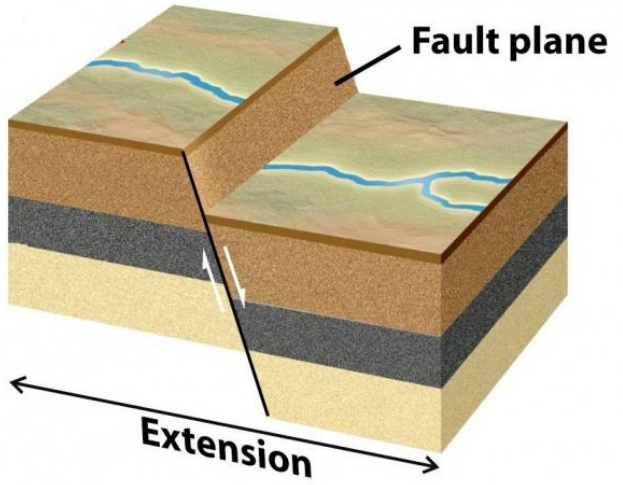


ธรณีวิทยากับสาขาวิชาอื่น ๆ (ต่อ)

4. เกี่ยวของกับวิชาฟสิกส (Physics)

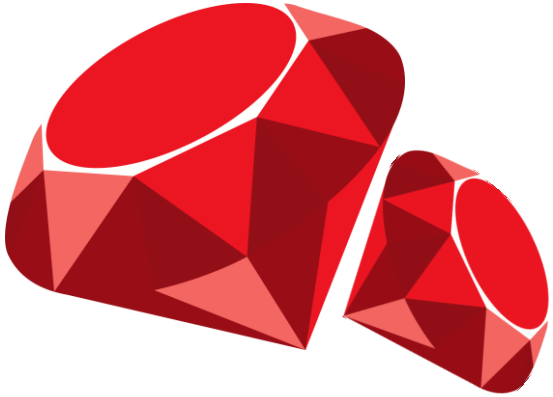
- Geophysics –เกี่ยวกับภายในของโลก
- Structural geology -การเปลี่ยนรูปราง (โครงสราง) ของหิน
- Seismology – แผนดินไหว
- Volcanology –ภูเขาไฟ
- Geomorphology - ลักษณะพื้นที่ (Landforms)
- Oceanography –ทะเล
- Stratigraphy/sedimentology - การเรียงตัวของชั้นหิน/ตะกอน

การเลื่อนตัวลักษณะนี้ทำให้เกิดน้ำตก



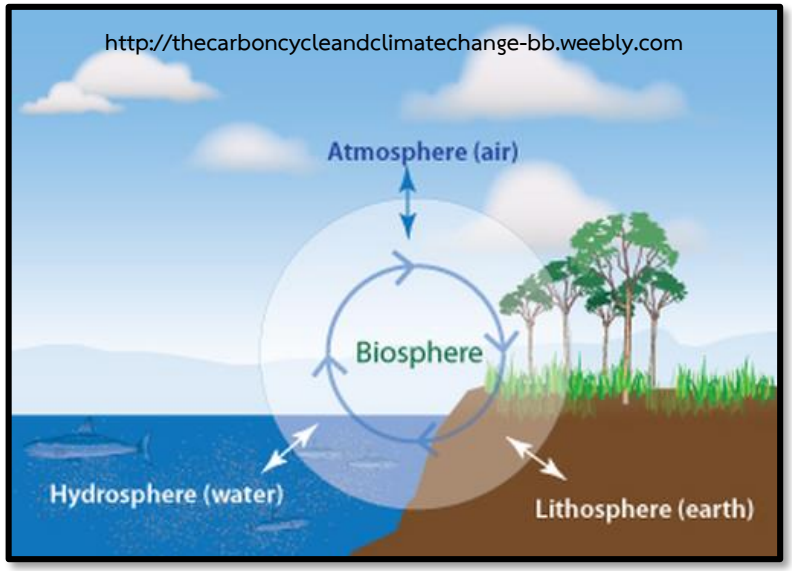
5. วิชาอื่น ๆ

- Paleogeography –ตำแหนงและรูปรางทางภูมิศาสตรในอดีต
- Petroleum Geology – ปโตรเลียม
- Gemology – อัญมณี
- Geodesy - รูปรางและขนาดของโลก (แผนที่โลก)
- Glaciology -ธารน้ำแข็ง (glacier)
- Agricultural geology -เกี่ยวของกับการเกษตร



ข้อสังเกตเกี่ยวกับธรณีวิทยา

- นักวิชาการดานนี้เรียกวา นักธรณีวิทยา (Geologist)
- ขอสนเทศทางธรณีวิทยาไดจากการสังเกต การวัด การวิเคราะหหิน แร ดินและซากดึกดำบรรพ
- การศึกษามีทั้งบนแผ่นดินและใตมหาสมุทร
- สวนของโลกที่ไดมีการศึกษามากที่สุดคือ สวนที่เปนเปลือกโลก (Crust) ซึ่งเปนส่วนที่ เรียกวา ธรณีภาค (Lithosphere)



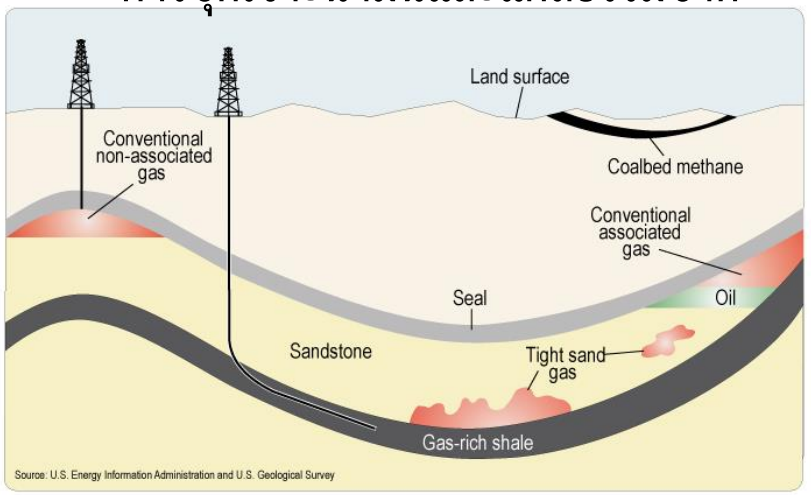
ความสำคัญของวิชาธรณีวิทยา

- ทรัพยากร
- ความเขาใจและการใชประโยชน
- การอนุรักษ

ธรณีวิทยากับชีวิตประจำวัน

- ทรัพยากร
- ปจจัยในการดำรงชีวิต
- การพัฒนาสิ่งแวดลอม
- การปองกันอันตราย

การขุดเจาะน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ



https://www.eia.gov

การขุดบ่อกักสารพิษในเหมืองแร่เพื่อป้องกันการไหลปนแหล่งน้ำธรรมชาติ

https://www.waterproofmag.com

วัตถุประสงคในการสอน

1. เพื่อใหมีความเขาใจถึงโลกที่อยูในดานตาง ๆ

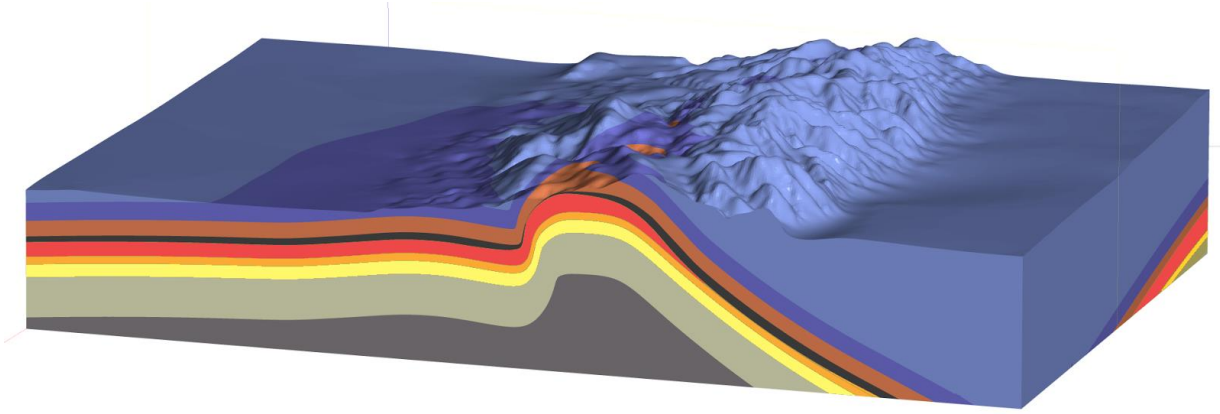
   1.1 องคประกอบ

   1.2 กระบวนการ

2. เพื่อใชความรูพื้นฐานเกี่ยวกับโลกใหเปนประโยชน

3. เพื่อเปนแนวทางในการใชทรัพยากรโลกใหเปนประโยชน ในทางที่ถูกตอง และมีประสิทธิภาพ

4. เพื่อขยายขอบขายความรูวิทยาศาสตรในการศึกษาขึ้นสูงตอไป



ประวัติและความเปนมาของธรณีวิทยา

➢Herodotus 485-425 B.C. Father of History

“อียิปตเปนของขวัญจากแมน้ำไนล”

➢Aristotle 384-322 B.C.

- น้ำพุ-น้ำฝนเกี่ยวของกัน
- แผนดินไหว-ภูเขาไฟ เกี่ยวของกัน
- คาบสมุทรปจจุบันอาจจมอยูใตทะเลมากอน

➢Strabo 54 B.C. - 25 A.D.

- การยกตัวของทวีป
- ภูเขาไฟและแผนดินไหว
- แมน้ำและที่ราบปากแมน้ำ

ประวัติและความเปนมาของธรณีวิทยา (ต่อ)

มีนักปรัชญาอีกมากที่สนใจ เชน Seneca, Avicenna, Leonado da vinci

จากนั้น ธรณีวิทยาเริ่มมีการศึกษาอย่างเป็นระเบียบมากขึ้นจากนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นนักธรณีวิทยายุคแรก ๆ ได้แก่

- Nicolas Steno ค.ศ. 1638 – 1687 ชาวเดนมาร์ก

ไดตั้งกฎทางหินตะกอนไวหลายอยาง

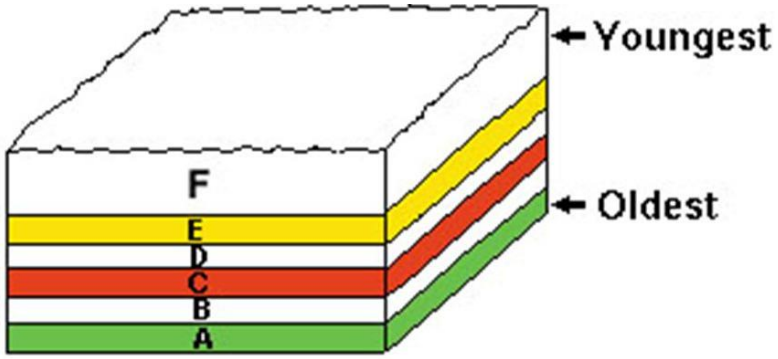
1. อินทรียสาร

1.1 บอกใหทราบวาหินเกิดในสภาพแวดลอมอยางไร

1.2 อายุมากกวาหินที่มันอยูดวยเสมอ

ประวัติและความเปนมาของธรณีวิทยา (ต่อ)

2. กฎของหินตะกอน



2.1 Law of Original Horizontality

การตกตะกอนของสารใด ๆ ก็ตาม ถาไมมีสิ่งรบกวน จะตกตะกอนในแนวราบเสมอ

2.2 Law of Superposition

ชั้นหินตะกอนที่ตกตะกอนกอนจะเปนชั้นที่มีอายุมากที่สุด ชั้นหินที่อยูถัดมาจะมีอายุนอยขึ้นไปตามลำดับ ชั้นหินบนสุดจะมีอายุนอยที่สุด

3. ปกติหินตะกอนจะวางตัวอยูในแนวราบ

ถาไมอยู่ในลักษณะนี้แสดงวา

3.1 ถูกรบกวนขณะตกตะกอน

3.2 ถูกรบกวนหลังการตกตะกอน

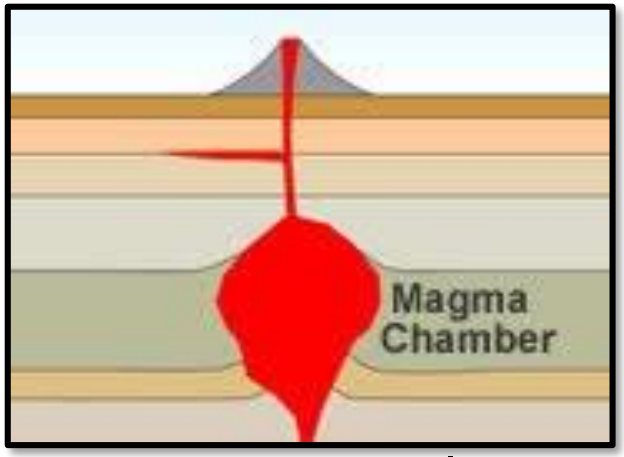
3.3 เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

ประวัติและความเปนมาของธรณีวิทยา (ต่อ)

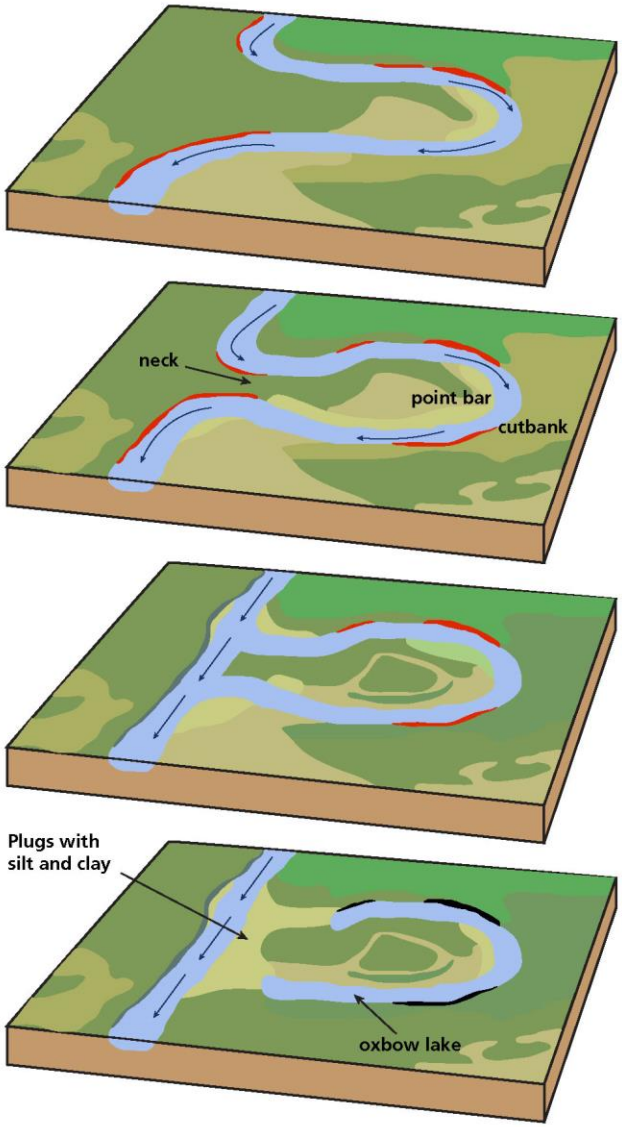
4. ตัวการในการเปลี่ยนแปลงของชั้นหินหรือเปลือกโลก คือ การยกตัวอย่างทันทีทันใด เนื่องจาก

4.1 การแทรกดันของหินหนืด

4.2 แกสภายในโลก



5. การกรอน (erosion) ที่เกิดจากธารน้ำไหล ทำให้เปลือกโลกมีลักษณะขรุขระ



ประวัติและความเปนมาของธรณีวิทยา (ต่อ)

- Buffon ค.ศ. 1707-1788 (ชาวฝรั่งเศส)

1. แบ่งอายุโลกออกเป็น 6 ช่วง
2. 35,000 ปี หินหนืด (magma)
3. 32,000 ปี หินหนืดแข็งตัว มีการตกผลึกของแร่
4. 20,000 ปี มีน้ำแข็งปกคลุมโลก
5. 15,000 ปี น้ำทะเลไหลลงใต้ผิวโลก เกิดภูเขาไฟ
6. 10,000 ปี อากาศอบอุ่น มีสิ่งมีชีวิต
7. 5,000 ปี อเมริกากับยุโรปแยกตัวออกจากกัน

ประวัติและความเปนมาของธรณีวิทยา (ต่อ)

- James Hutton ค.ศ. 1726-1797 (Father of Geology and a Plutonist)

ทฤษฎีเอกรูปนิยม (Doctrine of Uniformitarianism) มีใจความวา

"ปจจุบันคือกุญแจไขไปสูอดีต (Present is the key to the past.)"

- Werner ค.ศ. 1749-1817 (A Neptunist)
- Playfair ค.ศ. 1748-1819
- Sir Charles Lyell ค.ศ. 1795-1875
- William Morris Davis ค.ศ. 1850-1934

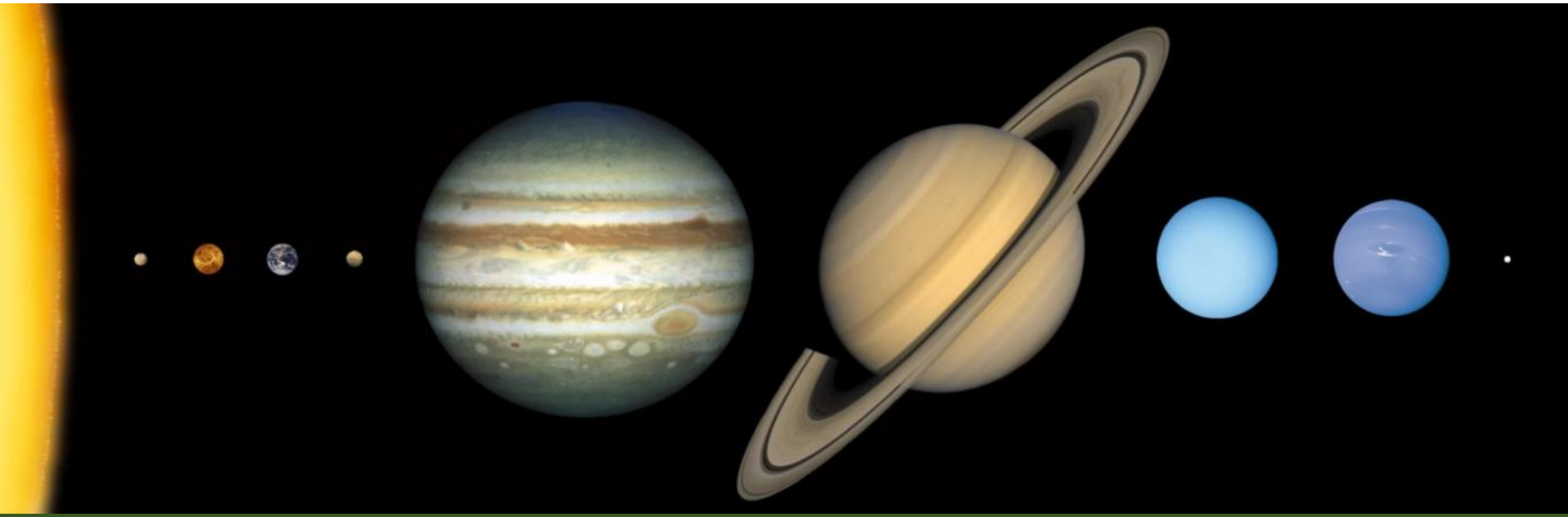
Earth Evolution and Earth Sturcture

กำเนิดโลกและโครงสร้างโลก

รหัสวิชา GEO 3102 ห้อง 3652
สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
คธาวุฒิ ไวยสุศรี

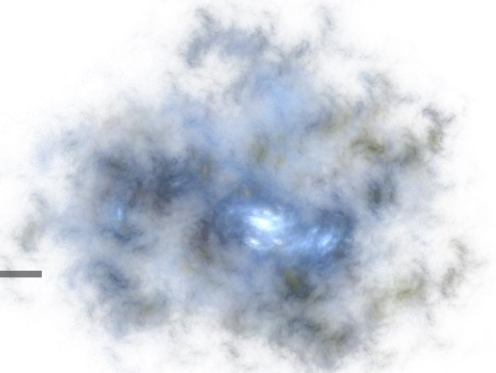
ทฤษฎีและสมมติฐานเกี่ยวกับโลก

เป็นทฤษฎีและสมมติฐานเกี่ยวกับความเป็นมาของโลกและระบบสุริยะ (SOLAR SYSTEM) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการสังเกตทาง**ดาราศาสตร์**เป็นส่วนใหญ่



1. THE NEBULA HYPOTHESIS

เสนอโดย PIERRE LAPLACE ในปี 1796



1. ในช่วงเวลาหนึ่งระบบสุริยะประกอบด้วยก๊าซที่เย็น บางและหมุนรอบตัวเอง เรียกว่า NEBULA
2. กลุ่ม NEBULA จับตัวกันแน่นขึ้น ร้อนและหมุนเร็วมากขึ้น
3. เกิดจุดศูนย์กลาง และเส้นที่หมุนรอบเป็นวง

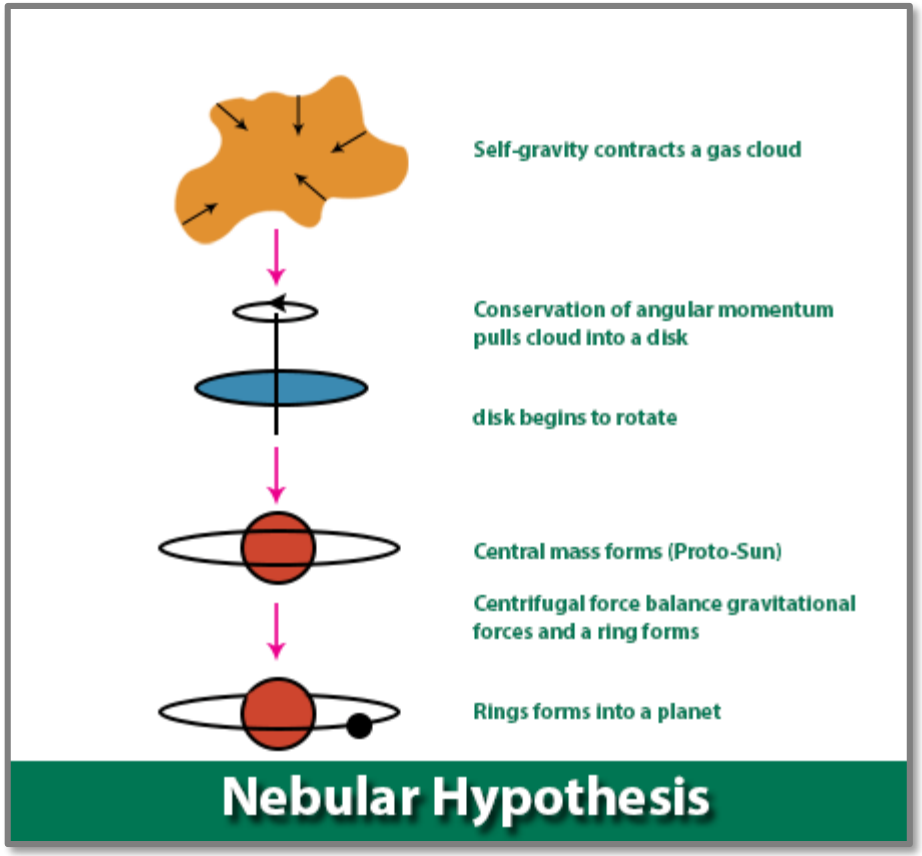
1. THE NEBULA HYPOTHESIS (ต่อ)

เสนอโดย PIERRE LAPLACE ในปี 1796

4. เกิดวงแหวนของก๊าซ แยกตัวออกเป็นชั้น ๆ

5. แต่ละวงหมุนรอบจุดศูนย์กลางของตัวเองกลุ่ม NEBULA จับตัวกันแน่นขึ้น ร้อนและหมุนเร็วมากขึ้น

6. เกิดจุดศูนย์กลาง และเส้นที่หมุนรอบเป็นวง



http://physics.tutorvista.com

2. TIDAL THEORY หรือ TWO–STAR HYPOTHESIS

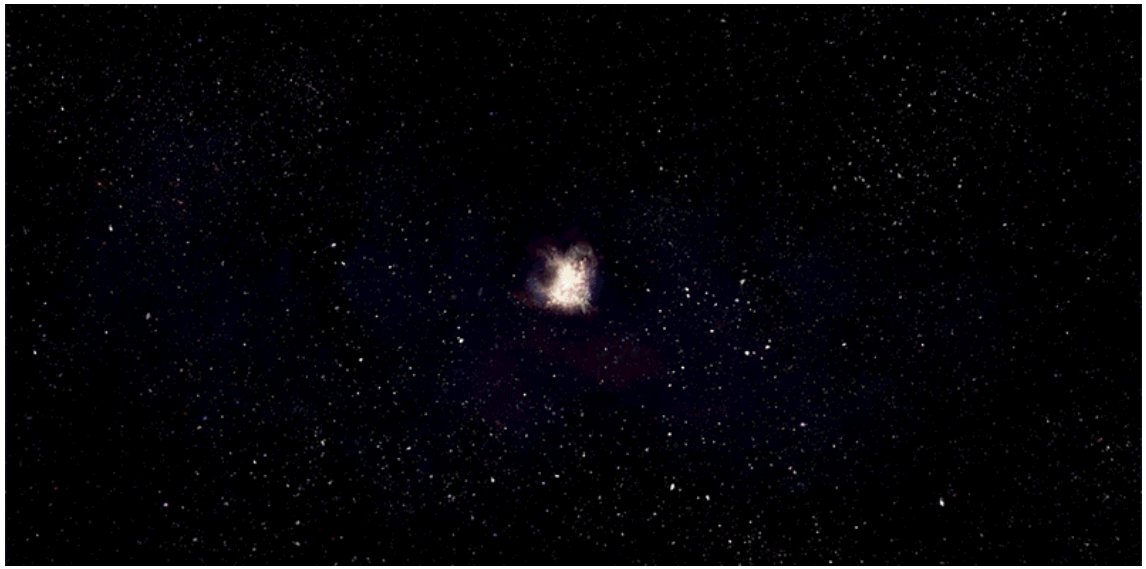
มีคนกล่าวทฤษฎีนี้ไว้คล้าย ๆ กันหลายคน

ในระยะเวลาหนึ่ง มีดาวดวงหนึ่งลอยเข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์ เกิดแรงดึงดูดกันระหว่างดาวดวงนั้นกับดวงอาทิตย์อย่างรุนแรง แรงดึงทำให้เกิดลักษณะคล้ายวงแหวนรอบดวงอาทิตย์ ต่อมาวงแหวนแยกตัวออก จับตัวกันเองเป็นดาวเคราะห์

3. THE SUPERNOVA THEORY

ทฤษฎีนี้ได้จากการสังเกตดาวดวงหนึ่งชื่อ NOVA ซึ่งต่อมา เปล่งแสงสว่างขึ้นและสว่างมาก เรียกว่า SUPERNOVA

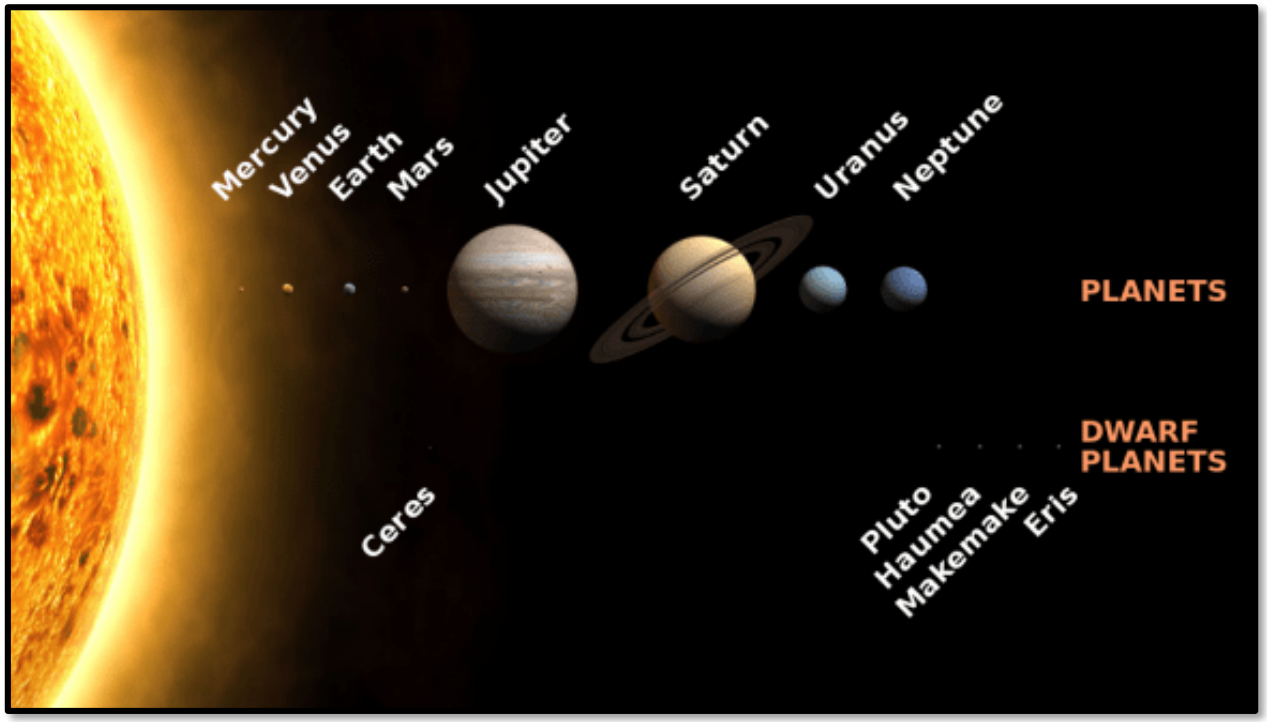
ในช่วงเวลาหนึ่ง ดวงอาทิตย์มีดาวเพื่อนอยู่ใกล้กันเป็นดาวฤกษ์แฝด ดาวแฝดของดวงอาทิตย์นี้เปล่งแสงขึ้นและแตกเป็นชิ้นส่วนมากมาย เกิดรวมตัวกันเป็นกลุ่ม และถูกแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ดึงไว้ให้หมุนรอบและกลายเป็นดาวเคราะห์ต่าง ๆ



สมมติฐานและทฤษฎีอื่น ๆ

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับขนาดและความหนาแน่นของดาวเคราะห์

มีสารรวมตัวกัน และหมุนรอบดวงอาทิตย์ สารเหล่านี้ค่อย ๆ สะสมตัวและอัดตัวมากขึ้นจนเป็นดาวเคราะห์



สมมติฐานและทฤษฎีอื่น ๆ

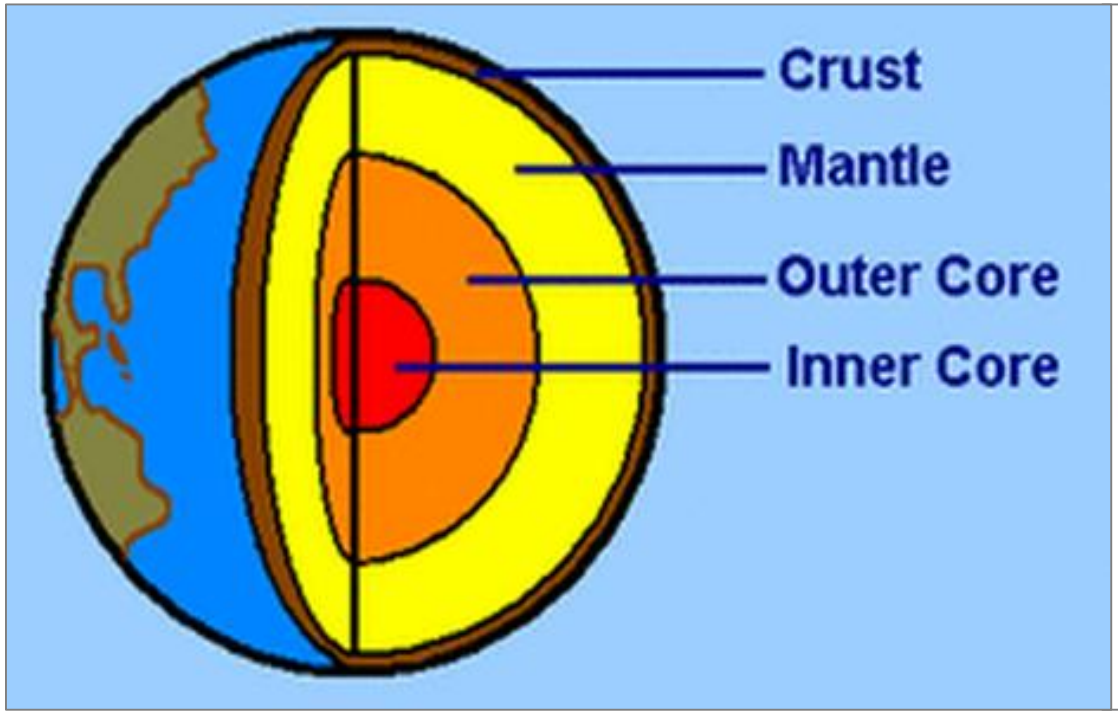
2. THE INTERSTELLAR CLOUD THEORY

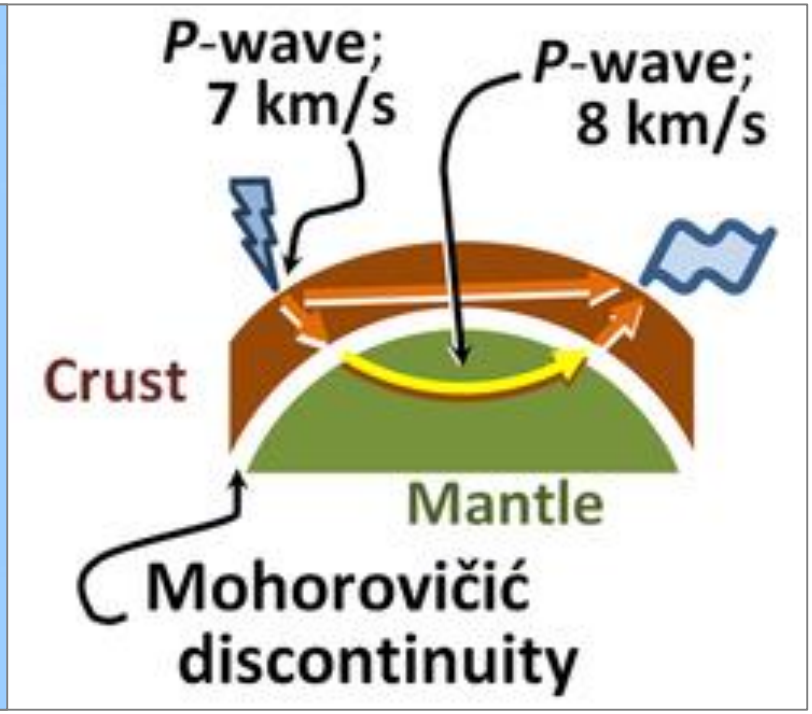
ดวงอาทิตย์ล้อมรอบด้วยหมอกและฝุ่น และจะดึงสารเหล่านี้ไปกับตัว สารเหล่านี้จะรวมตัวเกิดเป็นดาวเคราะห์ขึ้น

โลก (Earth)

1. อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ เป็นลำดับที่ 3 ในระบบสุริยะ
2. ขนาดใหญ่เป็นที่ 6 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
   - 12,760 km ที่ศูนย์สูตร
   - 12,714 km ที่ขั้วโลก
3. แกนเอียง 23 1/2°
4. หมุนรอบตัวเอง 24 ชั่วโมง
5. หมุนรอบดวงอาทิตย์ 365.25 วัน
6. แรงถ่วงของโลก เป็นปัจจัยหลักเบื้องต้นใน การเกิดกระบวนการต่าง ๆ โดยอิทธิพลพาหะธรณี

โลก (Earth): องค์ประกอบของโลก



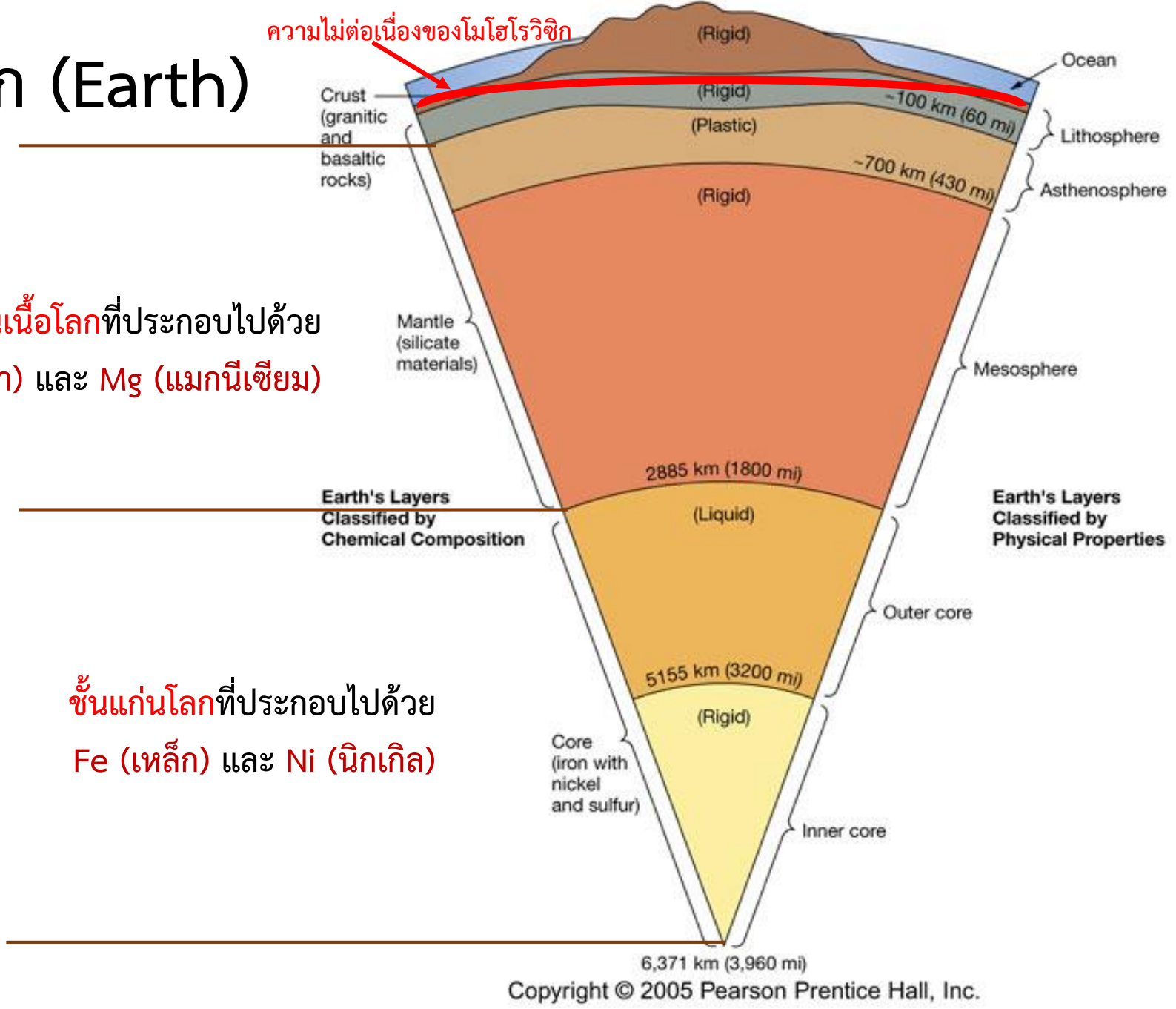


มีการศึกษาด้วยคลื่นไหวสะเทือนปฐมภูมิ (P-wave หรือ Primary Wave) และพบว่าความเร็วที่มาถึงปลายทางมีความเร็วไม่เท่ากัน แสดงว่า วัสดุภายในโลกแตกต่างกัน คือ ชั้นเปลือกโลกเป็นของแข็งและชั้นเนื้อโลกเป็นแข็งกึ่งเหลว โดยรอยต่อระหว่าง 2 ชั้นนี้ เรียกว่า ความไม่ต่อเนื่องของโมโฮโรวิซิก

โลก (Earth)

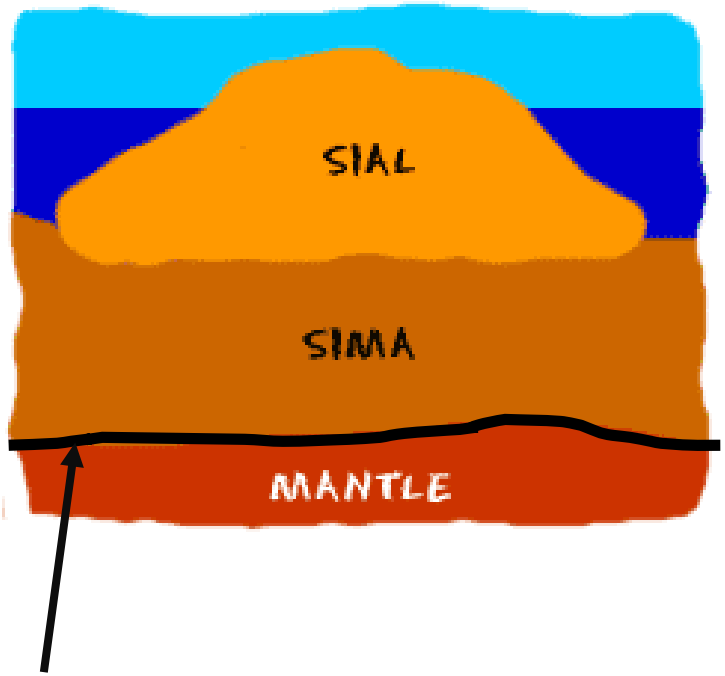
ชั้นเนื้อโลกที่ประกอบไปด้วย
Si (ซิลิกา) และ Mg (แมกนีเซียม)

ชั้นแก่นโลกที่ประกอบไปด้วย
Fe (เหล็ก) และ Ni (นิกเกิล)



โลก (Earth): เปลือกโลก (Crust)

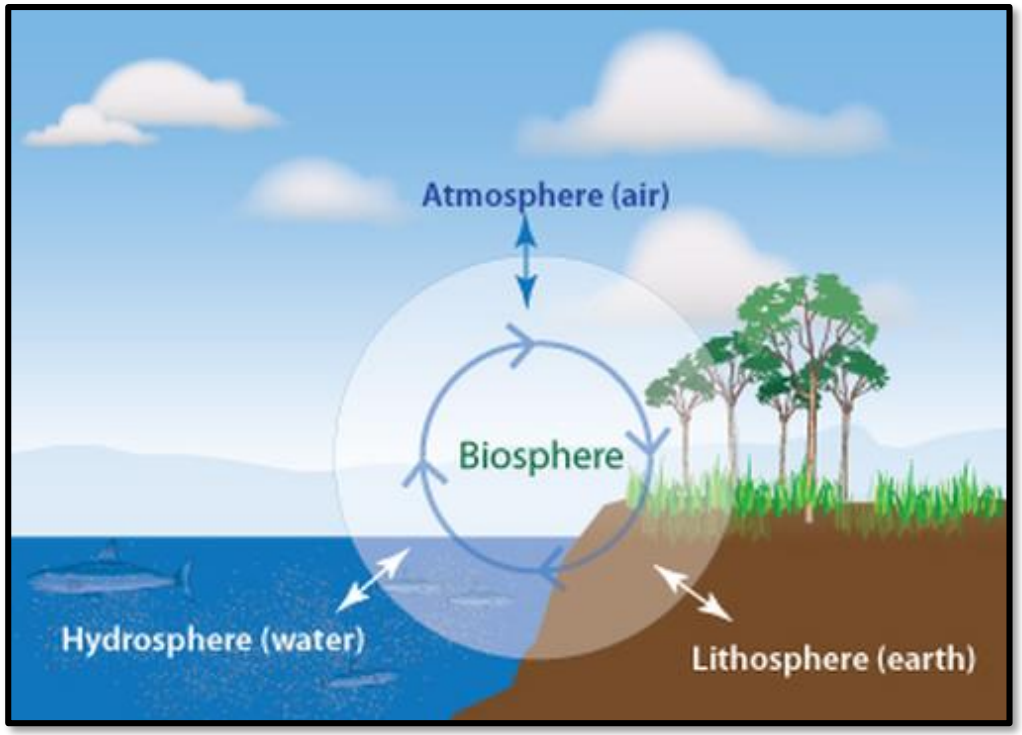
- ชั้นหินผิวโลก หรือตะกอนผิว อยู่ตอนบนสุด
- SIMA LAYER (Si + Mg) อยู่บน MOHOROVICIC DISCONTINUITY
- SIAL LAYER (Si + Al) สีจาง ปกคลุมส่วนใหญ่ในบริเวณที่เป็นทวีป



โลก (Earth):

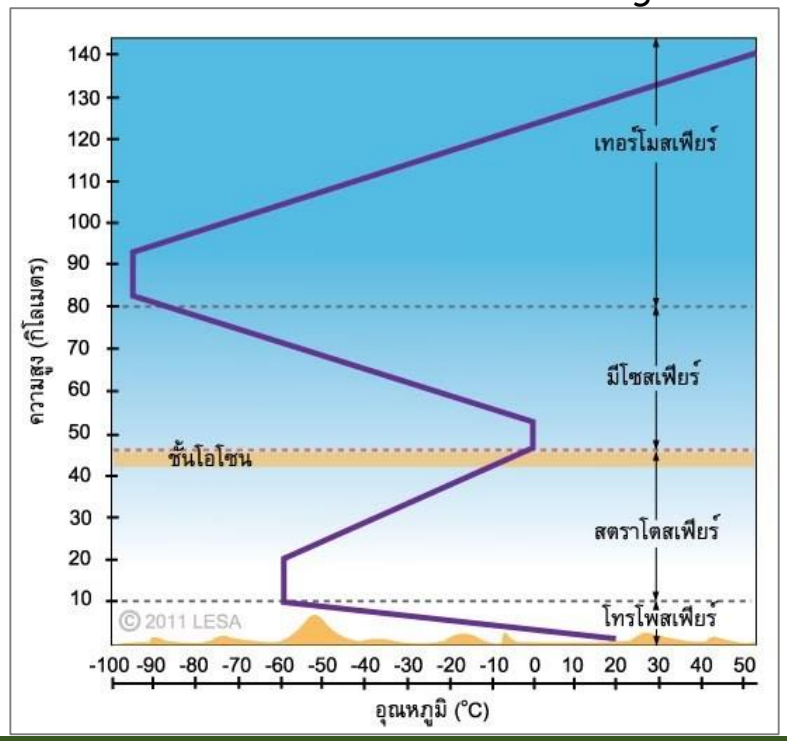
องค์ประกอบของเปลือกโลกและสภาพแวดล้อมของผิวโลก

- ธรณีภาค (LITHOSPHERE) หินใน UPPER MANTLE และ CRUST
- อุทกภาค (HYDROSPHERE) แหล่งน้ำต่าง ๆ
- ชีวภาค (BIOSPHERE) สิ่งมีชีวิตและกิจกรรมต่าง ๆ



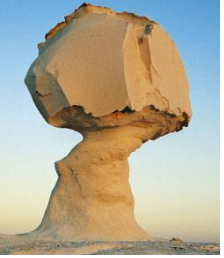
โลก (Earth):
ชั้นบรรยากาศ

1. TROPOSPHERE ชั้นใกล้ผิวหน้าโลกที่สุดมีความแปรปรวนสูง (0-10 กิโลเมตร) เนื่องจากเป็นบริเวณที่ไอน้ำ เมฆ ฝน พายุต่าง ๆ ฟ้าแลบ ฟ้าร้องและฟ้าผ่า
2. STRATOSPHERE ความหนาไม่แน่นอนเป็นไปตามวันและฤดูกาล (10-50 กิโลเมตร) ความแปรปรวนน้อยลงมี OZONE (O_3)



โลก (Earth):
ชั้นบรรยากาศ

3. IONOSPHERE ก๊าซมีการแตกตัวเป็นประจุตอนกลางวันอยู่ใกล้กับผิวหน้าโลกมากกว่าตอนกลางคืน (50-80 กิโลเมตร) มีผลต่อการส่งคลื่นวิทยุ
4. THERMOSPHERE อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 80-500 กิโลเมตร ดาวตกและอุกกาบาตจะเริ่มลุกไหม้ในบรรยากาศชั้นนี้ อุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 80-100 km จากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง
5. EXOSPHERE อากาศเบาบาง มีการแผ่รังสี (>500 กิโลเมตร) มี COSMIC RAYS มากและมีโมเลกุลน้อย



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก มีกระบวนการ ดังนี้

1. Epigene หรือ Exogenous Process

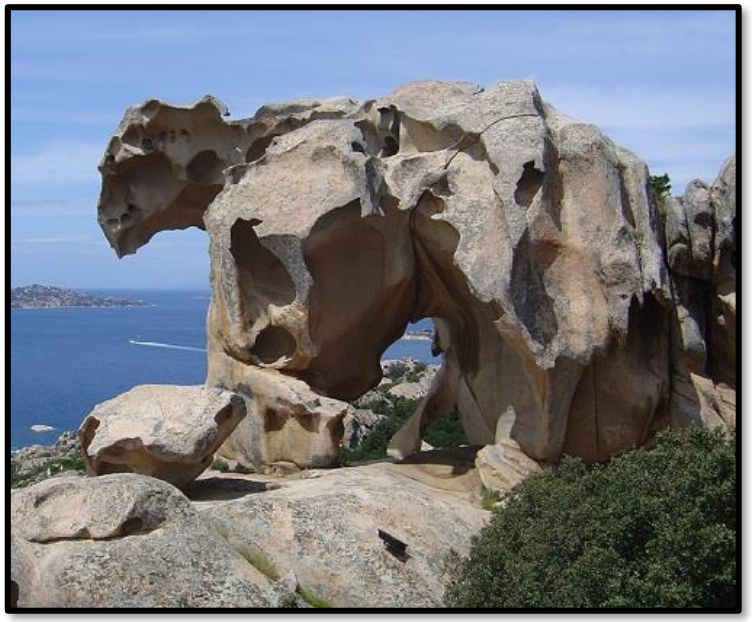
   Gradation

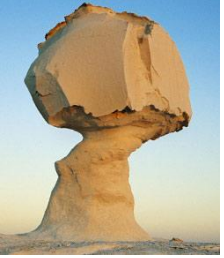
   - Degradation: weathering (ผุพังอยู่กับที่), erosion (ผุกร่อน),mass wasting (แรงโน้มถ่วง) and transportation (พัดพา)
   - Aggradation: deposition (สะสมตัว)

2. Hypogene หรือ Endogenous Process
   - Diastrophism (การไหวตัวของเปลือกโลก)
   - Volcanism (เหตุการณ์เกี่ยวกับภูเขาไฟ)

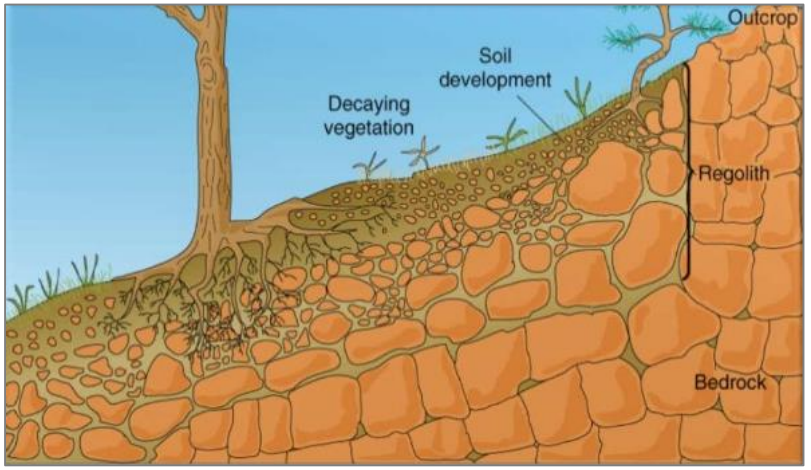
3. Extraterrestrial Process (กระบวนการที่มาจากนอกโลก เช่น อุกกาบาตชนโลก)

การผุพังของหินจากน้ำฝน





การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)



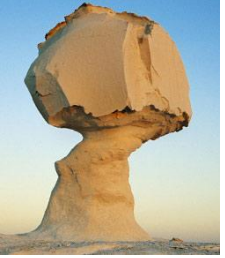
การผุพังทางชีวภาพของหินที่เกิดจากการชอนไชของรากพืช

Weathering processes (กระบวนการผุพัง)

1. Physical weathering (การผุพังทางกายภาพ)
   - Uploading
   - Thermal exfoliation แตกเป็นกาบคล้ายเปลือกหอม
   - Crystal growth
   - Others
2. Chemical weathering (การผุพังทางเคมี)
3. Biological weathering (การผุพังทางชีวภาพ)

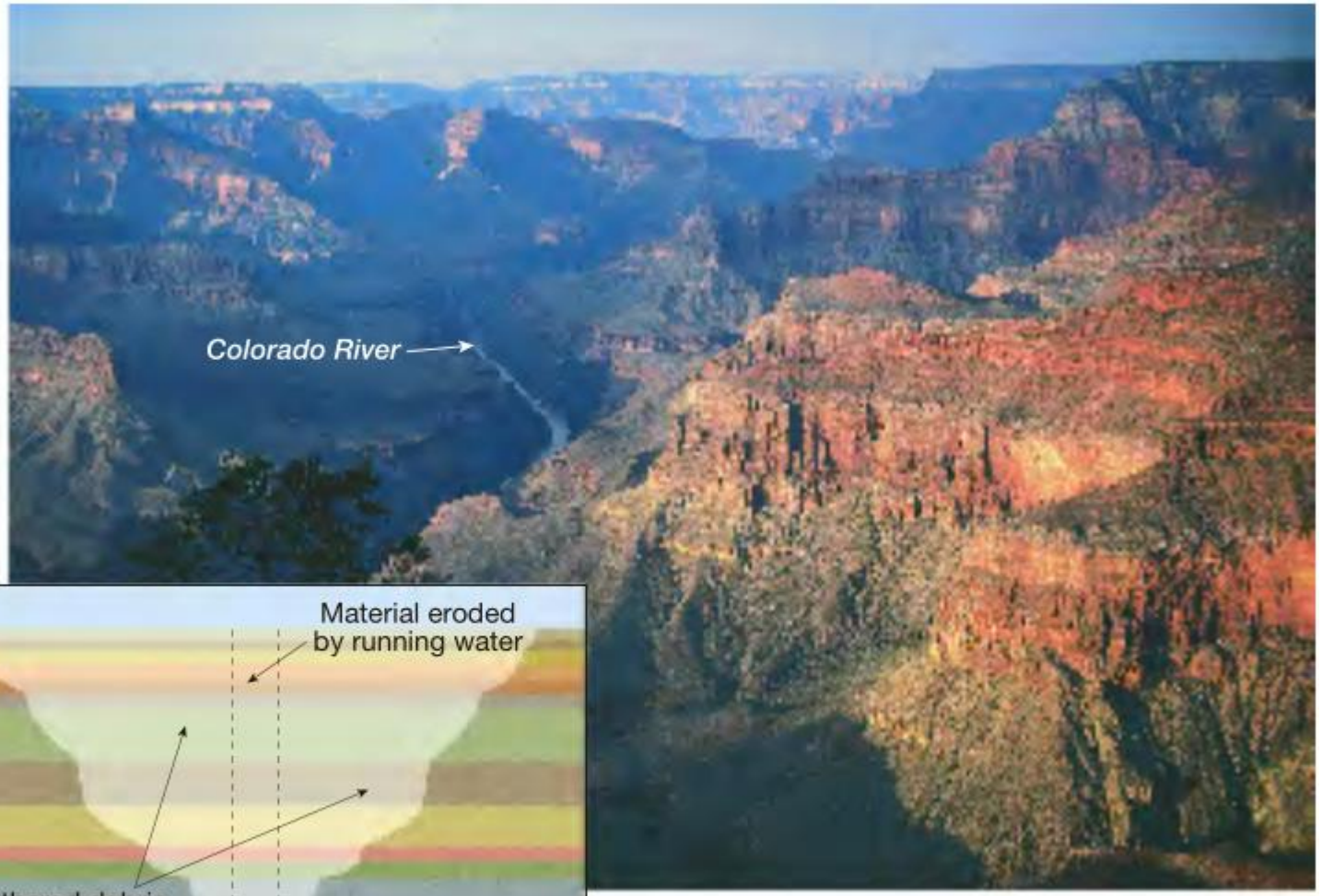
Physical weathering Agent (ตัวเร่งการผุพังทางกายภาย):

Water, Ice, Wind, Organism, Temperature

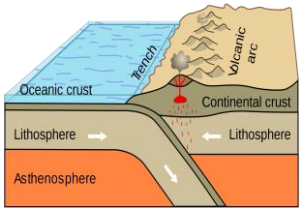


การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

1. Physical weathering (การผุพังทางกายภาพ)

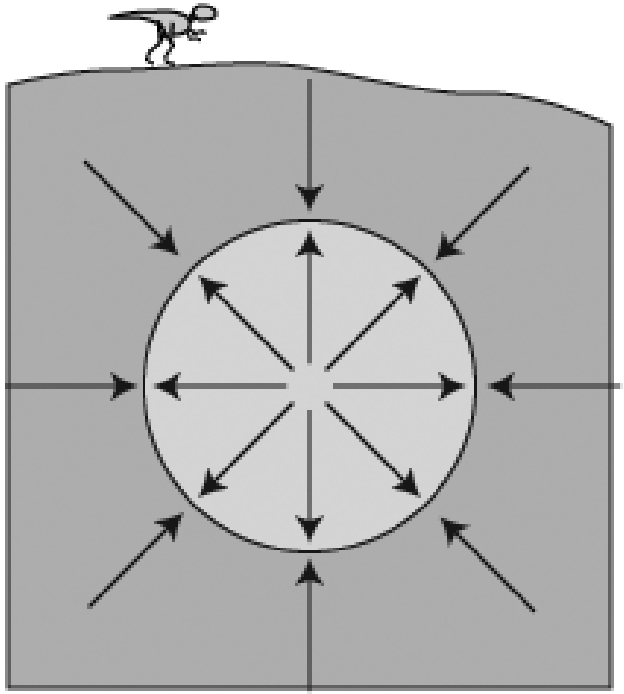


การผุพังทางกายภาพของหินที่เกิดจากแม่น้ำ

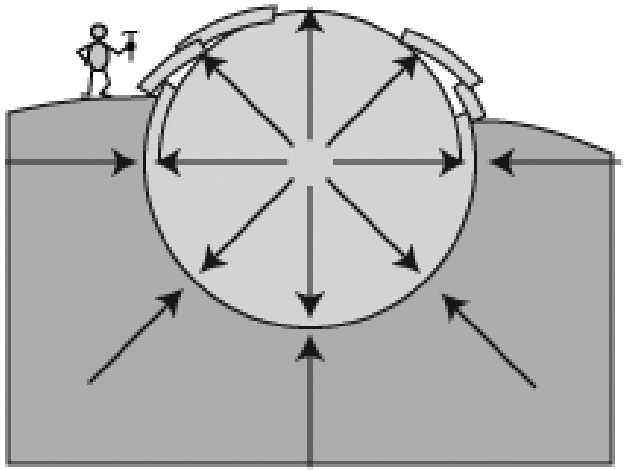


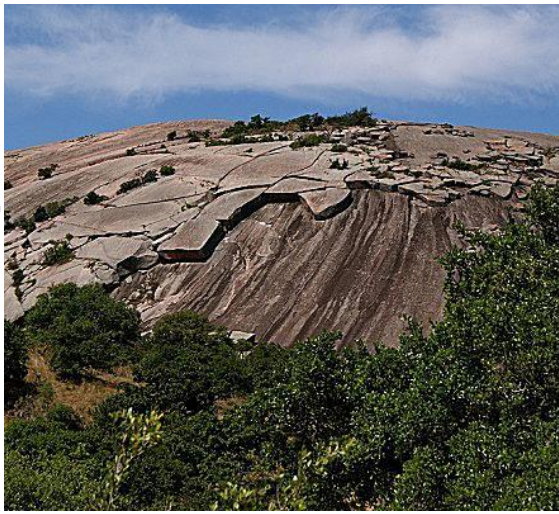
1. Physical weathering (การผุพังทางกายภาพ)

Time 1: An intrusion solidifies in equilibrium with country rock. Outward pressure balances inward pressure.

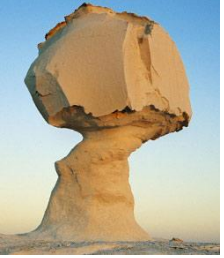


Time 2: Erosion unroofs the intrusion. Outward pressure is no longer balanced. Exfoliation occurs.





Unloading หรือการขยายตัวของหินอัคนีเมื่อความดันลดลง ทำให้เกิดการแตกเป็นลักษณะกาบ



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

2. Chemical weathering (การผุพังทางเคมี)

Chemical weathering (Decomposition)

1. Hydrolysis

$$4KAlSi_3O_8 + 22H_2O \longrightarrow 4K^+ + 40H^- + Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 + 8H_4SiO_4$$

(Kaolinite) (silicic acid)

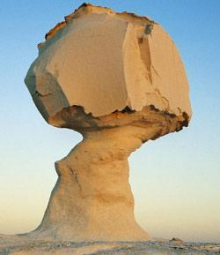
2. Hydration

$$CaSO_4 + 2H_2O \underset{+H_2O}{\overset{-H_2O}{\rightleftharpoons}} CaSO_4.2H_2O$$

(anhydrite) (gypsum)

$$Fe_2O_3 + nH_2O \underset{+H_2O}{\overset{-H_2O}{\rightleftharpoons}} Fe_2O_3.nH_2O$$

(hematite) (limonite)



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

2. Chemical weathering (การผุพังทางเคมี)

3. Carbonation

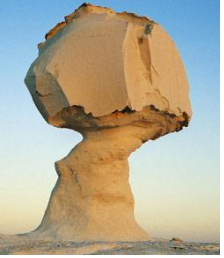
$$2KAlSi_3O_8 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2HAlSi_3O_8 + K_2CO_3$$

4. Oxidation, Reduction

$$4FeO + O_2 \rightleftharpoons 2Fe_2O_3$$

สนิม, ดินที่มีสีแดง (มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ)

Fe_2O_3



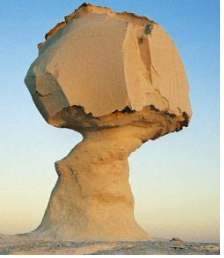
การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

3. Biological weathering (การผุพังทางชีวภาพ)

Biological process **animal, plant**

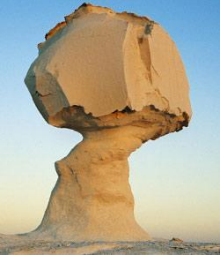
Combination of processes

ไลเคน (Lichen) เติบโตบนก้อนหินและใช้แร่ธาตุบนหินในการเจริญเติบโต หินจึงมีอัตราการผุพังเร็วขึ้น



ปัจจัยควบคุมการสลายตัวของหินและแร

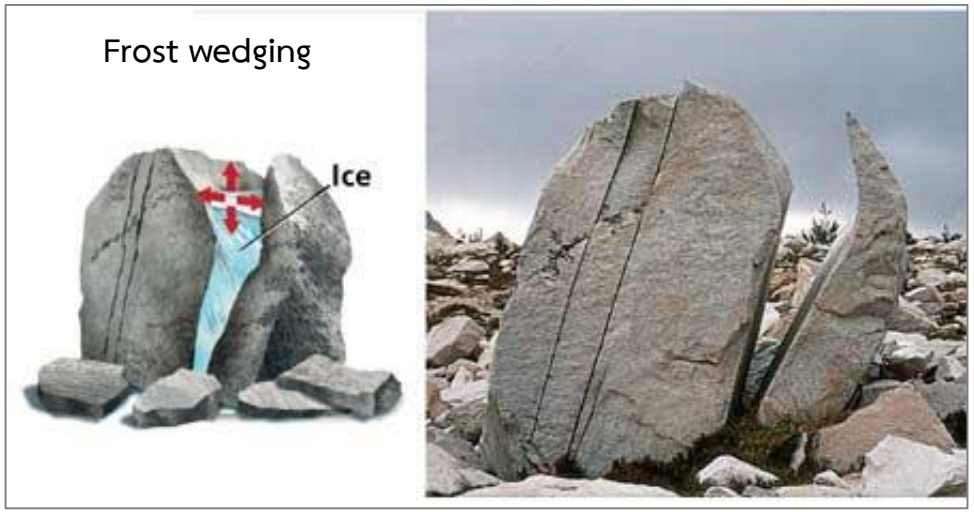
1. สมบัติทาง**กายภาพ**ของหินและแร
2. สมบัติทาง**เคมี**ของหินและแร
3. ภูมิอากาศ (climate)



ผลของการสลายตัว

1. ทางกายภาพ

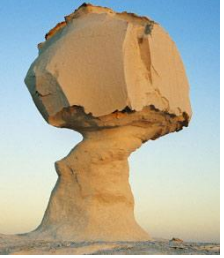
- หินและแรมีขนาดเล็กลงกวาเดิม ไมเล็กกวา 0.01 ม.ม.
- เกาะตัวกันอยางหลวม ๆ



2. ทางเคมี

- ปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ความถ่วงจำเพาะต่ำลง
- แรมีขนาดเล็กลงกวาเดิม
- แรทนทานตอการสลายตัวมากขึ้น

*วัตถุตนกำเนิดดิน (Soil parent material)

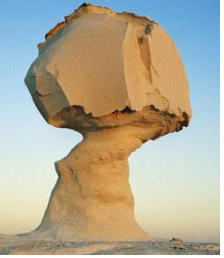


ความคงทนของแร่ (Mineral stability)

quartz > muscovite, K-feldspar > plagioclase > biotite, hornblende, augite > dolomite > calcite > gypsum

ข้อสังเกต:

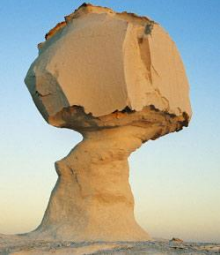
แร่ที่สลายง่าย เนื่องจาก complex (โครงสร้างซับซ้อน), ตกผลึกก่อน, Si น้อย, ความแข็งต่ำ, มีสาร oxidized ง่าย, มีรอยแตก



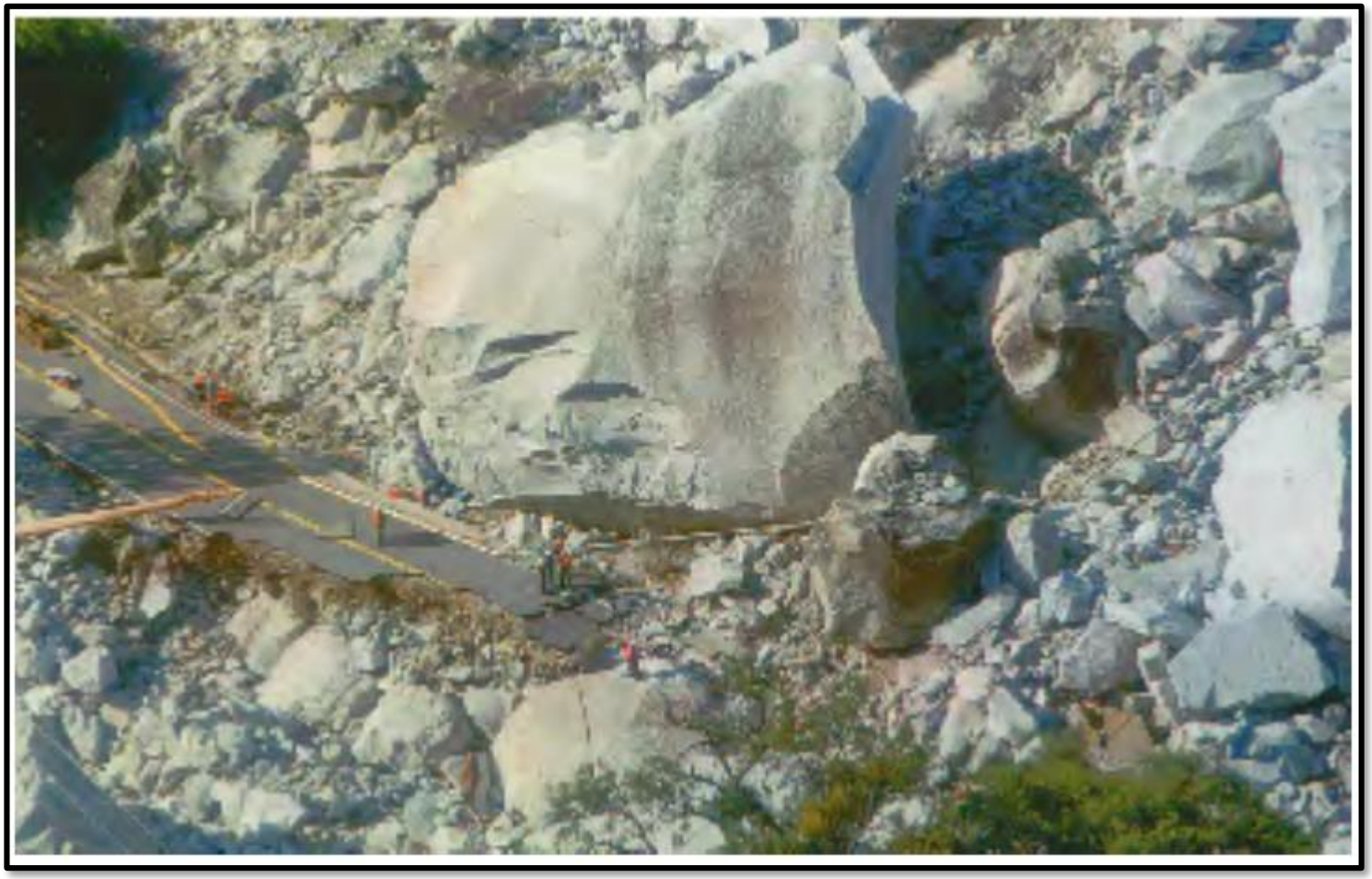
Mass wasting (gravity transfer)

ชนิดของการเคลื่อนยาย แบงตาม

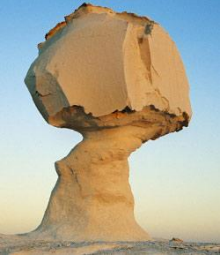
- อัตราการเคลื่อนยาย (ชา หรือ เร็ว)
- ชนิดของการเคลื่อนยาย (falling, sliding หรือ flowing)
- ชนิดของวัสดุที่เคลื่อนยาย (rock, soil หรือ debris (เศษหินจำนวนมาก))



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)



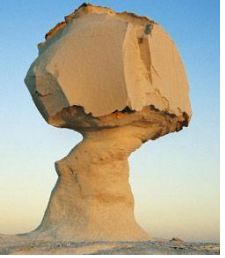
Mass Wasting เป็นการผุพังที่เกิดจากแรงโน้มถ่วง ที่ทำให้ชิ้นส่วนที่มีมวลมากตกลงมาจากที่สูง

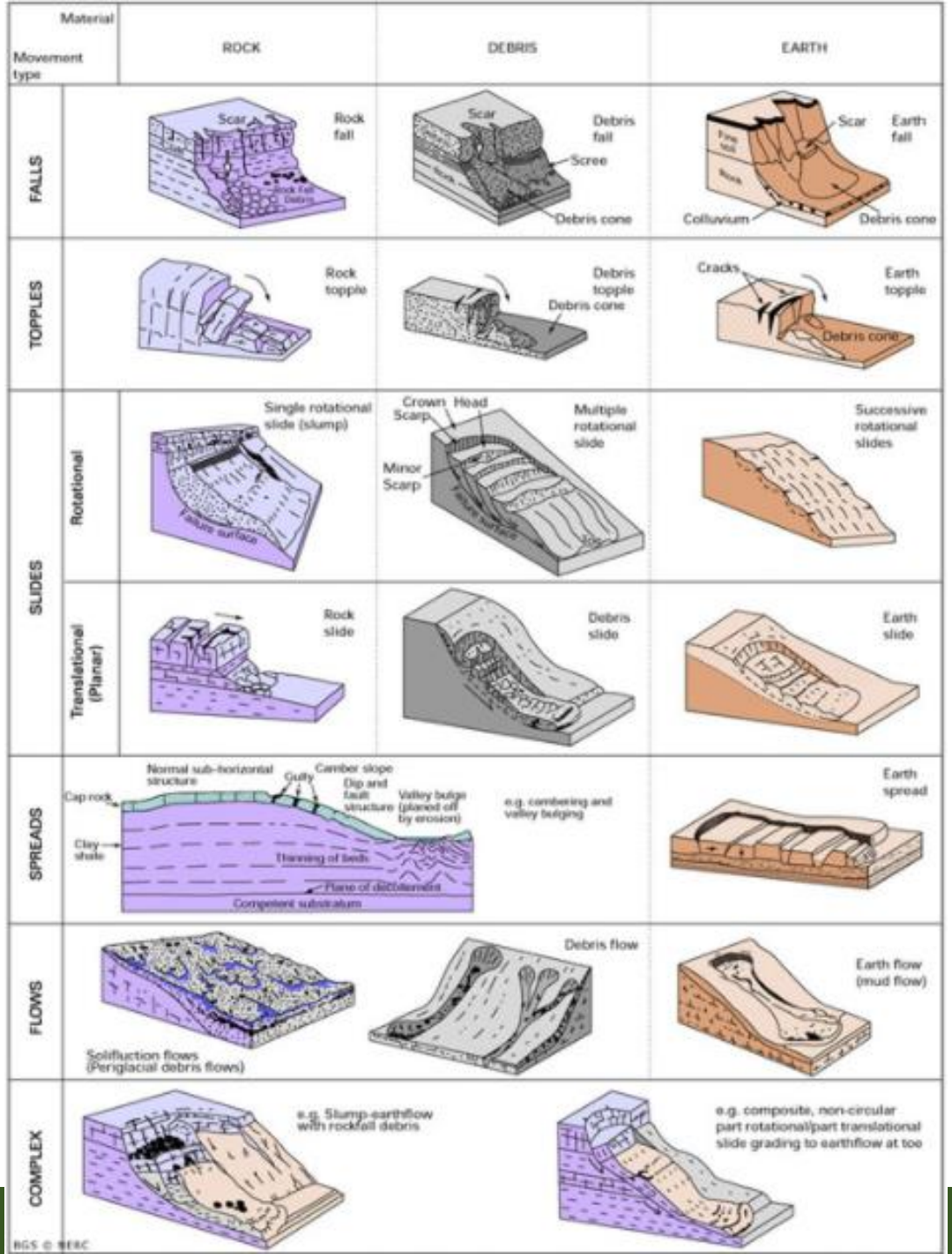


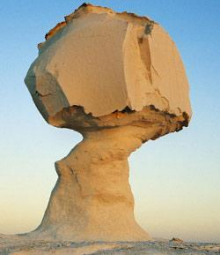
การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

ชนิดของการเคลื่อนย้าย (Mass wasting types)

1. Fall
    - rock fall (extremely rapid) (หิน)
2. Slide
    - slump (extremely slow to moderate) (ดิน)
    - rock slide (rapid to very rapid) (หิน)
3. Flow
    - mudflow (very rapid) alluvial fan (ตะกอนขนาดเล็ก)
    - debris flow (rapid to very rapid) (เศษหินจำนวนมาก)
    - earthflow (slow to moderate) (ตะกอนขนาดเล็กกับน้ำที่อิ่มตัวในวัสดุ)
    - solifluction (slow)
    - creep (extremely slow)
4. Complex movement (slow to extremely rapid)



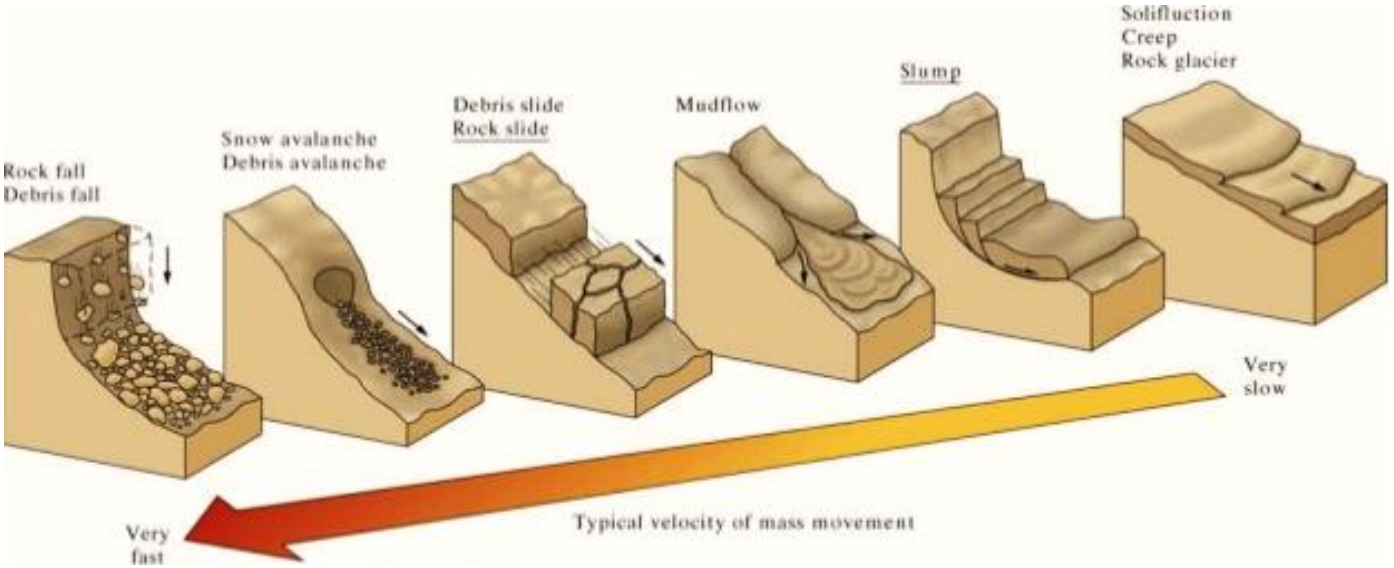

Material
Movement type
ROCK
DEBRIS
EARTH
FALLS
Scar
Rock fall
Debris fall
Scree
Debris cone
Earth fall
Colluvium
TOPPLES
Rock topple
Debris topple
Cracks
Earth topple
SLIDES
Rotational
Single rotational slide (slump)
Crown
Head
Scarp
Minor Scarp
Multiple rotational slide
Successive rotational slides
Translational (Planar)
Rock slide
Debris slide
Earth slide
SPREADS
Normal sub-horizontal structure
Gully
Camber slope
Dip and fault structure
Valley bulge (planed off by erosion)
Cap rock
Clay shale
Thinning of beds
Plane of décollement
Competent substratum
e.g. cambering and valley bulging
Earth spread
FLOWS
Debris flow
Earth flow (mud flow)
Solifluction flows (Periglacial debris flows)
COMPLEX
e.g. Slump-earthflow with rockfall debris
e.g. composite, non-circular part rotational/part translational slide grading to earthflow at toe
BGS © NERC

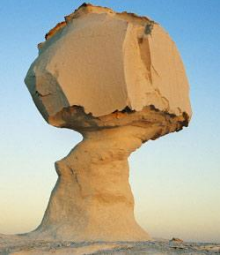


การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

ปจจัยที่มีอิทธิพลตอการเคลื่อนยาย

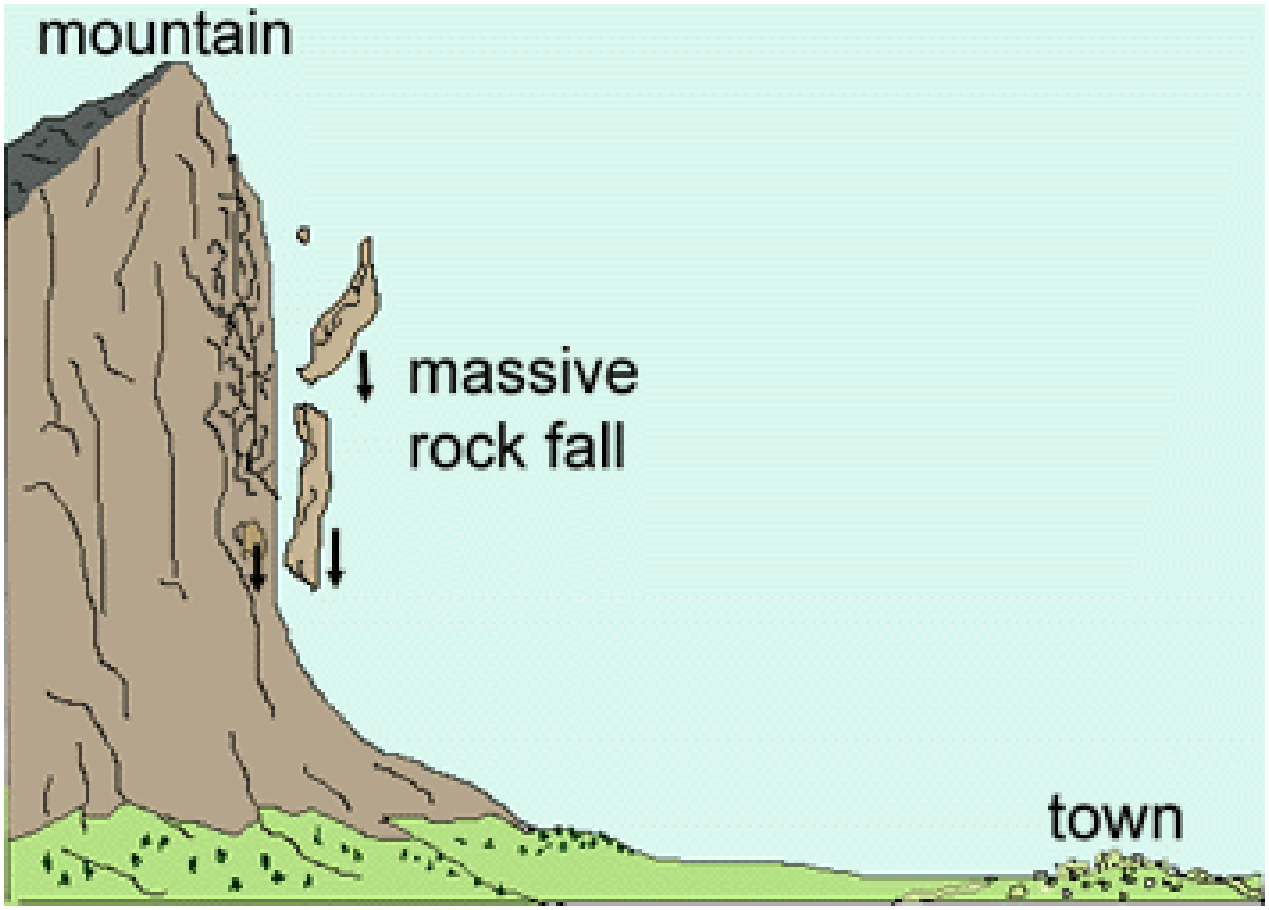
1. ความชันของพื้นที่
2. การเกาะตัวของวัสดุบนพื้นที่ลาดชัน
3. ปริมาณน้ำ



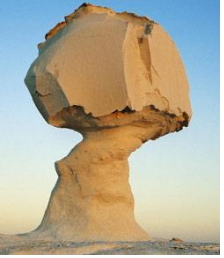


การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

1. Fall

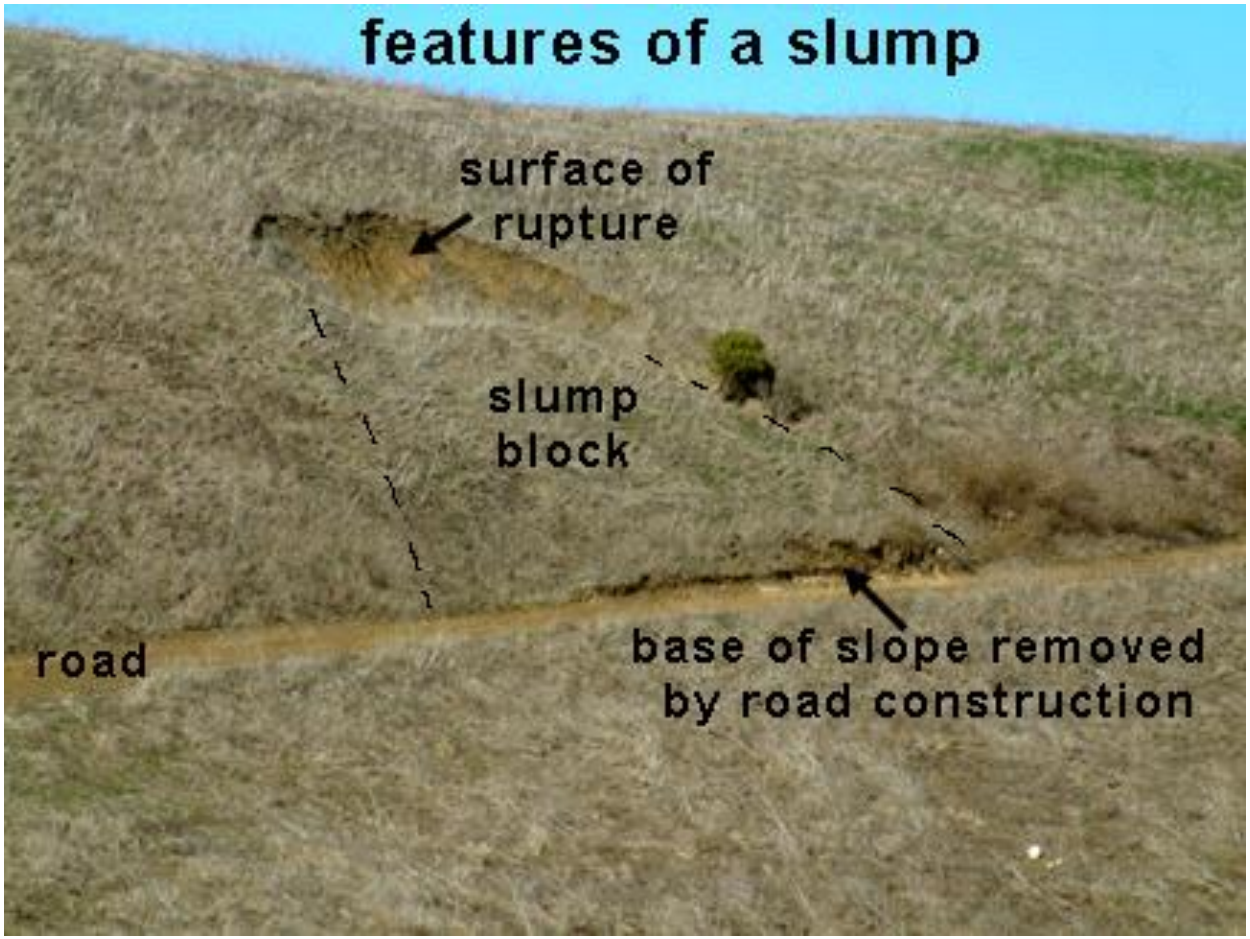


Rock fall (ตกเร็วมาก)

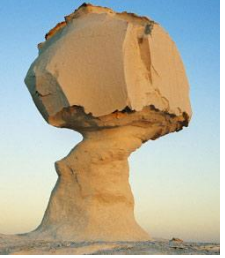


การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

2. Slide

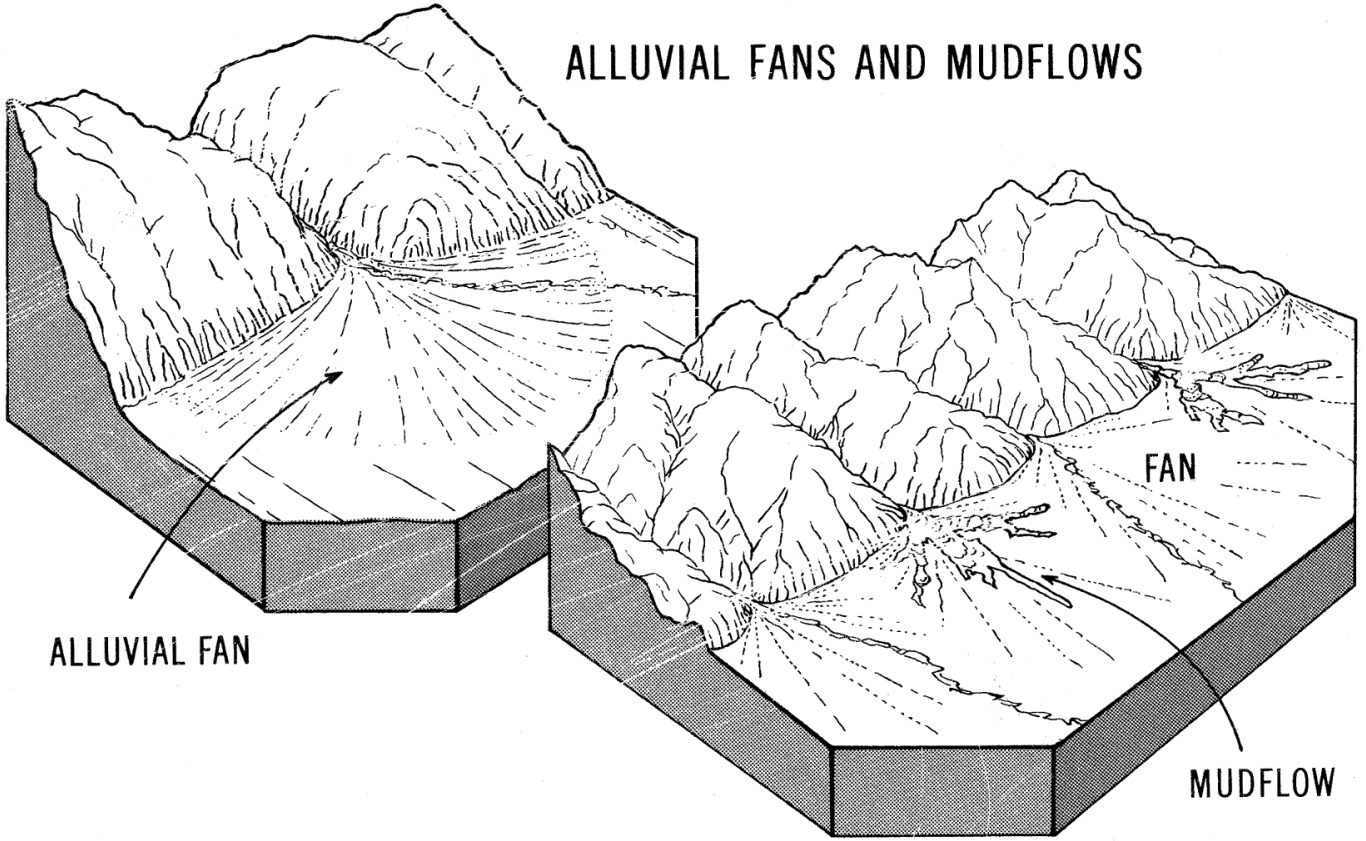


Slump (เคลื่อนที่ช้า-ปานกลาง) บางส่วนของมวลดินมีการแยกตัวออกจากชั้น เนื่องจากน้ำหนัก

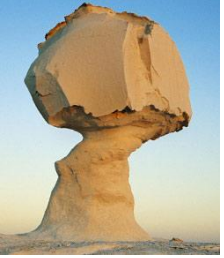


การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

3. Flow



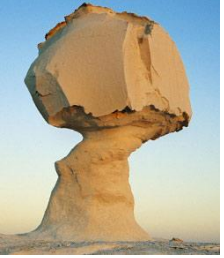
Mudflow (เคลื่อนที่เร็ว) เป็นส่วนสุดท้ายของตะกอนน้ำพารูปพัด (Alluvial fan) ที่มาปิดทับทีหลัง



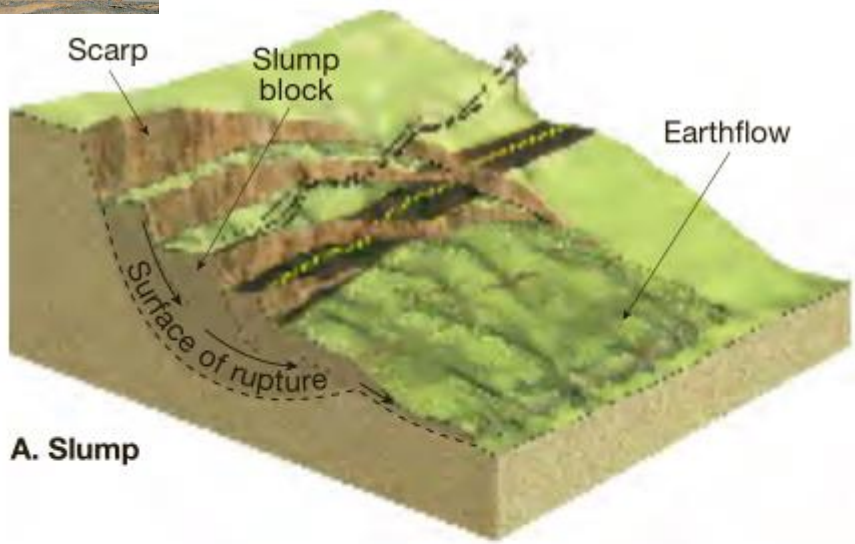
การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

3. Flow

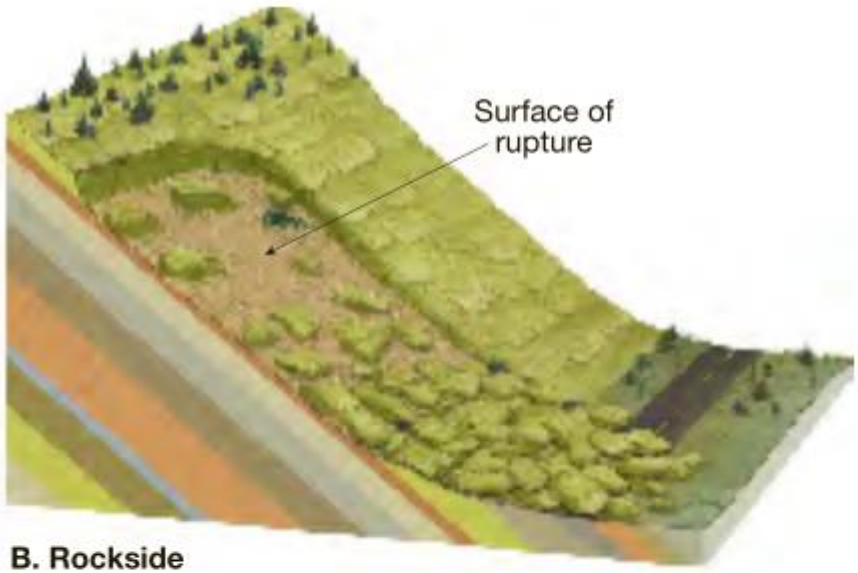
Solifluction (เคลื่อนที่ช้า) เกิดในพื้นที่บริเวณขั้วโลกและภูเขาสูงชัน ในเนื้อวัสดุมีการอิ่มตัวของน้ำ



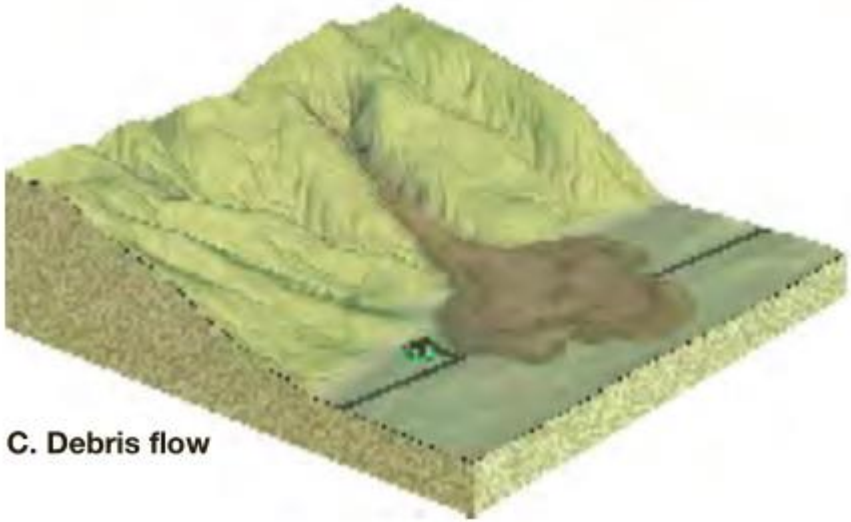
การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

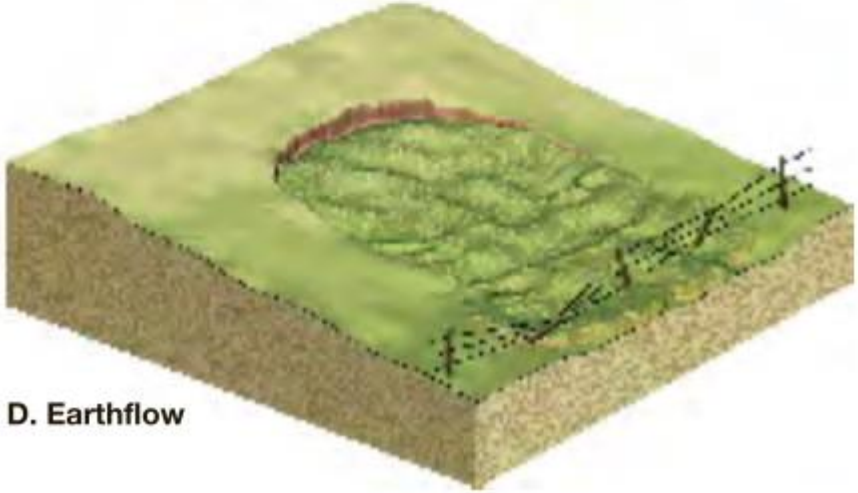


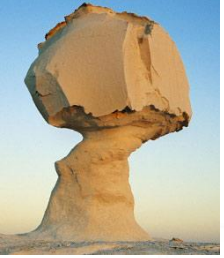
A. Slump



B. Rockside

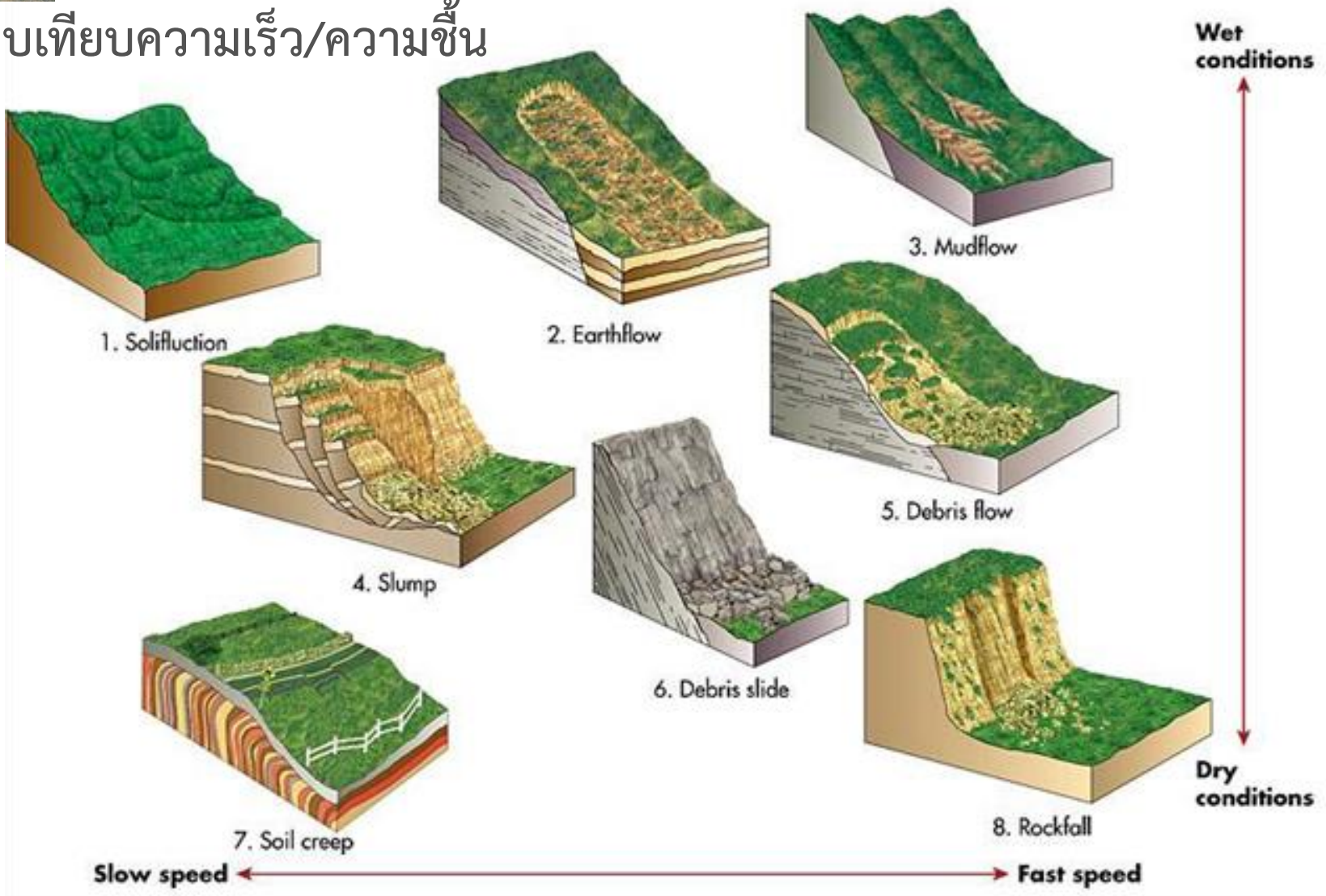

C. Debris flow

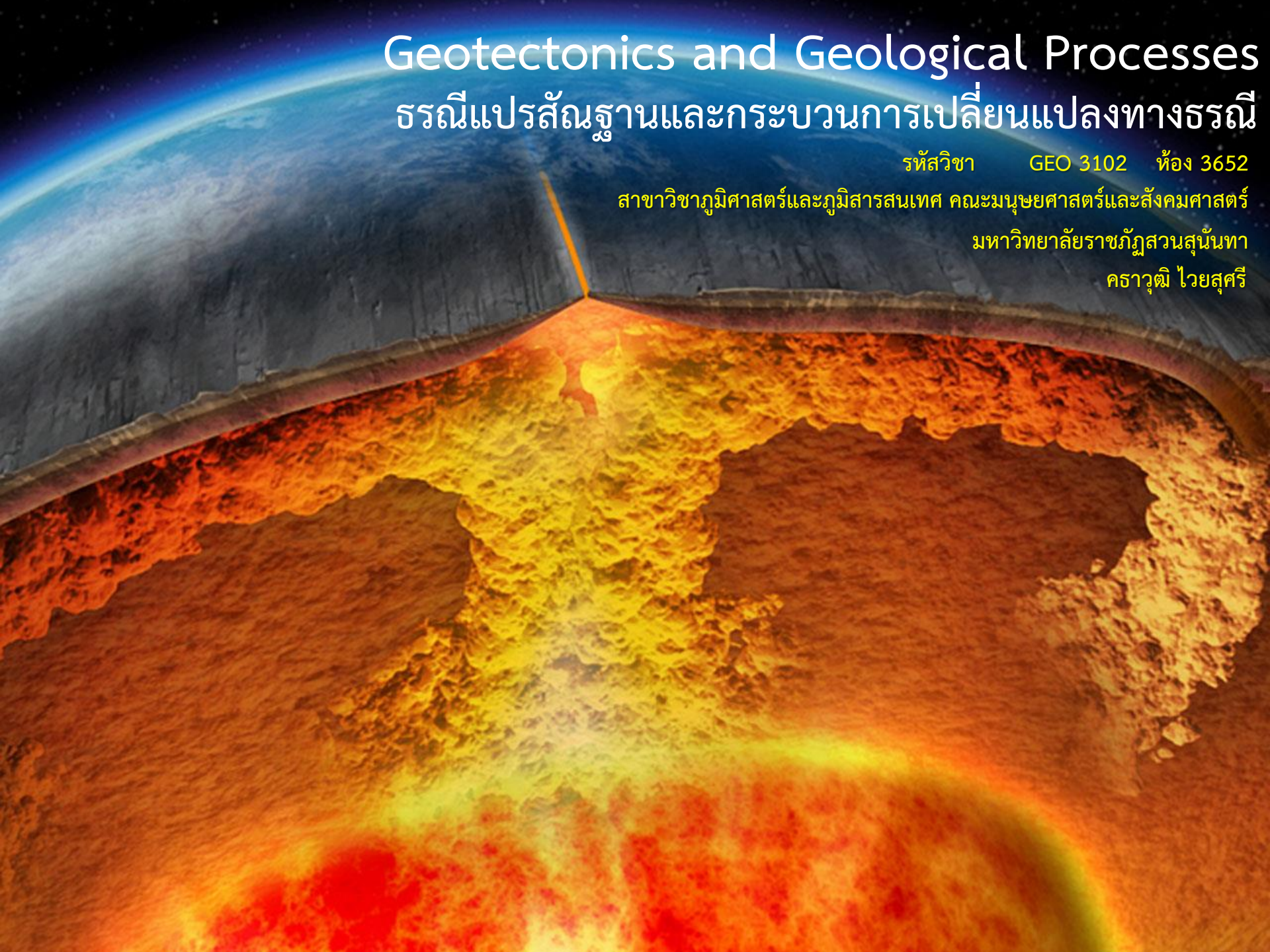

D. Earthflow



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

เปรียบเทียบความเร็ว/ความชื้น





Geotectonics and Geological Processes

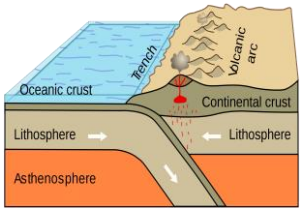
ธรณีแปรสัณฐานและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

รหัสวิชา GEO 3102 ห้อง 3652

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

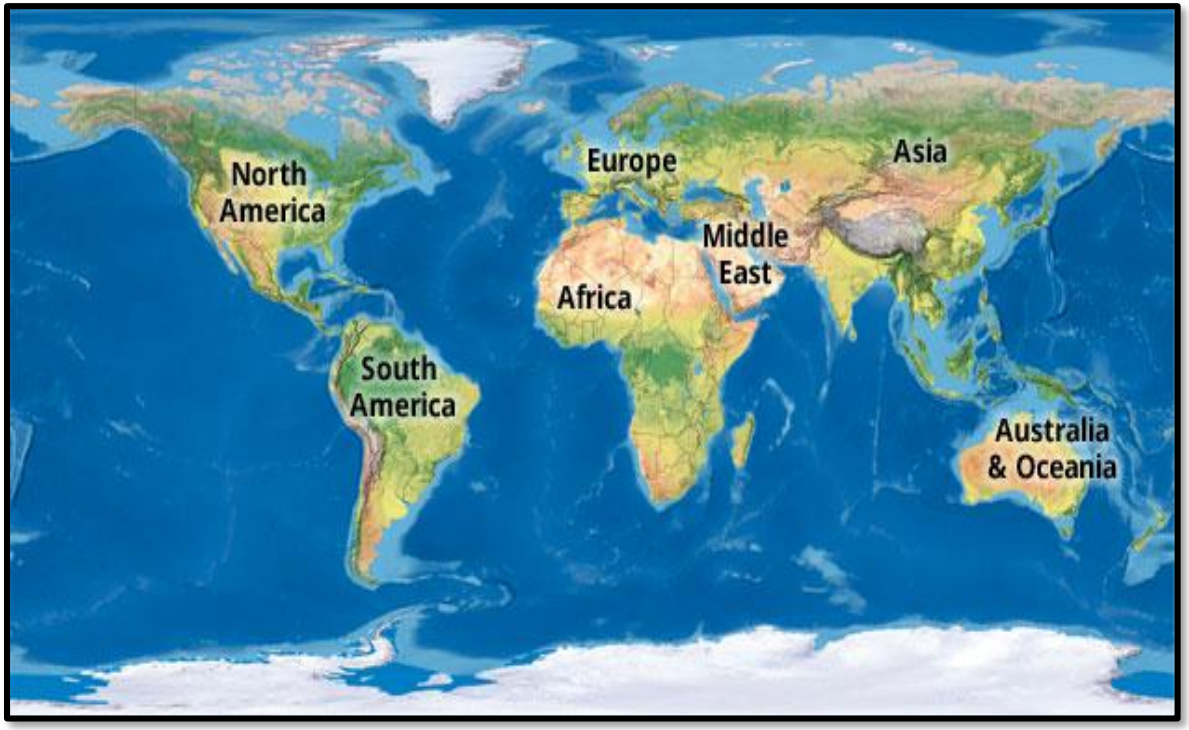
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

คธาวุฒิ ไวยสุศรี

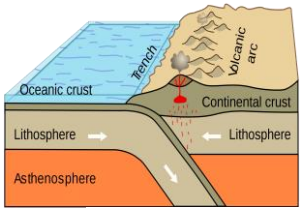


ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

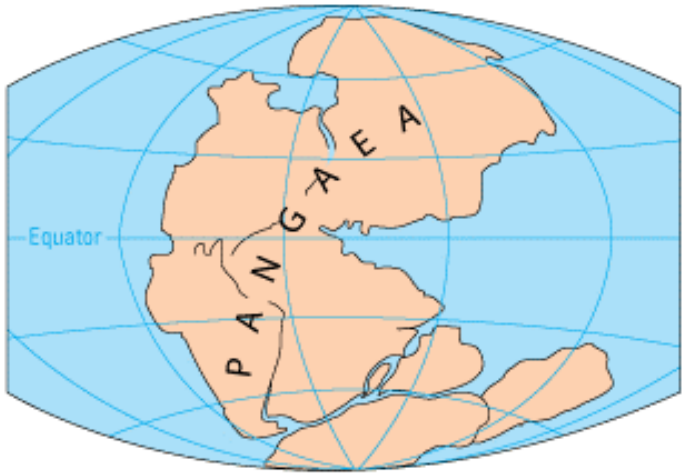
จริง ๆ แล้วถ้าเปรียบเทียบโลกกับผลองุ่น จะพบว่าแท้จริงแล้วโลกไม่ได้มีความเต่งตึงเหมือนผลองุ่น แต่มีลักษณะเหมือนลูกเกด ที่มีผิวขรุขระ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีพื้นที่สูงต่ำของภูมิประเทศ



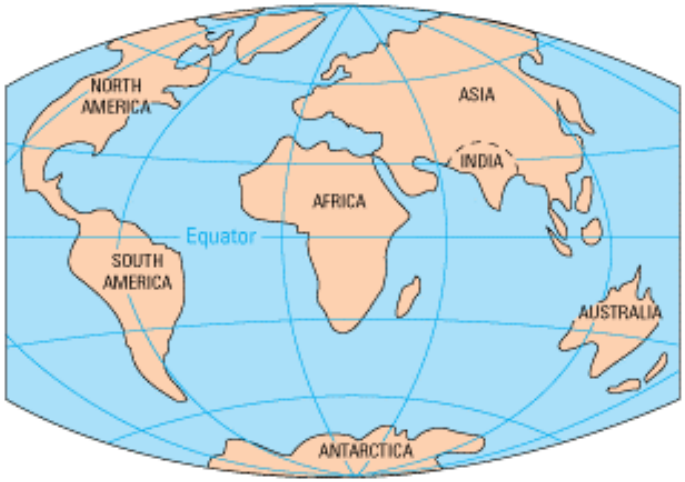
เกิดจากกระบวนการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก (กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี)



ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี



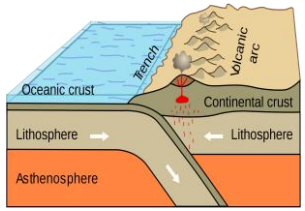
PERMIAN
225 million years ago



PRESENT DAY

นักธรณีวิทยาผู้คิดทฤษฎีทวีปเลื่อน (Continental Drift)

ในปี ค.ศ.1915 อัลเฟรด เวเกเนอร์ (Alfred Wegener) ได้นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีทวีปเลื่อนว่า เมื่อประมาณ 200 - 300 ล้านปีที่ผ่านมา แผ่นดินทั้งหมดในโลกรวมเป็นผืนเดียวกัน เรียกว่า “แพงเจีย” (Pangaea) ซึ่งประกอบด้วยทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา ออสเตรเลีย อินเดีย และหมู่เกาะมาดากัสการ์ มากล่าวไว้โดยกล่าวว่า ในยุคไตรแอสสิก ทวีปที่เดิมเป็นผืนแผ่นเดียวกันจะเริ่มค่อย ๆ มีการแยกตัวออกจากกัน โดยทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้จะค่อย ๆ แยกจากทวีปแอฟริกา และทวีป ยุโรป จึงทำให้ขนาดของมหาสมุทรแอตแลนติกกว้างยิ่งขึ้น เราเรียกการเคลื่อนไหวดังกล่าวว่า “ทวีปเลื่อน” (Continental Drift)



ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

245 Millions of years ago 135 65 0

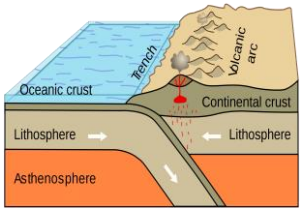
PALEOZOIC MESOZOIC CENOZOIC

Pangaea

North America Eurasia Africa South America India Madagascar Antarctica Australia

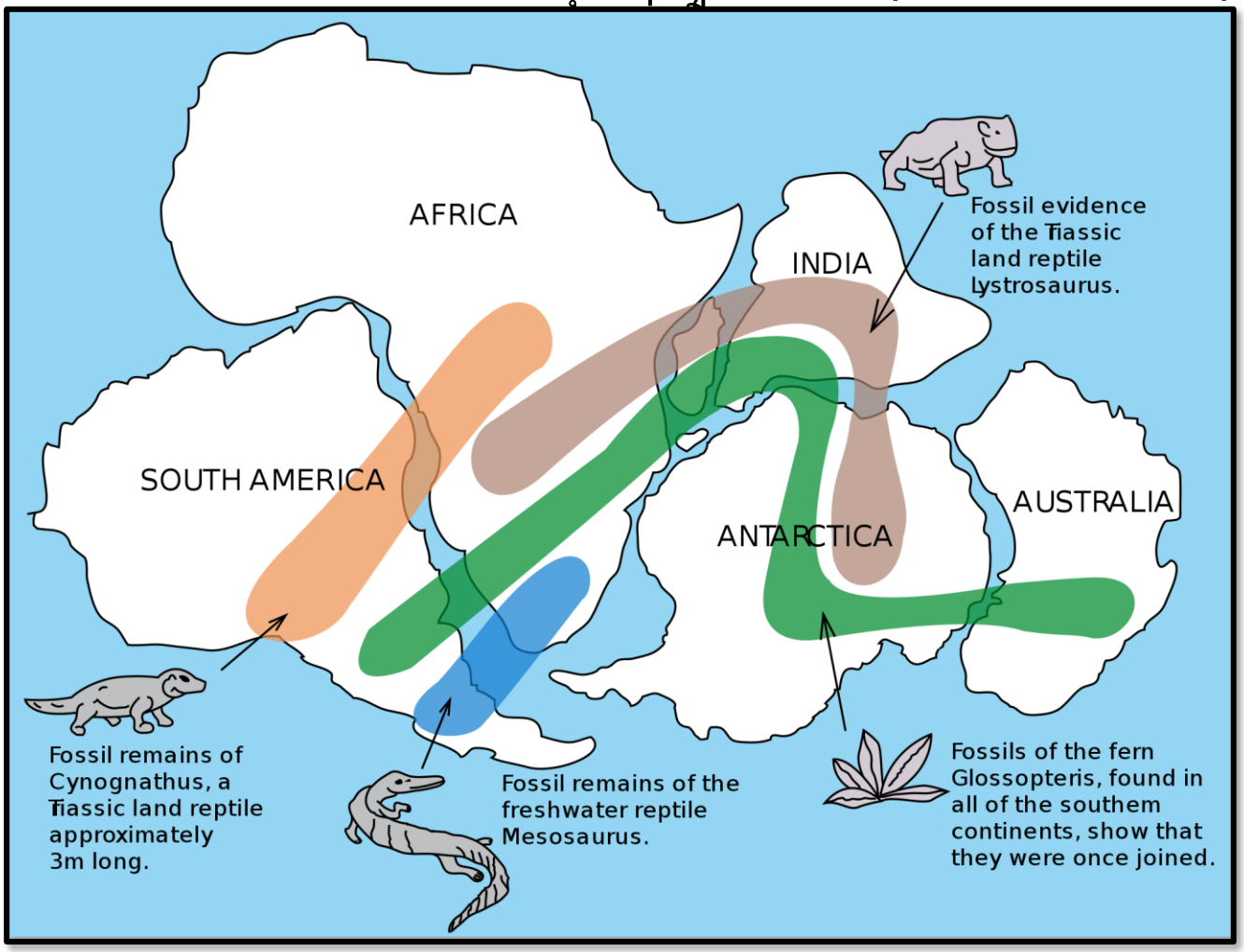
Laurasia Tethys Sea Gondwana

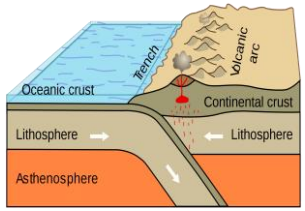
©1999 Addison Wesley Longman, Inc.



ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

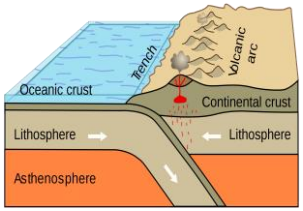
การศึกษาด้านฟอสซิลช่วยสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน (Continental Drift)



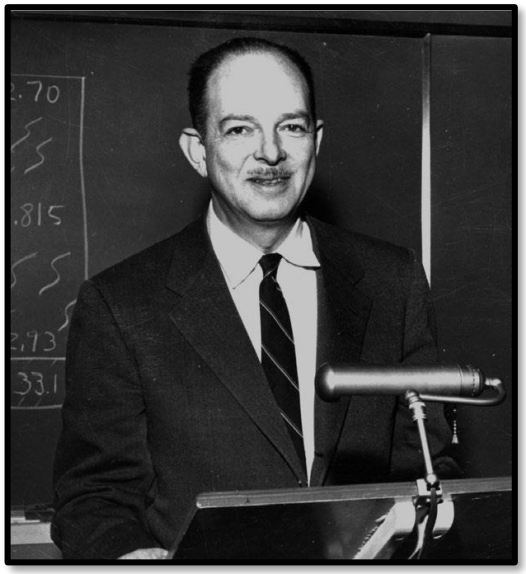


ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

โลกประกอบด้วยแผ่นเปลือกโลกหลายแผ่น ดังนี้

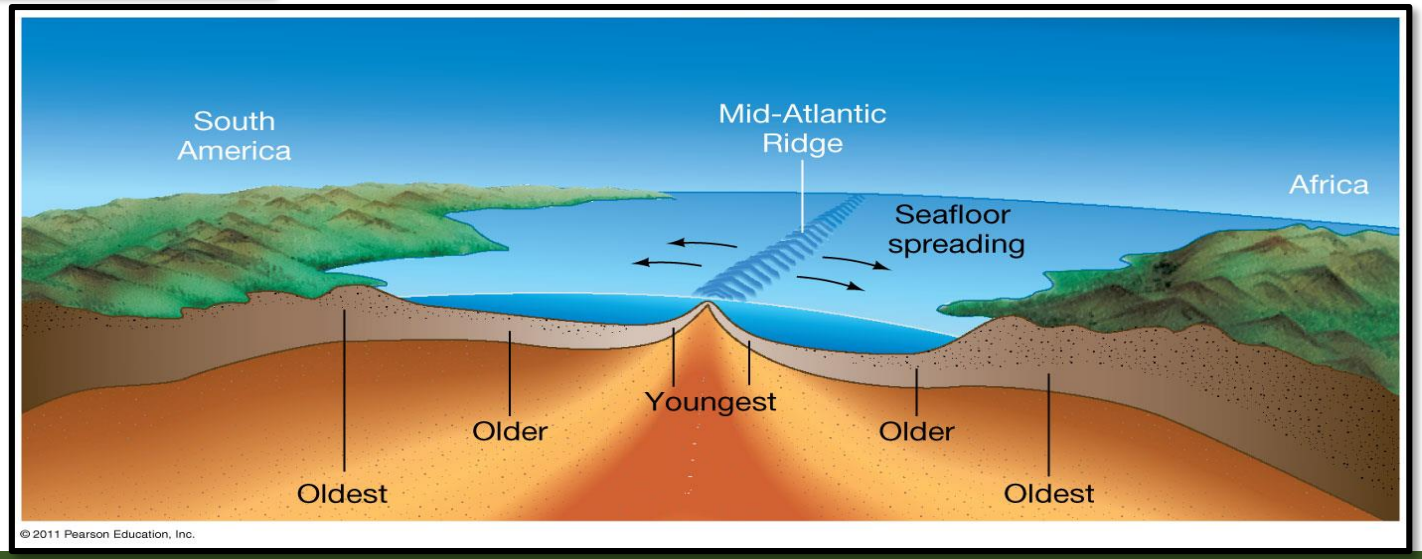


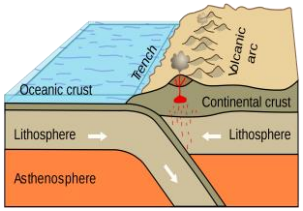
ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี



นักธรณีวิทยาผู้คิดทฤษฎีการขยายตัวของพื้นมหาสมุทร (Seafloor Spreading)

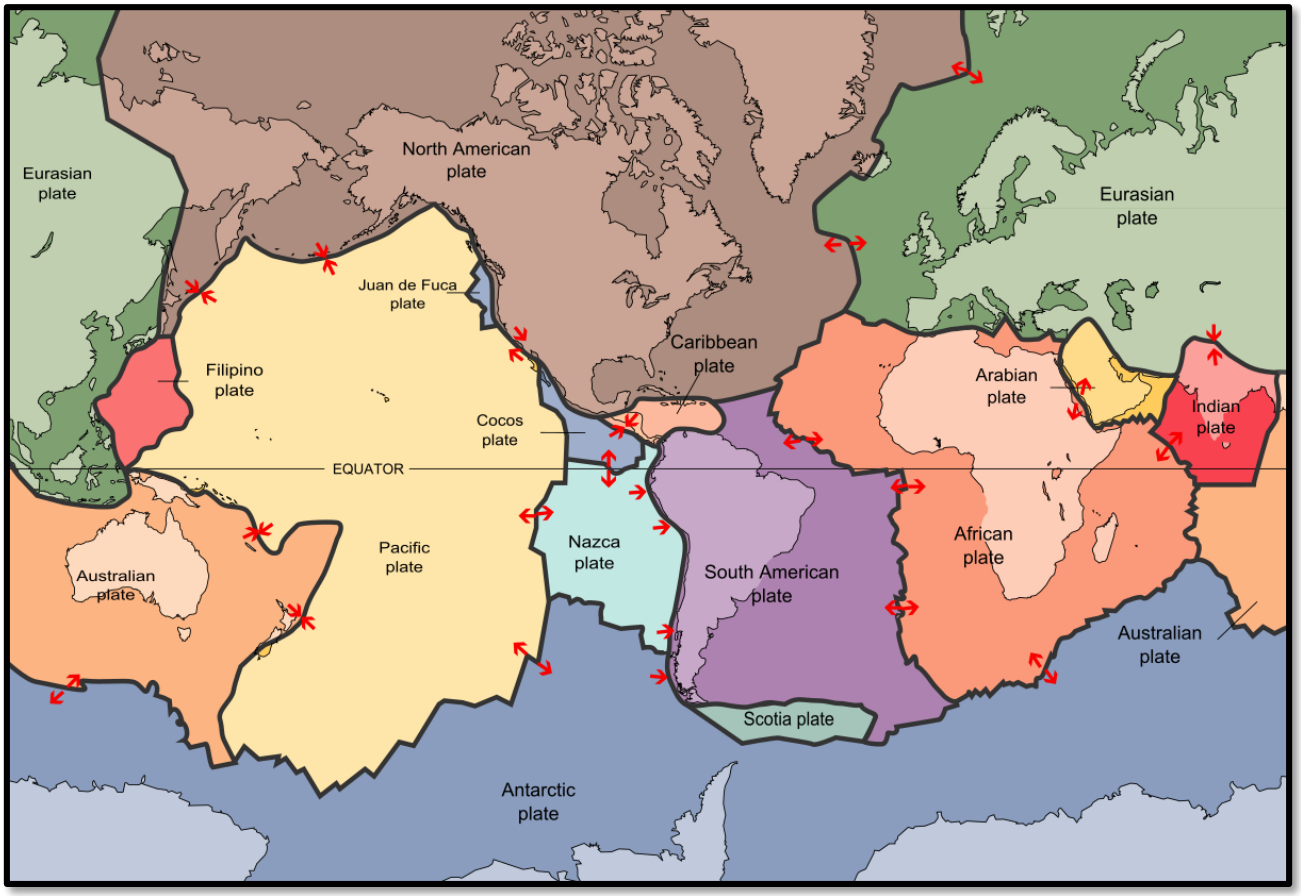
ทฤษฎีการขยายตัวของพื้นมหาสมุทรที่เสนอโดย Harry Hess เป็นทฤษฎีต่อยอดจากทฤษฎีทวีปเลื่อน (Continental drift) ของอัลเฟรด เวเจเนอร์ โดยทฤษฎีนี้ได้อธิบายถึงสาเหตุของการขยายตัวของพื้นมหาสมุทรว่าเกิดขึ้นจากกระแสวน (convection current) ในชั้นเนื้อโลกตอนบนหรือชั้น asthenosphere

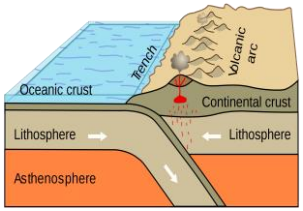




ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

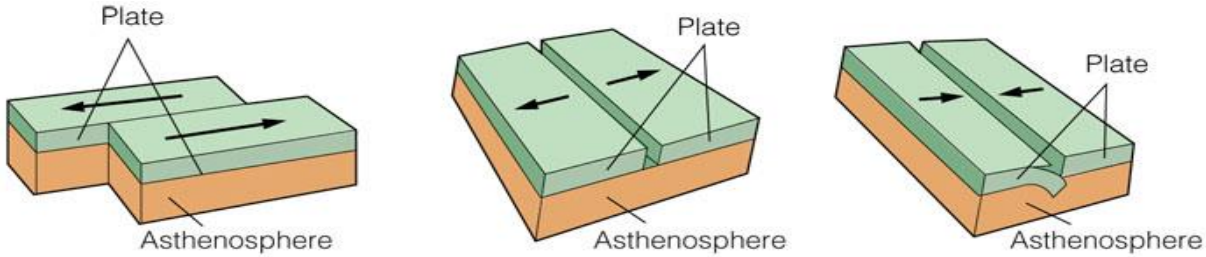
การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกเกิดจากการอธิบายของนักธรณีวิทยาหลาย ๆ ท่านที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเป็นรากฐานของการอธิบายธรณีแปรสัณฐาน (Geotectonics)



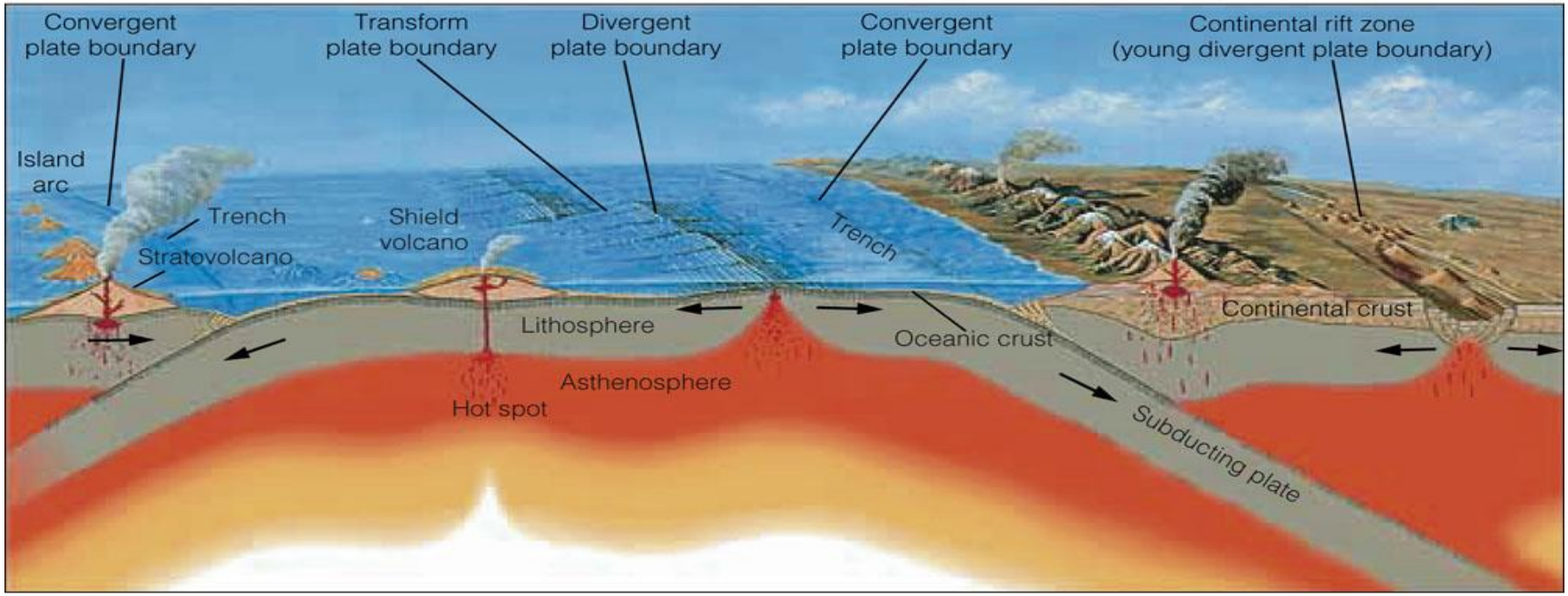


ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

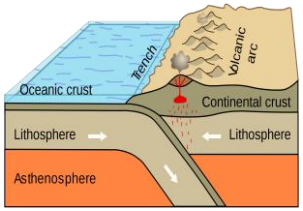
ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก มี 3 แบบ ดังนี้



1. Transform
2. Divergence
3. Convergence

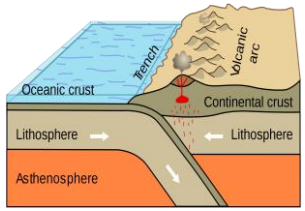


© 2006 Brooks/Cole - Thomson



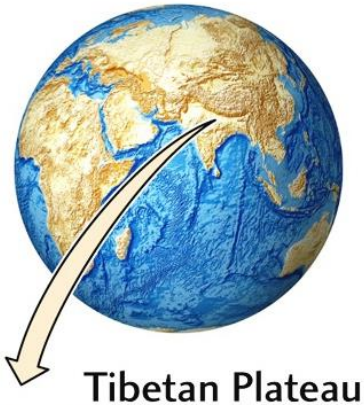
ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

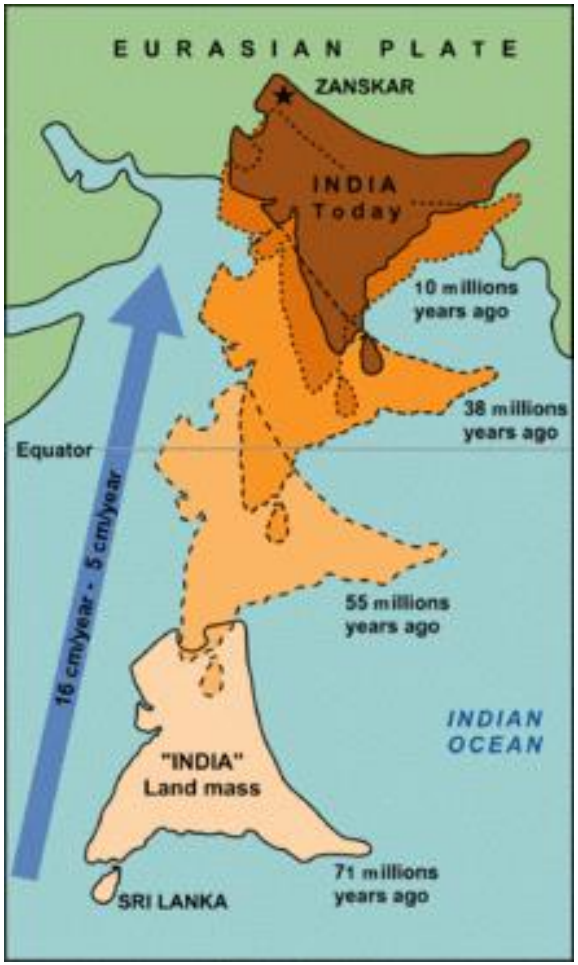
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

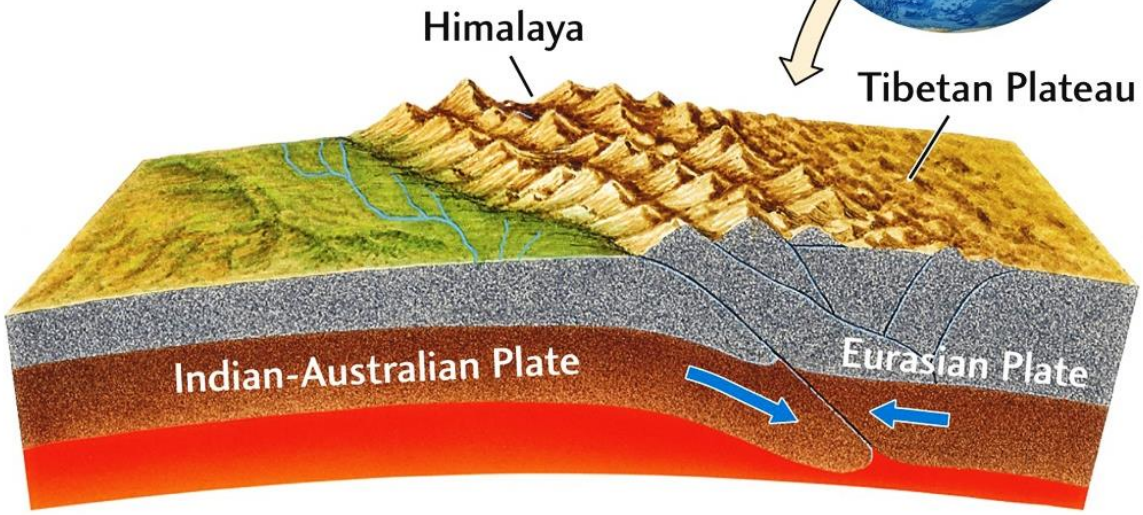


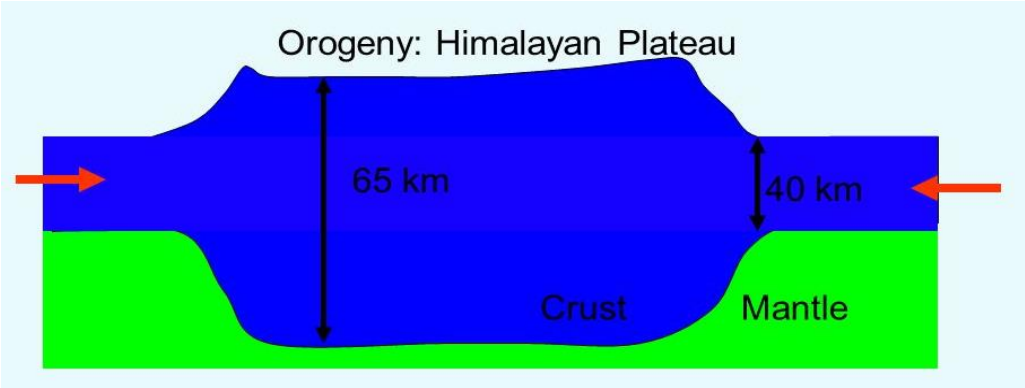
ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

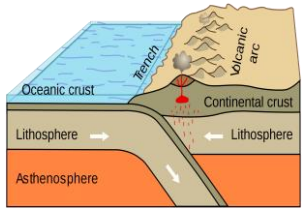
1. Orogeny (กระบวนการสร้างภูเขาจากการชน)





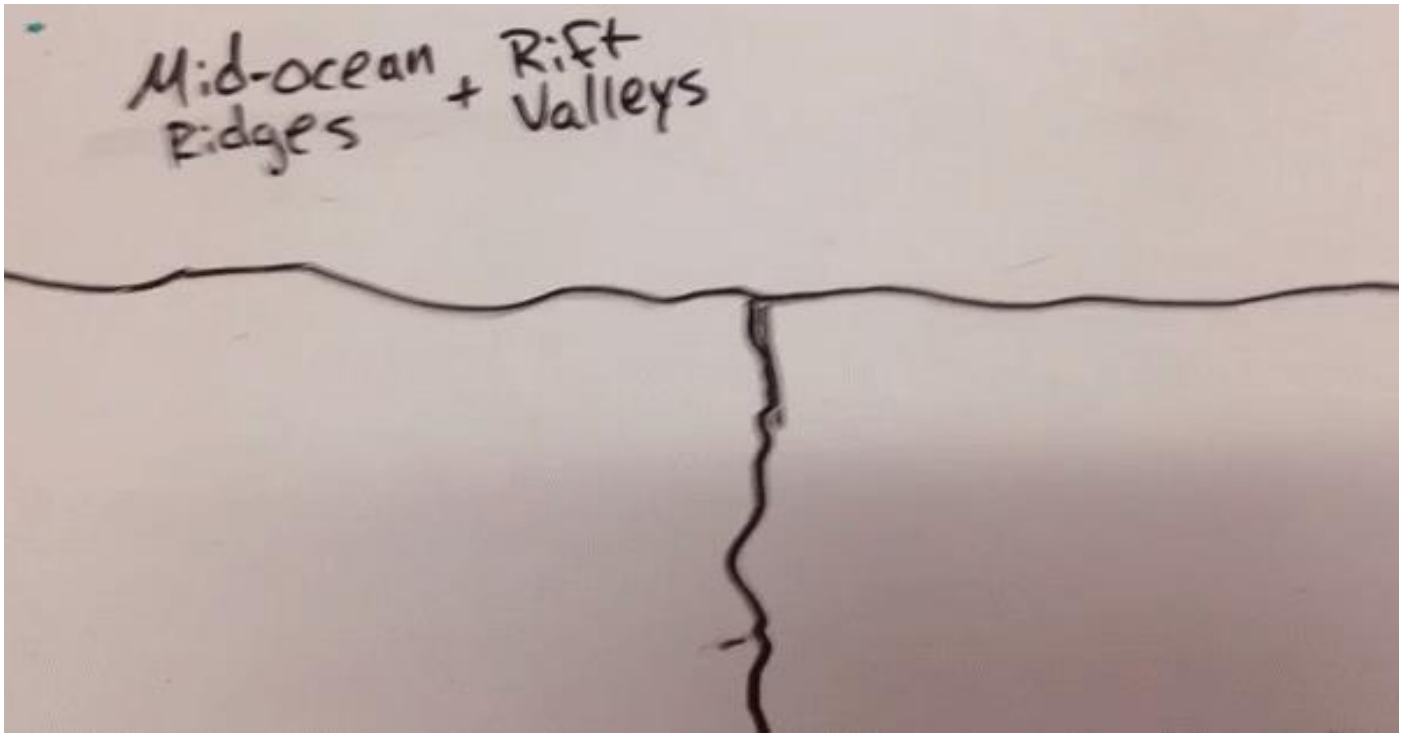


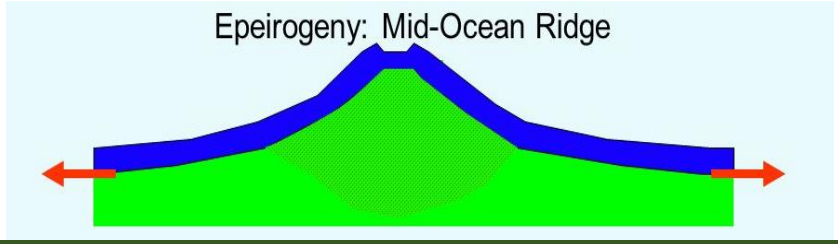




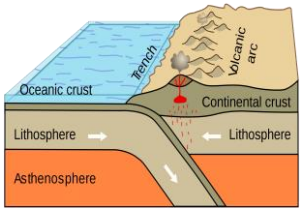
ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

2. Epeirogeny (กระบวนการสร้างภูเขาจากการแยก)



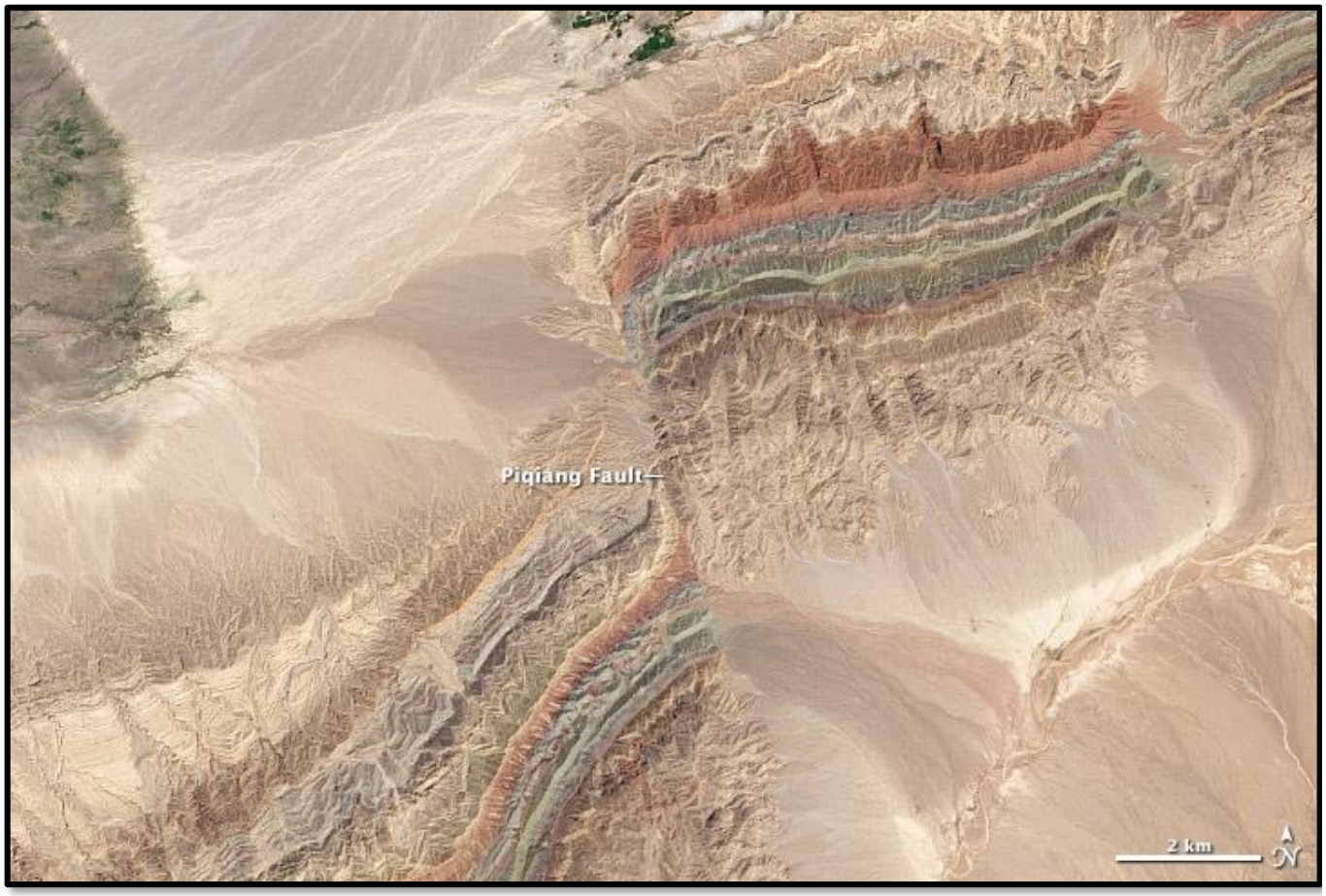


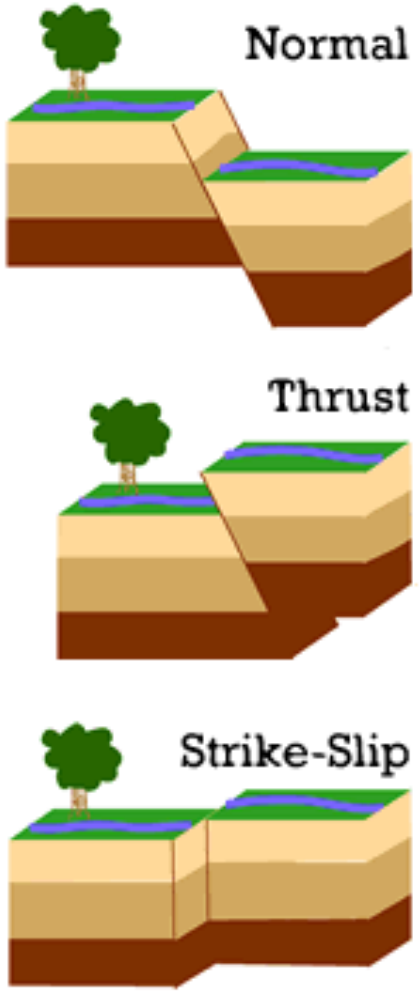
เกิดในมหาสมุทรที่มีการแยกตัวของแผ่นเปลือกโลก

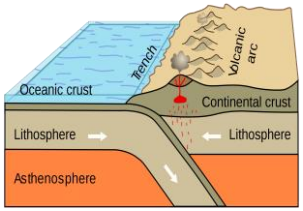


ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

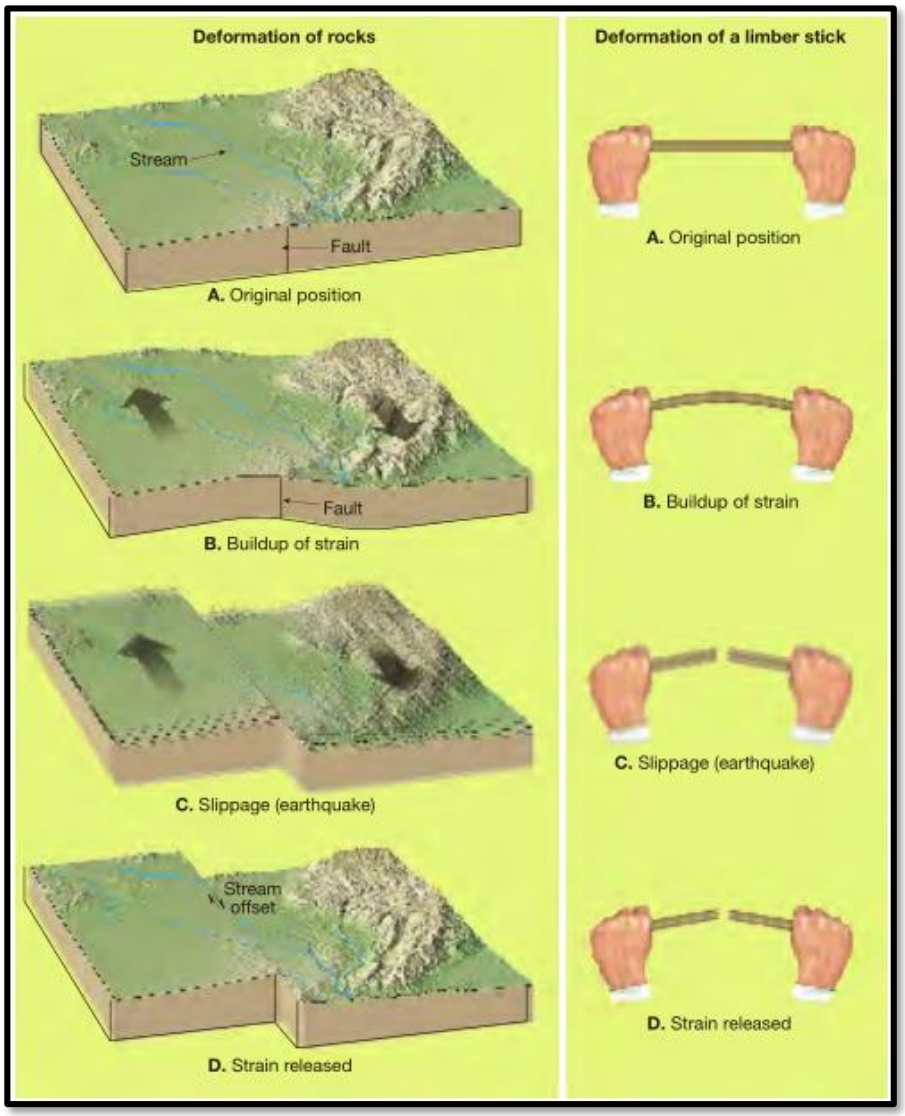
รอยเลื่อน (Fault)



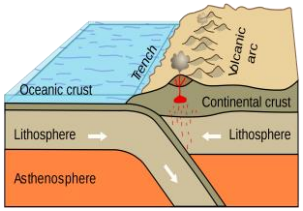




ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี



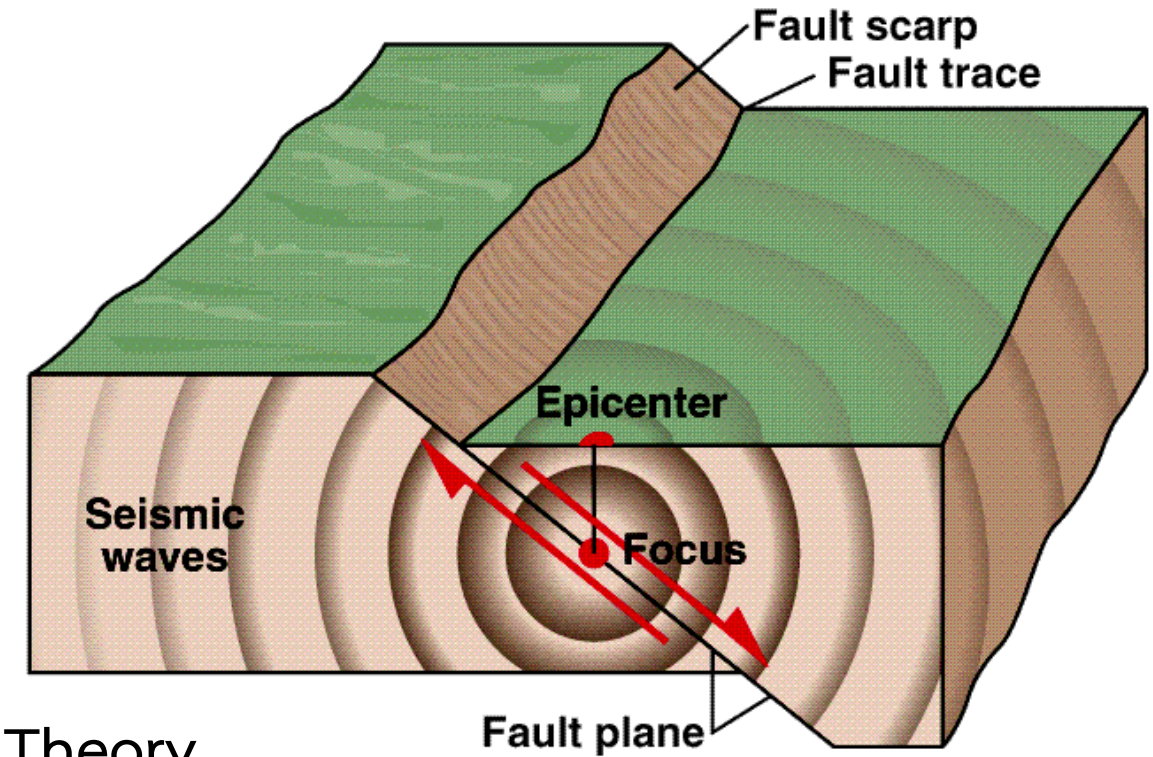
เมื่อเกิดรอยเลื่อน นอกจากเกิดแผ่นดินไหวแล้ว บางครั้งทำให้ทิศทางแม่น้ำเปลี่ยนแปลง

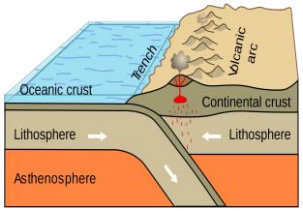


ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

3. Earthquakes

- Seismology
- Seismometer
- Seismic wave
- Focus
- Epicenter
- Isoseismic line
- Elastic Rebound Theory

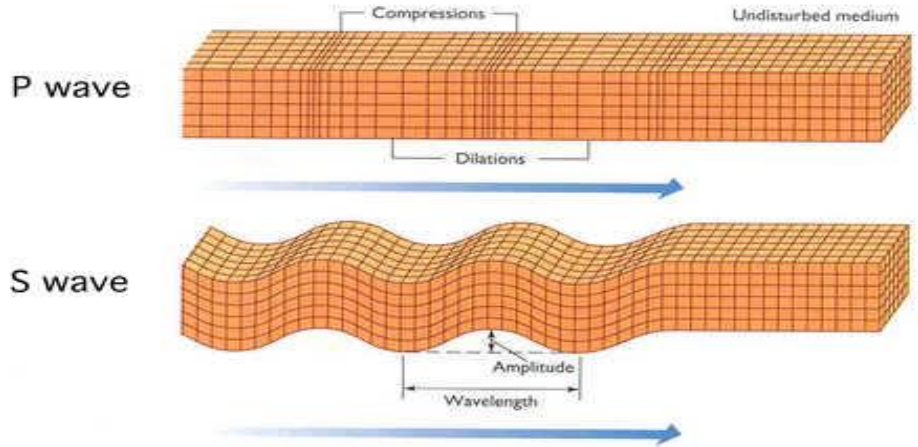


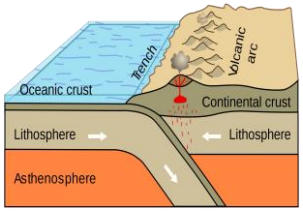


ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

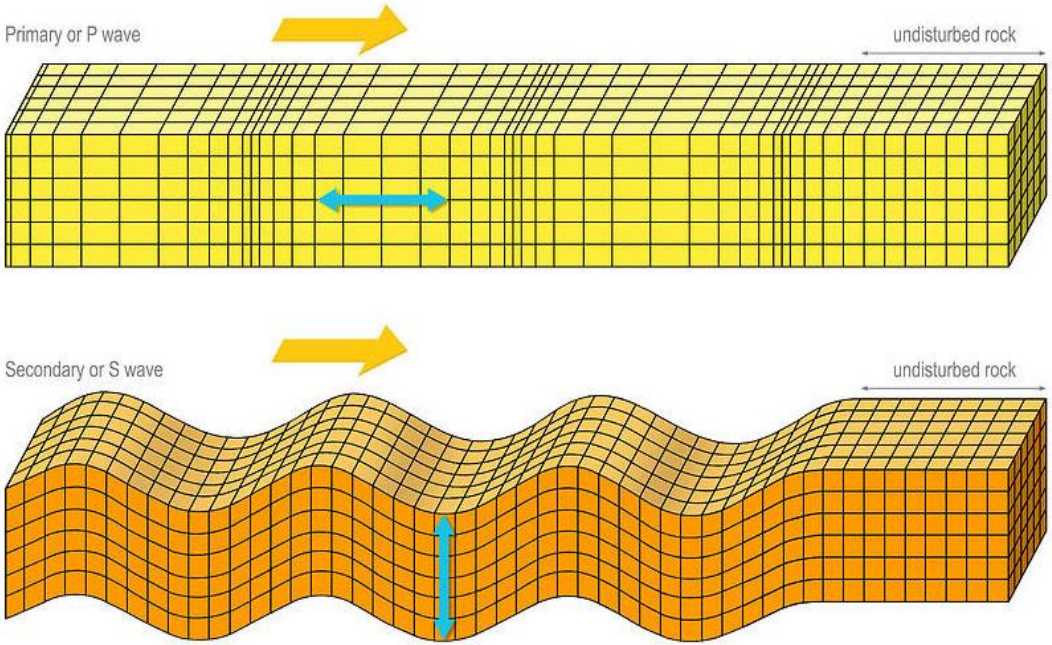
Seismic waves

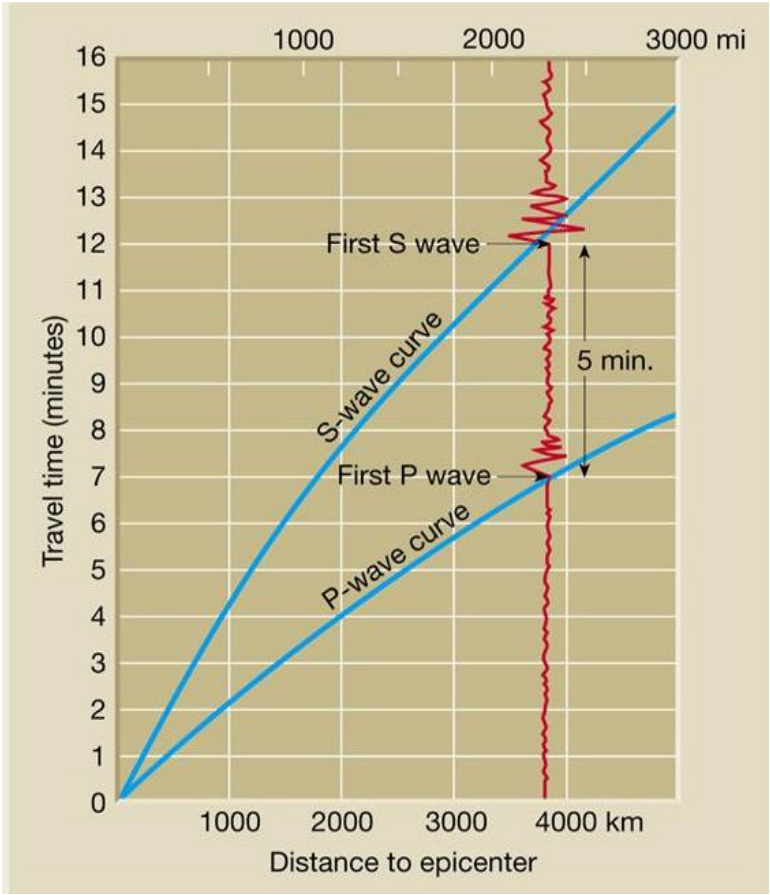
1. Primary, Push-pull wave, P-wave (6-11 km/sec)
2. Secondary, Shake, S-wave (3.5-7.3 km/sec)
   - เคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทางการสงผานคลื่น
   - เคลื่อนที่ขนานกับทิศทางการสงผานคลื่น
   - ไมสามารถผานของเหลวและกาซได
3. Surface wave, L-wave, Long wave (3.5 km/sec)

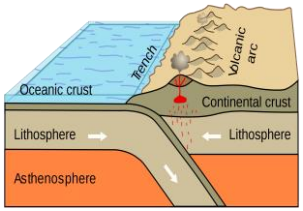




ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี



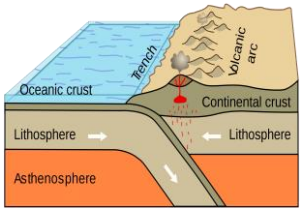




ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

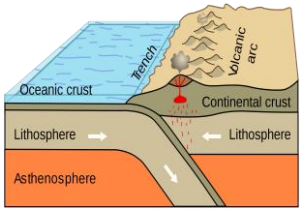
ผลของแผ่นดินไหว

1. Fire
2. Damage to structures
3. Landslide
4. Cracks in the ground
5. Land movement
6. Sound
7. Seismic sea wave (Tsunami)

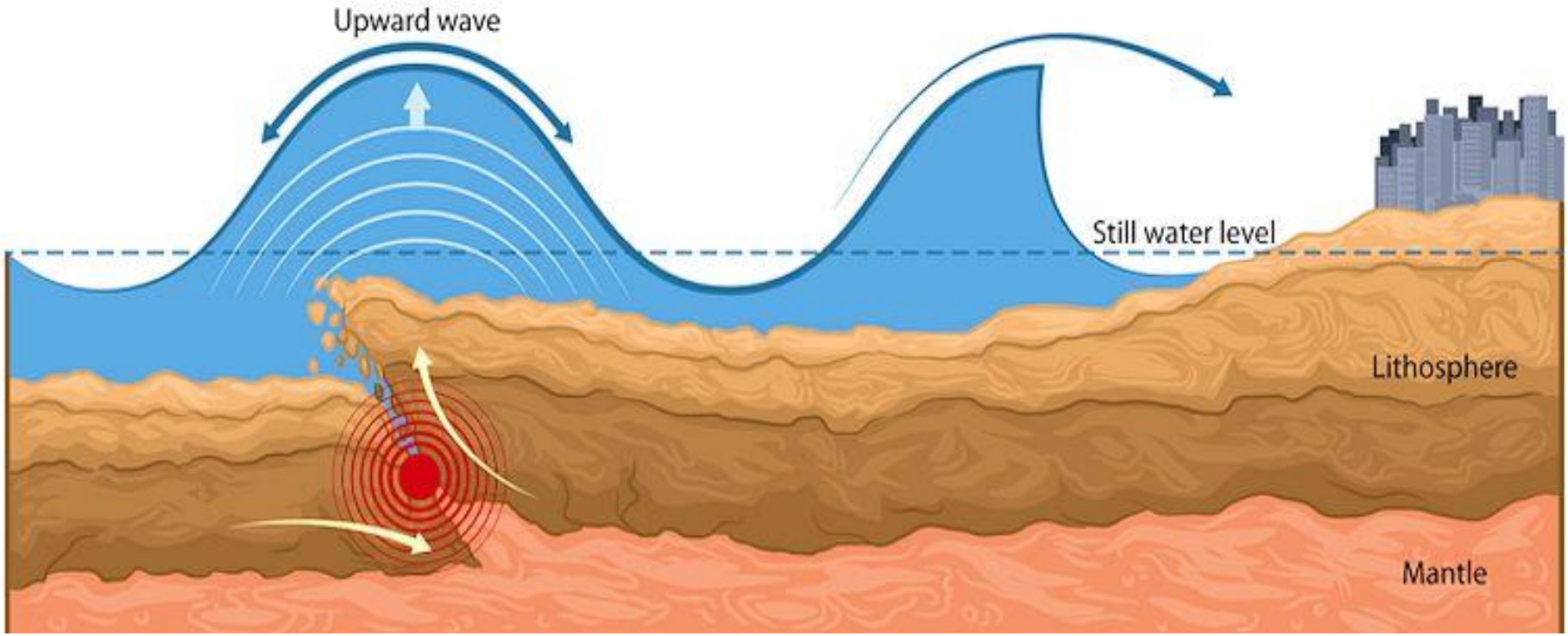


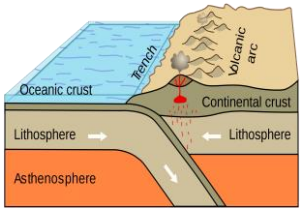
ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

FIGURE 8.3 San Francisco in flames after the 1906 earthquake. (Reproduced from the collection of the Library of Congress) Inset photo shows fire triggered when a gas line ruptured during the Northridge earthquake in southern California in 1994. (AFP/Getty Images)



ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี





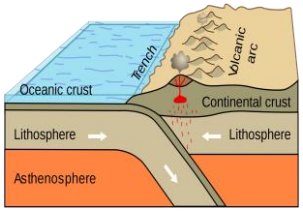
ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

Charles Richter

ความรุนแรงวัดเปนขนาด มีดัชนีเรียก Richter scale

ความรุนแรงสูงสุดที่เคยวัดได คือ 9.5 Richter

2.5 - 3	พอรูสึก
3-6	เริ่มเสียหาย
6-7	ไดรับความเสียหาย
7.0 - 7.7	เสียหายมาก
7.7 - 9.5	เสียหายมากที่สุด



ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

การแพรกระจายของพื้นที่เกิดแผนดินไหว

1. บริเวณรอบมหาสมุทรแปซิฟก, ญี่ปุน, อะลาสกา, ฝงตะวันตกของทวีปอเมริกา นิวซีแลนด นิวกินี ฟลิปปนส 80%
2. Mediteranian, Asia minor 15%
3. แหลงอื่น ๆ 5%

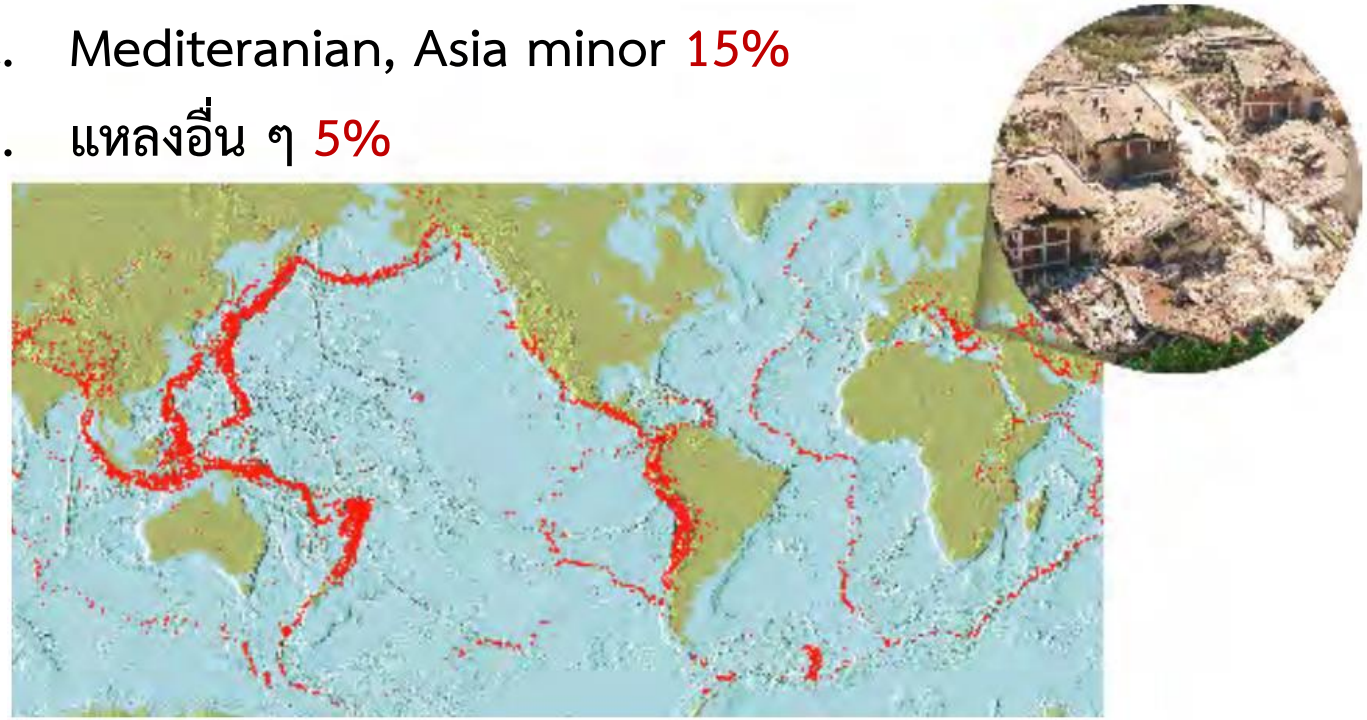
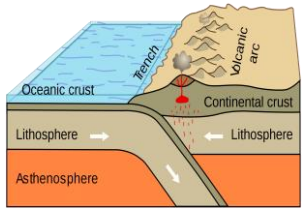


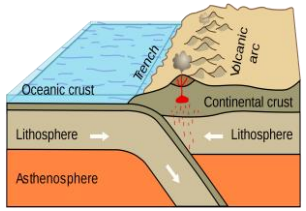
FIGURE 8.12 Distribution of the 14,229 earthquakes with magnitudes equal to or greater than 5 for a 10-year period. Inset photo shows earthquake damage near Ismit, Turkey, in 1999. (Photo courtesy of CORBIS/SYGMA)



ธรณีแปรสัณฐานและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

การรับมือระหว่างการเกิดแผ่นดินไหว

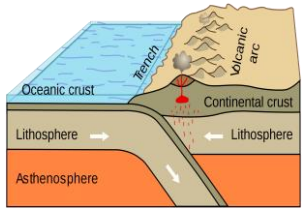
1. อยาตื่นตระหนก (panic)
2. ถาอยูภายในอาคาร อยาออกไปขางนอก หาเกราะกำบัง
3. ถาอยูนอกอาคาร ใหอยูหาง ๆ อาคาร และสายไฟ และอยูในที่โล่ง ๆ อย่าวิ่งขามอาคารหรือเขาใกลอาคาร
4. ถาอยูในรถที่กำลังเคลื่อนที่ ใหหาที่จอดโดยเร็วที่สุด และอยูในรถ



ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

การรับมือหลังการเกิดแผ่นดินไหว

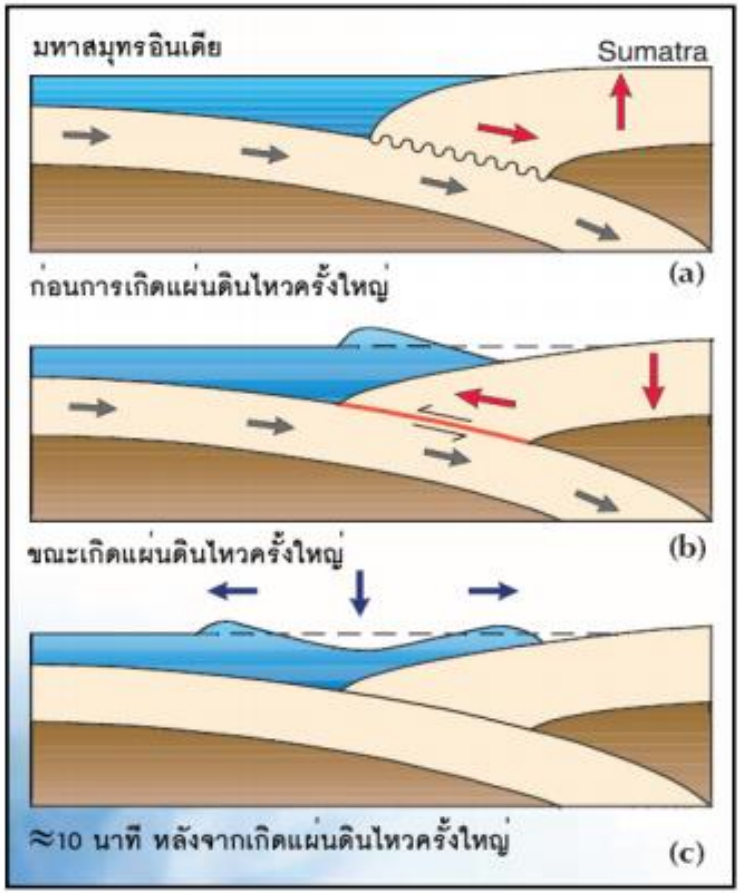
1. เช็ค (ไม่ใช่เปิด) เครื่องใช้ต่าง ๆ
2. เปิดวิทยุ (ถ้าเป็นไปได้) ฟังข่าว
3. อย่าใช้โทรศัพท์ (นอกจากแจ้งข่าวฉุกเฉิน)
4. อยู่ห่างอาคารที่พังเพราะอาจเกิด aftershock ทำให้ตึกพังได้
5. อย่าออกไปเดินสำรวจ ทัศนาจร ทำได้เพียงเก็บเสบียงต่าง ๆ เตรียมเคลื่อนย้ายกรณีฉุกเฉิน



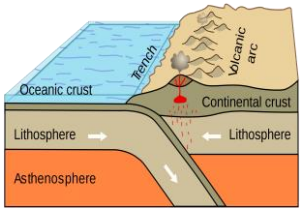
ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

สึนามิ (Tsunami)

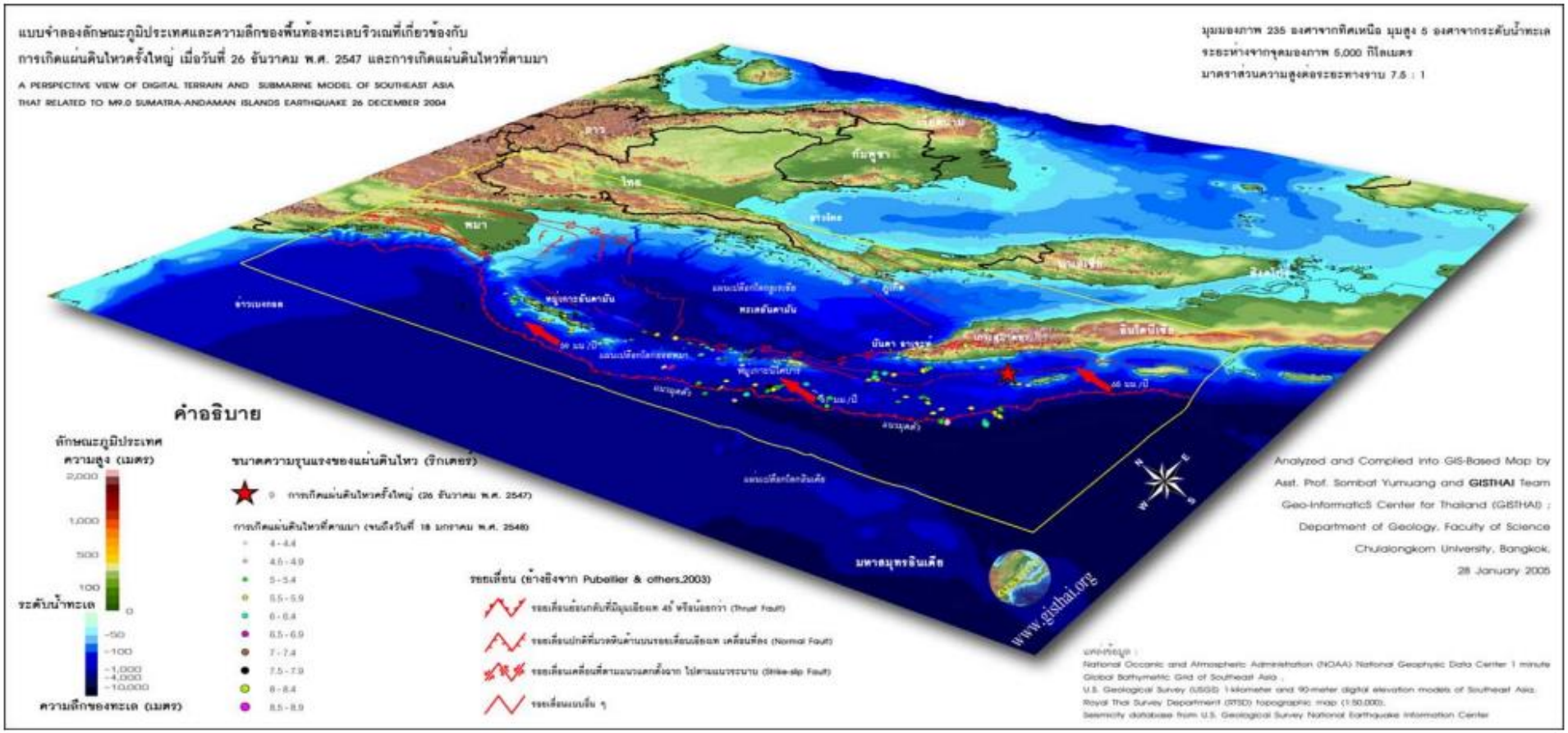
- คลื่นสึนามิเกิดขึ้นจากการกระทบกระเทือนที่ทำให้น้ำปริมาณมากเกิดการเคลื่อนตัว เช่น แผ่นดินไหว แผ่นดินถล่ม หรืออุกกาบาตพุ่งชน
- เมื่อแผ่นดินใต้ทะเลเกิดการเปลี่ยนรูปร่างอย่างกะทันหัน จะทำให้น้ำทะเลเกิดเคลื่อนตัวเพื่อปรับระดับให้เข้าสู่จุดสมดุลและจะก่อให้เกิดคลื่นสึนามิ การเปลี่ยนรูปร่างของพื้นทะเลมักเกิดขึ้นเมื่อเกิดแผ่นดินไหวเนื่องจากการขยับตัวของเปลือกโลก ซึ่งจะเกิดบริเวณที่ขอบของเปลือกโลกหลายแผ่นเชื่อมต่อกันที่เรียกว่า รอยเลื่อน (fault) เช่น บริเวณขอบของมหาสมุทรแปซิฟิก นอกจากแผ่นดินไหวแล้ว ดินถล่มใต้น้ำที่มักเกิดร่วมกับแผ่นดินไหวสามารถทำให้เกิดคลื่นสึนามิได้เช่นกัน

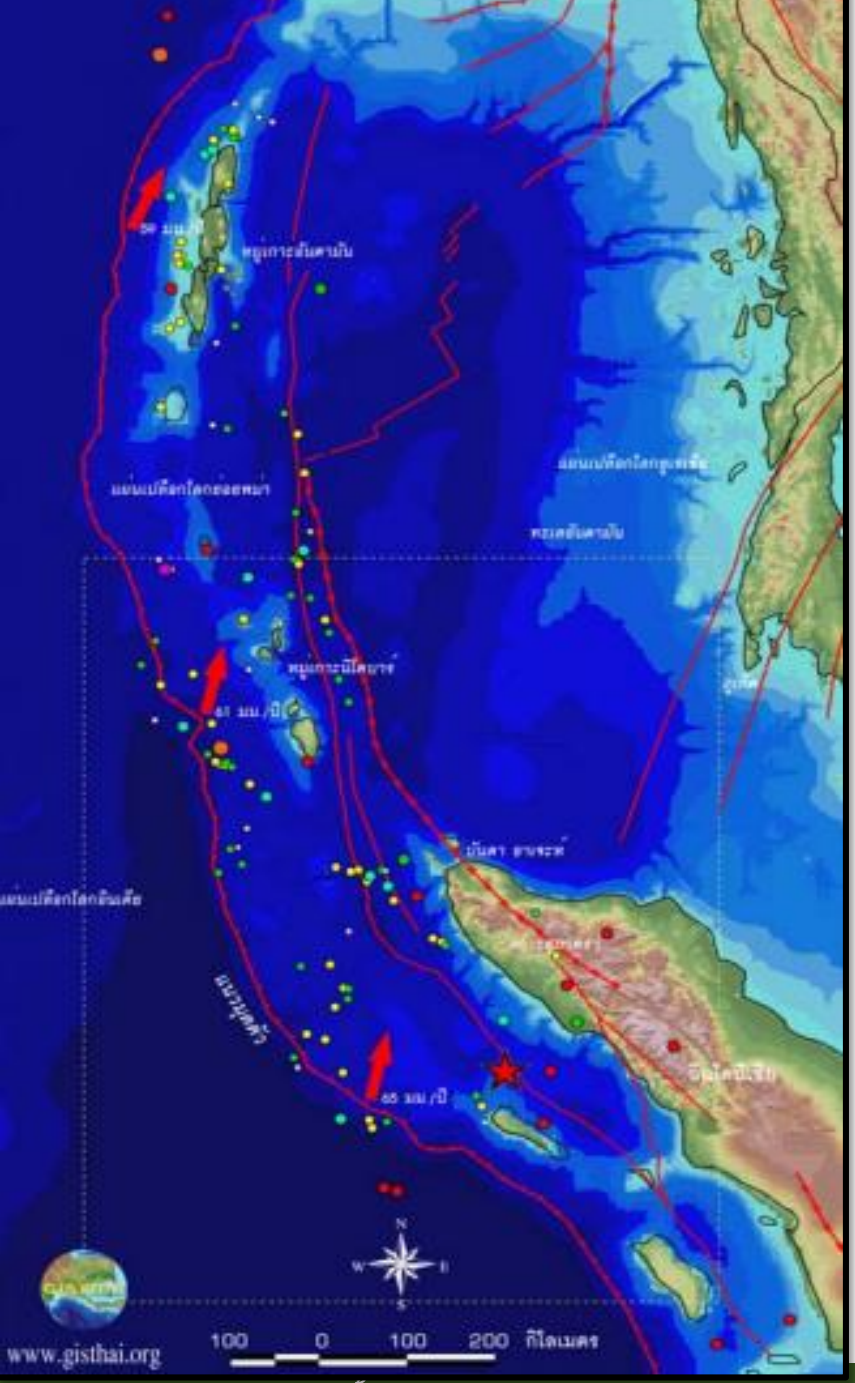


แผนภาพจำลองแสดงลักษณะการก่อตัวของสึนามิจากพลังของการเคลื่อนตัวในแนวดิ่งและทรุดตัวในแนวระนาบของรอยเลื่อนในบริเวณแนวการมุดตัวของขอบเปลือกโลก



ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี





คำอธิบาย

ขนาดความรุนแรงของแผ่นดินไหว (ริกเตอร์)

9 การเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ (26 ธันวาคม พ.ศ. 2547)

การเกิดแผ่นดินไหวที่ตามมา (จนถึงวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2548)

- 4 - 4.4
- 4.5 - 4.9
- 5 - 5.4
- 5.5 - 5.9
- 6 - 6.4
- 6.5 - 6.9
- 7 - 7.4
- 7.5 - 7.9
- 8 - 8.4
- 8.5 - 8.9

การเกิดแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรงมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ริกเตอร์ ในช่วงระดับความลึก

- 0-69 กิโลเมตร
- 70-299 กิโลเมตร

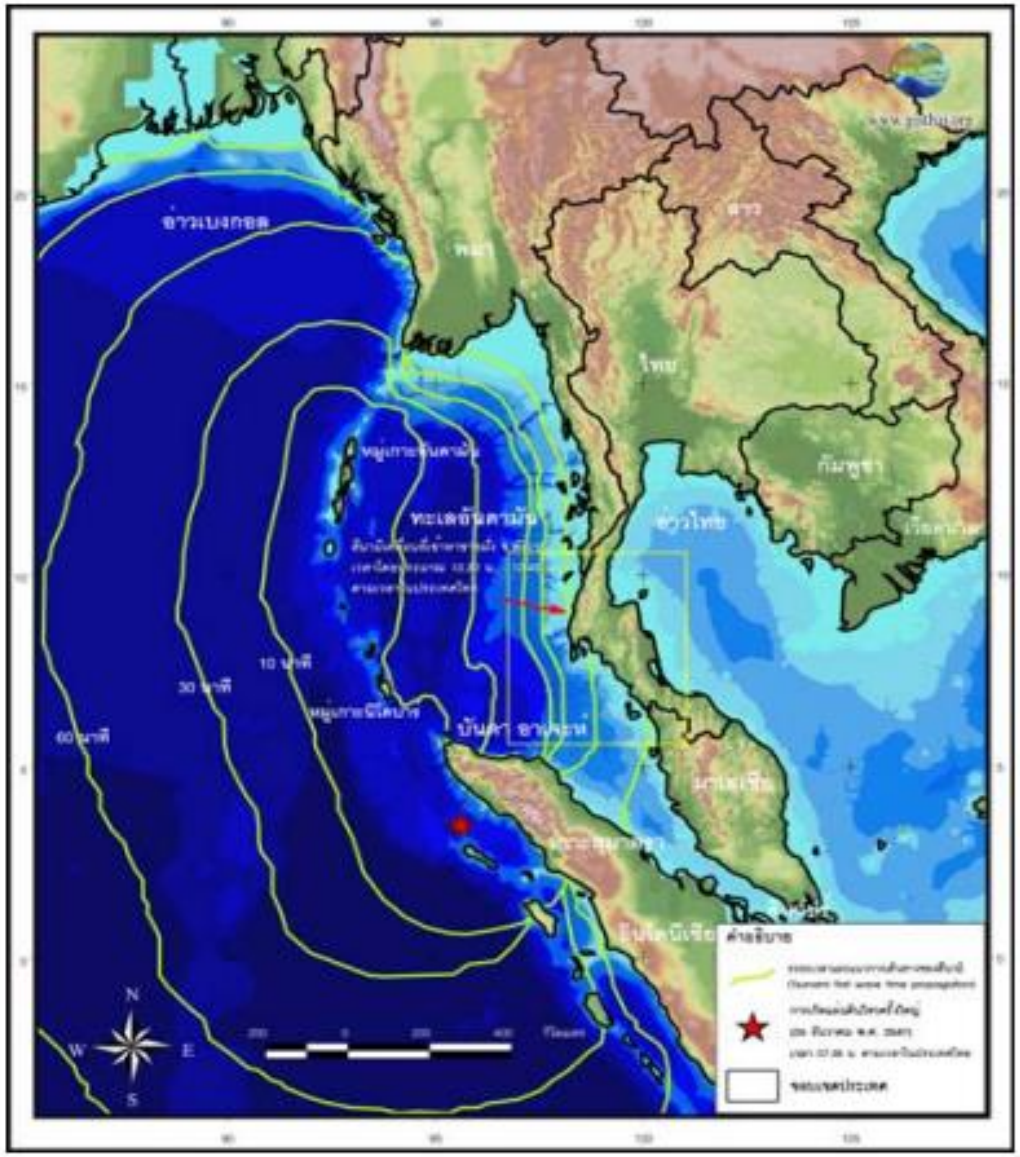
รอยเลื่อน (อ้างอิงจาก Pubellier & others, 2003)

รอยเลื่อนย้อนกลับที่มีมุมเอียงเท 45° หรือน้อยกว่า (Thrust Fault)

รอยเลื่อนปกติที่มวลหินด้านบนรอยเลื่อนเอียงเท เคลื่อนที่ลง (Normal Fault)

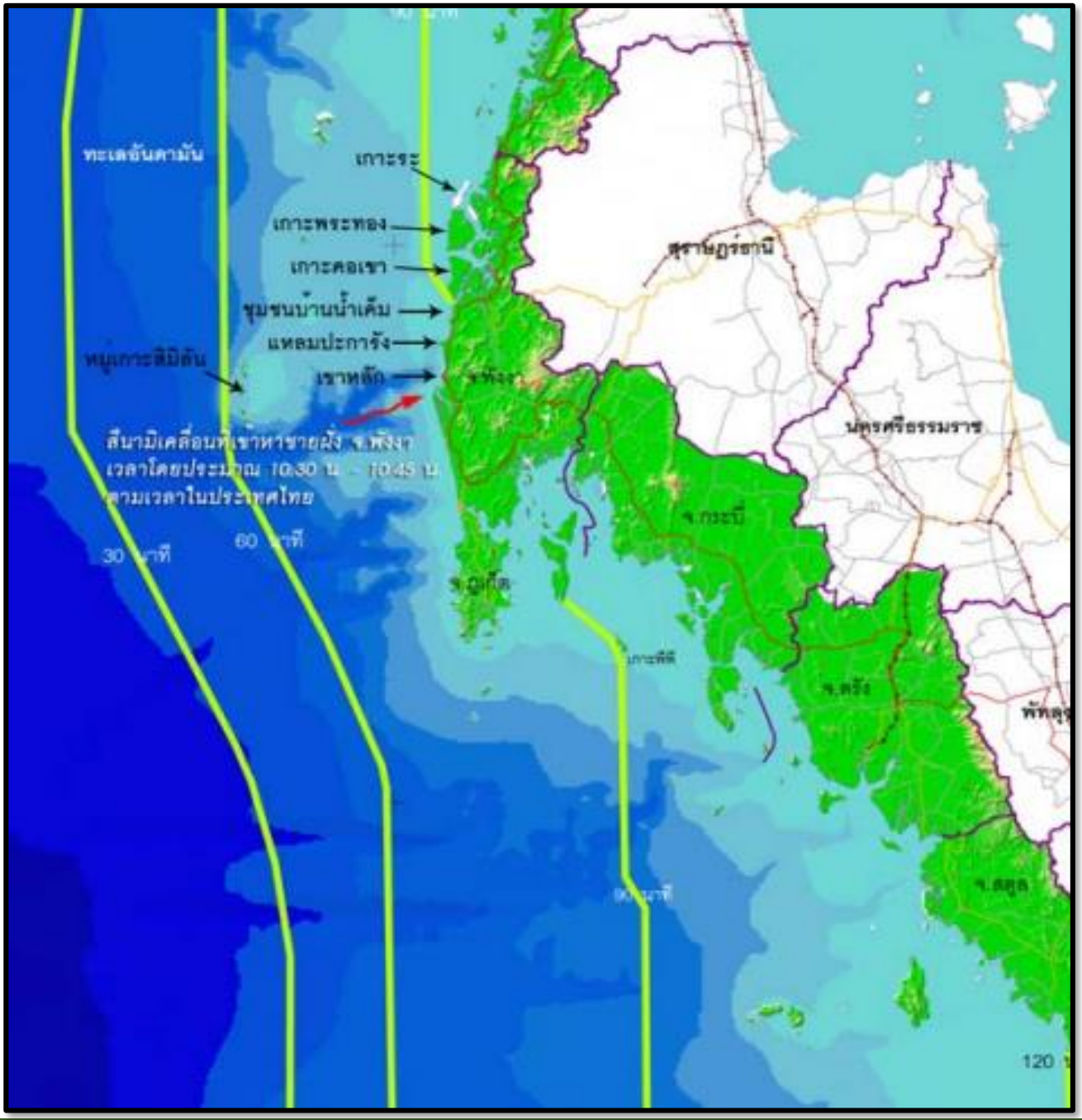
รอยเลื่อนเคลื่อนที่ตามแนวแตกตั้งฉาก ไปตามแนวระนาบ (Strike-slip Fault)

รอยเลื่อนแบบอื่น ๆ



การเคลื่อนที่ของสึนามิหลังจากเกิดแผ่นดินไหวดังกล่าว ได้ใช้ระยะเวลาเคลื่อนที่จากจุดกำเนิดไปจนกระทั่งกระทบชายฝั่งของประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคนี้ แตกต่างกันตั้งแต่ประมาณ 30 นาทีถึงเกาะสุมาตรา 60 นาทีถึงหมู่เกาะสิมิลัน 90 นาทีถึงเกาะภูเก็ต เขาหลัก และเกาะพีพี ตามลำดับ ดังที่ได้แสดงด้วยแผนที่ด้านล่าง โดย UNESCO UNDP และ GRID-Europe จะใช้ข้อมูลต่าง ๆเช่นความรุนแรงของการเกิดคลื่นแผ่นดินไหว ลักษณะการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อนความลึกและลักษณะภูมิประเทศใต้ท้องทะเล ข้อมูลของเวลาจริงที่สึนามิกระทบชายฝั่งในแต่ละแห่ง เป็นต้น มาการจัดทำแบบจำลองลักษณะและเวลาในการเคลื่อนที่ของสึนามิที่เกิดขึ้น

แผนที่แสดงระยะเวลาการเคลื่อนที่ของสึนามิจากจุดกำเนิดไปจนกระทั่งกระทบชายฝั่งของประเทศต่าง ๆ (แหล่งข้อมูล : เส้นเวลาการเคลื่อนที่ของสึนามิอ้างอิงจากแบบจำลองของ UNESCO UNDP และ GRID-Europe)

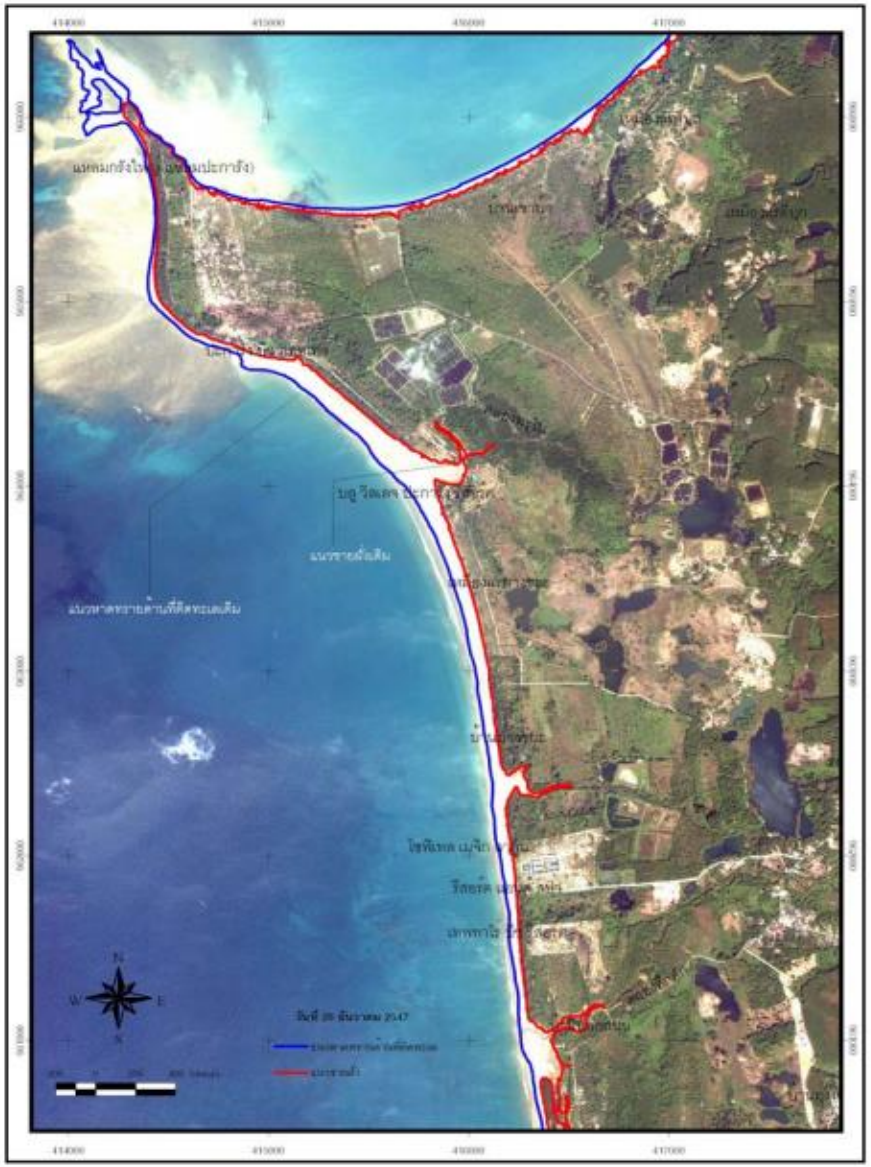

ทะเลอันดามัน
เกาะระ
เกาะพระทอง
เกาะคอเขา
ชุมชนบ้านน้ำเค็ม
แหลมปะการัง
เขาหลัก
หมู่เกาะสิมิลัน
สึนามิเคลื่อนที่เข้าหาชายฝั่ง จ.พังงา
เวลาโดยประมาณ 10.30 น. - 10.45 น.
ตามเวลาในประเทศไทย
30 นาที
60 นาที
สุราษฎร์ธานี
นครศรีธรรมราช
จ.กระบี่
จ.ภูเก็ต
จ.ตรัง
จ.สตูล
120

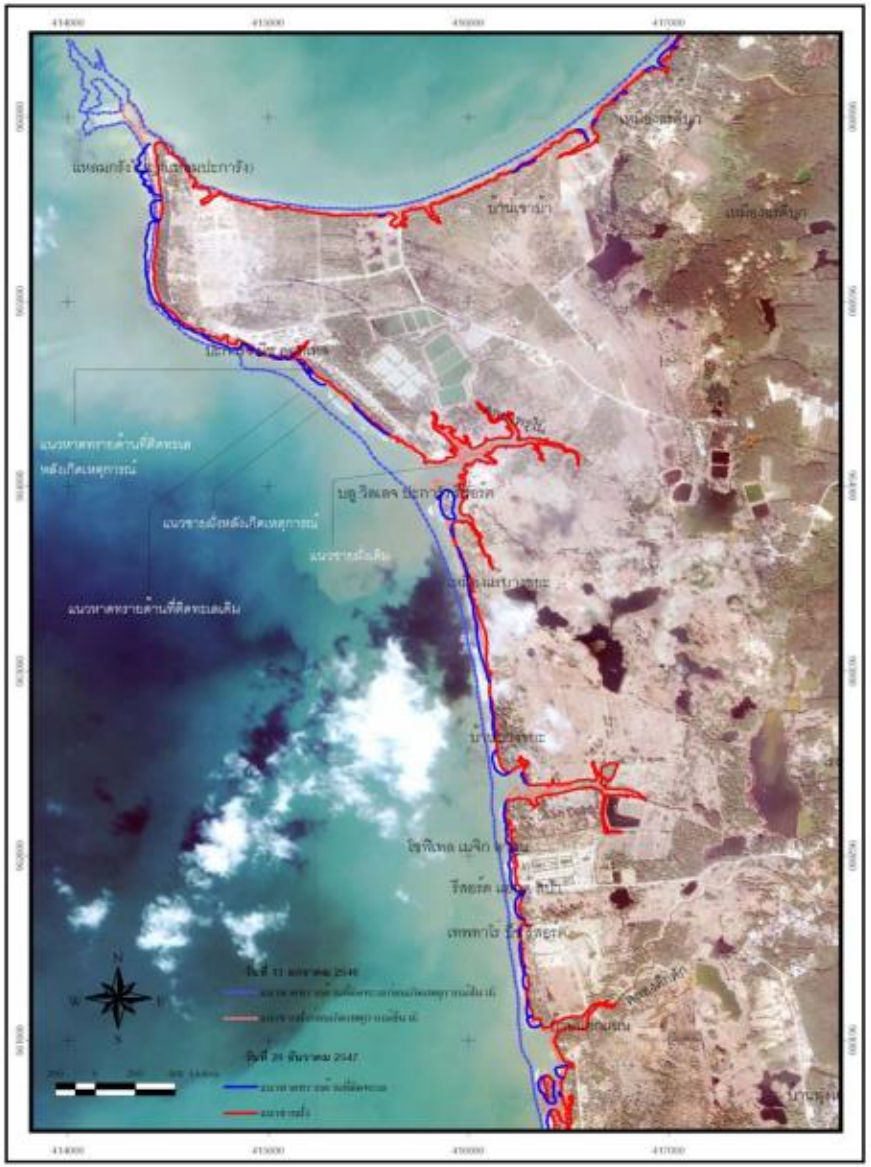
ผลกระทบจากสึนามิ
กับบริเวณแหลมปะการัง-ชายหาดเขาหลัก

WWW.GISTHAI.ORG

ซ้อนทับแบบจำลองสามมิติของลักษณะภูมิประเทศ บริเวณแหลมปะการัง - เขาหลัก จ.พังงา

แหล่งข้อมูล : ภาพข้อมูลดาวเทียม IKONOS ได้รับความอนุเคราะห์จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)





แผนที่ภาพข้อมูลดาวเทียม IKONOS บริเวณบ้านน้ำเค็มก่อนเกิดคลื่นสึนามิ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2545)

(แหล่งข้อมูล : ภาพข้อมูลดาวเทียม IKONOS ได้รับความอนุเคราะห์จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน))

แผนที่ภาพข้อมูลดาวเทียม IKONOS บริเวณบ้านน้ำเค็มหลังเกิดสึนามิ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547)

(แหล่งข้อมูล : ภาพข้อมูลดาวเทียม IKONOS ได้รับความอนุเคราะห์จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน))

Minerals
ความรู้เรื่องแร่

รหัสวิชา GEO 3102 ห้อง 3652

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
คธาวุฒิ ไวยสุศรี

นิยามของแร่

“แร (Minerals) คือ ของแข็งที่ประกอบด้วยธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีระบบผลึก และสมบัติทางเคมีที่แนนอน หรืออาจจะผันแปรไดบางในขอบเขตที่จำกัด”

<u>ตัวอย่าง</u> NaCl (Na,K)Cl เป็นแร่หรือไม่?

ไมใชแร่

เพราะเกลือแกงเป็นสารสังเคราะห์

ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ตัวอย่างของแร่

- เพชร (Diamond) C
- ทอง (Gold) Au
- ควอตซ์ (Quartz) SiO_2
- แคลไซต์ (Calcite) $CaCO_3$
- แอลไบต์ (Albite) $NaAlSi_3$ O

เพชร

ทอง

ควอตซ์

แคลไซต์

ลักษณะของแร่

เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าแร่มีเนื้อผลึก (crystalline) หากขาดลักษณะเป็นผลึกและเกิดเป็นวุ้นแข็งแทนวัตถุชนิดนี้ เรียกว่า **สัณฐานแร่** (mineraloid) หรือบางครั้งก็เรียกว่า **อสัณฐาน** (amorphous) เป็นพวกปราศจากรูปโครงสร้าง เช่น โอปอล (opal) และ แก้วภูเขาไฟของหินออบซิเดียน (obsidian)

โอปอล

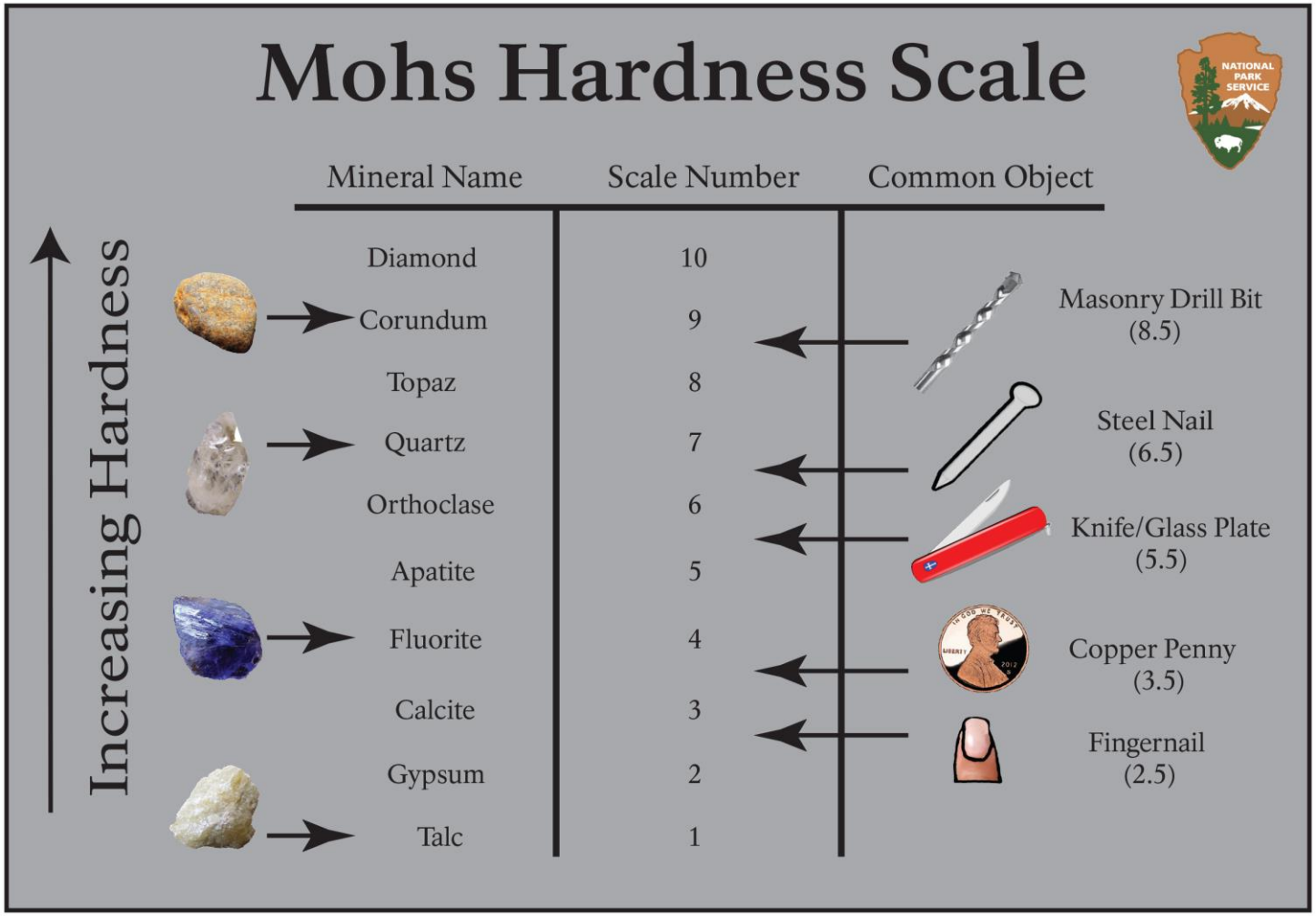
ออบซิเดียน

การจำแนกแร่: ทางกายภาพ

1. Color (สี)
2. Streak (สีผง)
3. Hardness (ความแข็ง)
4. Fracture (การแตกอย่างเป็นระบบ)
5. Crystalline Structure (โครงสร้างผลึก)
6. Magnetism (สมบัติทางแม่เหล็ก)
7. Luster (ความวาว)
8. Odor (กลิ่น)
9. Taste (รส)
10. Specific Gravity (ความถ่วงจำเพาะ)

สีผงของแร่ Pyrite มีสีเทาดำ
แต่ตัวแร่มีสีทองซีด

การจำแนกแร่: ทางกายภาพ; Hardness (ความแข็ง)



มาตราความแข็งแร่ของโมส (Mohs scale of mineral hardness) เป็นมาตราความแข็งของแร่ตามที่นักวิทยาแร่ชาวเยอรมัน ชื่อ ฟรีดริช โมส (Friedrich Mohs) กำหนดขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1812 ประกอบด้วยแร่มาตรฐาน 10 ชนิด เรียงลำดับตั้งแต่แร่ที่ทนทานต่อการขูดขีดน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด ดังนี้

การจำแนกแร่: ทางเคมี

มีการศึกษาสูตรเคมีของแร่แต่ละชนิด โดยแบ่งเป็นกลุ่มแร่ต่าง ๆ ดังนี้

1. Native elements e.g. Gold, Silver, Mercury
2. Oxides e.g. corundum (incl. sapphire), hematite, spinel
3. Hydroxides e.g. Goethite, brucite
4. Sulfides e.g. Pyrite, galena, sphalerite
5. Sulfates e.g. Baryte, gypsum
6. Carbonates e.g. Calcite, magnesite, dolomite
7. Phosphates e.g. Apatite, monazite
8. Halides e.g. Fluorite, halite (rock salt)
9. Silicates (พบมากสุดบนเปลือกโลก)

Chromite เป็นแร่ประเภท Oxide และเป็นสินแร่ที่ให้โครเมียม (Cr) ซึ่งเป็นโลหะในอุตสาหกรรม

ตัวอย่าง 1 การจำแนกแร่: Graphite

Physical Properties of Graphite	
Chemical classification	Native element (Carbon)
Color	Steel gray to black
Streak	Black
Luster	Metallic, sometimes earthy
Diaphaneity	Opaque
Cleavage	Perfect in one direction
Mohs Hardness	1 to 2
Specific Gravity	2.1 to 2.3
Diagnostic Properties	Color, streak, slippery feel, specific gravity
Chemical Composition	C
Crystal System	Hexagonal
Uses	Used to manufacture heat and chemical resistant containers and other objects. Battery anodes. A dry lubricant. The "lead" in pencils.

ตัวอย่าง 2 การจำแนกแร่: Pyrite

Physical Properties of Pyrite	
Chemical Classification	Sulfide
Color	Brass yellow - often tarnished to dull brass
Streak	Greenish black to brownish black
Luster	Metallic
Diaphaneity	Opaque
Cleavage	Breaks with a conchoidal fracture
Mohs Hardness	6 to 6.5
Specific Gravity	4.9 to 5.2
Diagnostic Properties	Color, hardness, brittle, greenish black streak
Chemical Composition	Iron sulfide, FeS_2
Crystal System	Isometric
Uses	Ore of gold

ประเภทของการเกิดแร่

1. แรปฐมภูมิ (Primary minerals)

เป็นแรที่ไดจากการเย็นตัวของหินหนืด (magma) โดยตรง

2. แรทุติยภูมิ

(Secondary minerals)

เป็นแร ที่ได จากการผุพังสลายตัวของแรปฐมภูมิ โดยกรรมวิธีทางเคมี ฟสิกส และชีวภาพ

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ

ธาตุที่พบมากบนเปลือกโลก (crust) ดังนี้

	%โดยน้ำหนัก	*%โดยปริมาตร*	*% โดยอะตอม*
O	46.6	94.0	62.6
Si	27.7	0.9	21.2
Al	8.1	0.5	6.5
Fe	5.0	0.5	1.9
Ca	3.6	1.2	1.9
Na	2.8	1.1	2.6
K	2.6	1.4	1.4
Mg	2.1	0.3	1.8
others	1.5	0.1	0.1

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ

ชนิดของหินหนืดมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ

1. Sialic magma

- ประกอบด้วย Si + Al (Felsic magma ประกอบด้วย Feldspar + Si) (หรือเรียกว่า Granitic magma, acidic magma)
- SiO_2 65-77%
- อุณหภูมิ นอยกวา 850 °C หนืดกว่า
- เมื่อตกผลึกแล้วจะได้ Quartz, K-feldspar, Na-feldspar

2. Mafic magma

- ประกอบด้วย Fe + Mg + Ca

(หรือเรียกว่า Basaltic magma, basic magma)

- SiO2 นอยกวา 65%
- อุณหภูมิตั้งแต 900-1,200 °C เหลวกวา
- เมื่อตกผลึกแล้วจะได้ Olivine, Pyroxenes, Amphiboles, Ca-plagioclase

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ

การแยก/ตกผลึก จากหินหนืด

(Magmatic differentiation หรือ Fractional crystallization)

แรที่ตกผลึกกอน คือ

- สีเขม
- มีจุดหลอมเหลวสูง
- องคประกอบซับซอน
- ซิลิกา (silica) นอย

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ

ลำดับการตกผลึกจากหินหนืด

1) ตกผลึกโดยตรงจากหินหนืด

- Olivine
- Basic plagioclases
- Sulfides, Oxides
- Chromium, Titanium

Platinum, Diamond

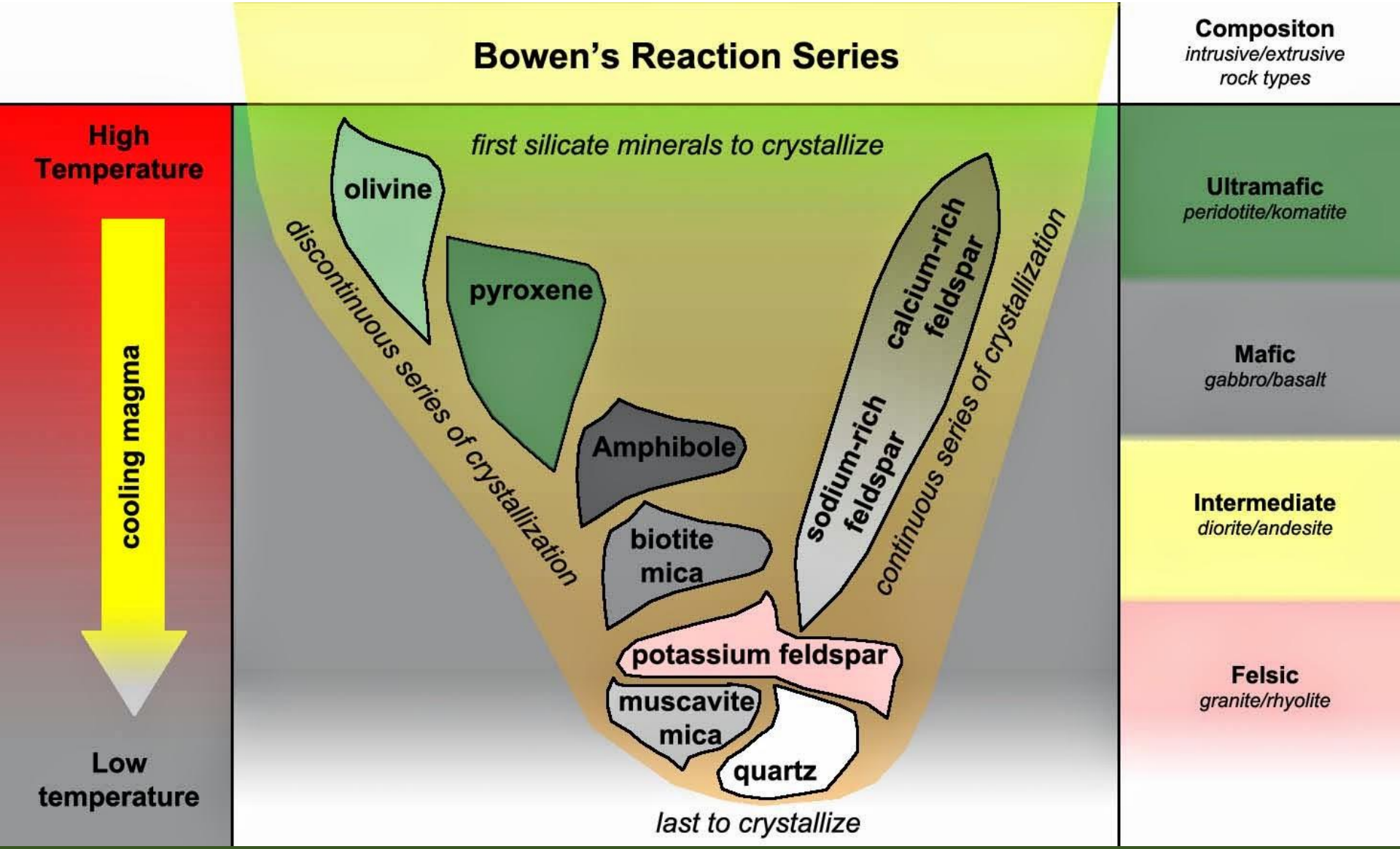
- Orthoclase
- Muscovite
- Quartz

หินบะซอลต์ (Basalt) ซึ่งเป็นหิน mafic

มีแร่ Olivine และ Pyroxene เป็นองค์ประกอบ

http://www.macgeo.org

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ



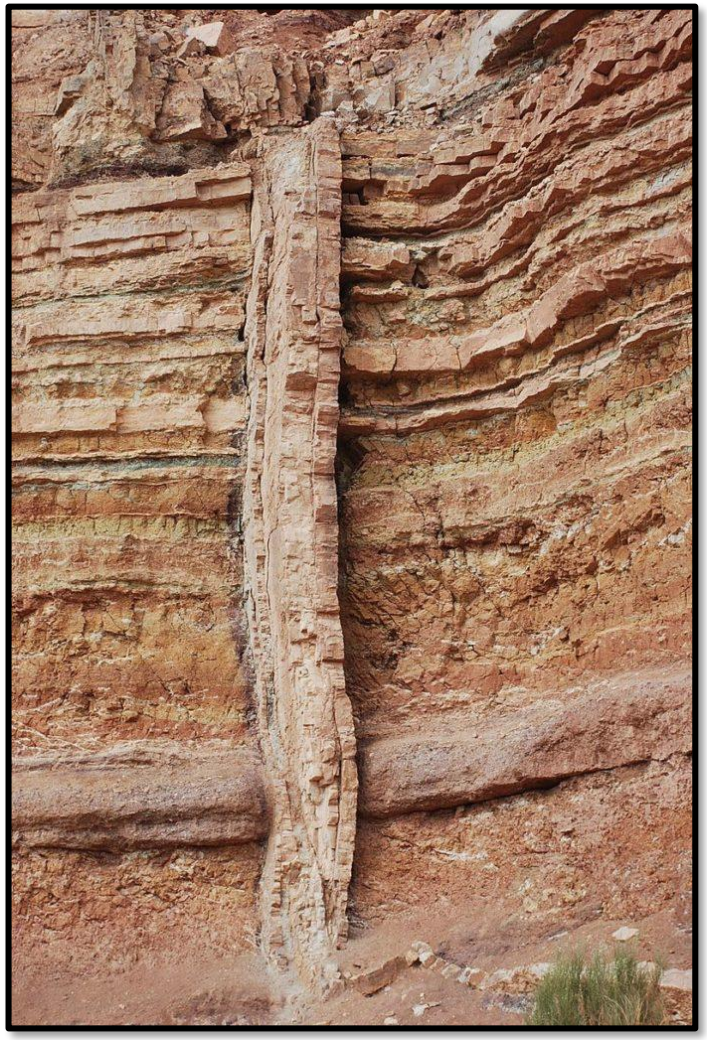
ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ

2) Pegmatite stage

- Magmatic water (น้ำจากหินหนืด)
- Dike (พนังหิน)

แร่ที่เกิด เช่น Tourmaline, Beryl, Mica, Topaz, Monazite, Uranium, Wolfram

พนังหิน (dike)



https://courses.lumenlearning.com/geo

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ

3) Hydrothermal Stage

3.1 Hypothermal คือ มีความดันสูง อุณหภูมิ 300 - 500 °C ได้แร่ดีบุก, วุลแฟรม, โมลิบดิไนตและทองคำ

3.2 Mesothermal คือ ความดันต่ำ อุณหภูมิ 200-300 °C ได้แร่ Pyrite (FeS_2), Chalcopyrite ($CuFeS_2$), Galena (PbS), Sphalerite (ZnS)

3.3 Epithermal คือ เกิดใกลผิวโลก อุณหภูมิ 50 - 200 °C ได้แร่ Cinnabar (HgS), Fluorite (CaF_2), Barite ($BaSO_4$)

แร่ Pyrite

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแรปฐมภูมิ

4) การระเหิด (Sublimation)

การเกิดแรจากการแปรสภาพ (Metamorphism) ของหิน ได้แร่ Garnet และ Graphite

ขนาดของผลึกแร่

- Crystalline (เป็นผลึก)
- Non-crystalline (Amorphous)

ปจจัยควบคุมการเกิดผลึก

1. เวลา (Time)
2. ชองวาง (Space)

แร่ Garnet บนหิน Schist

https://www.flickr.com

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 2. การเกิดแรทุติยภูมิ

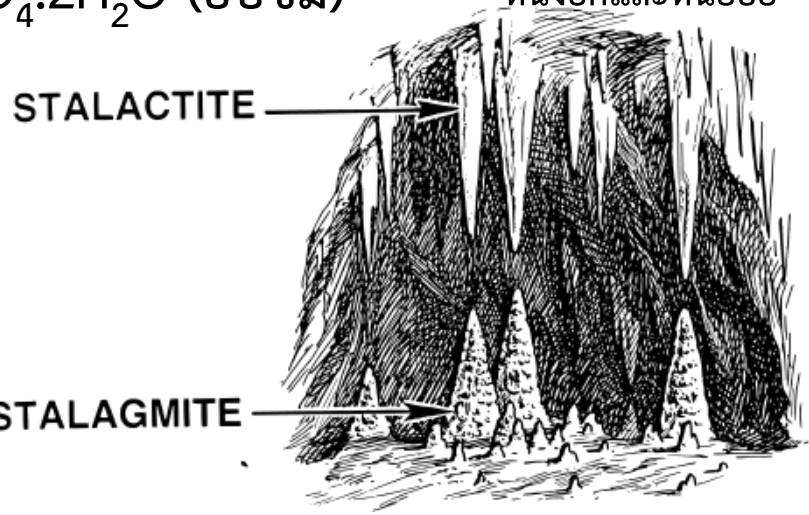
1. การผุพังทางเคมี (Chemical weathering)

$CaSO_4$ (แอนไฮไดรต) + $2H_2O$ (น้ำ) $CaSO_4.2H_2O$ (ยิปซัม)

2. การเกิดผลึกจากสารละลาย

- หินยอย (stalactite), หินงอก (stalagmite)
- เสาหิน (column), Travertine

หินงอกและหินย้อย



3. เกิดจากบอน้ำพุรอน (Hot spring)

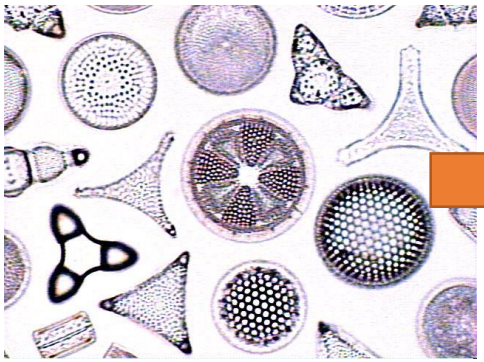
4. การสะสมของสารที่ละลายไดยาก

Kaolinite, Fe-oxides, Bauxite, Laterite

5. เกิดจากสิ่งมีชีวิต

- หอย ปะการัง ($CaCO_3$)
- Diatom, Radiolaria (SiO_2)
- Flint, Chert, Opal, Chalcedony

ไดอะตอม



หินไดอะตอมไมต์

ชนิดแร่ที่ควรรู้

1. Quartz (แร่เขี้ยวหนุมาน)

Allochromatic mineral

(แร่ที่มีมลทินเป็นแร่ชนิดอื่น)

เช่น Rutile Quartz (ดังภาพ)

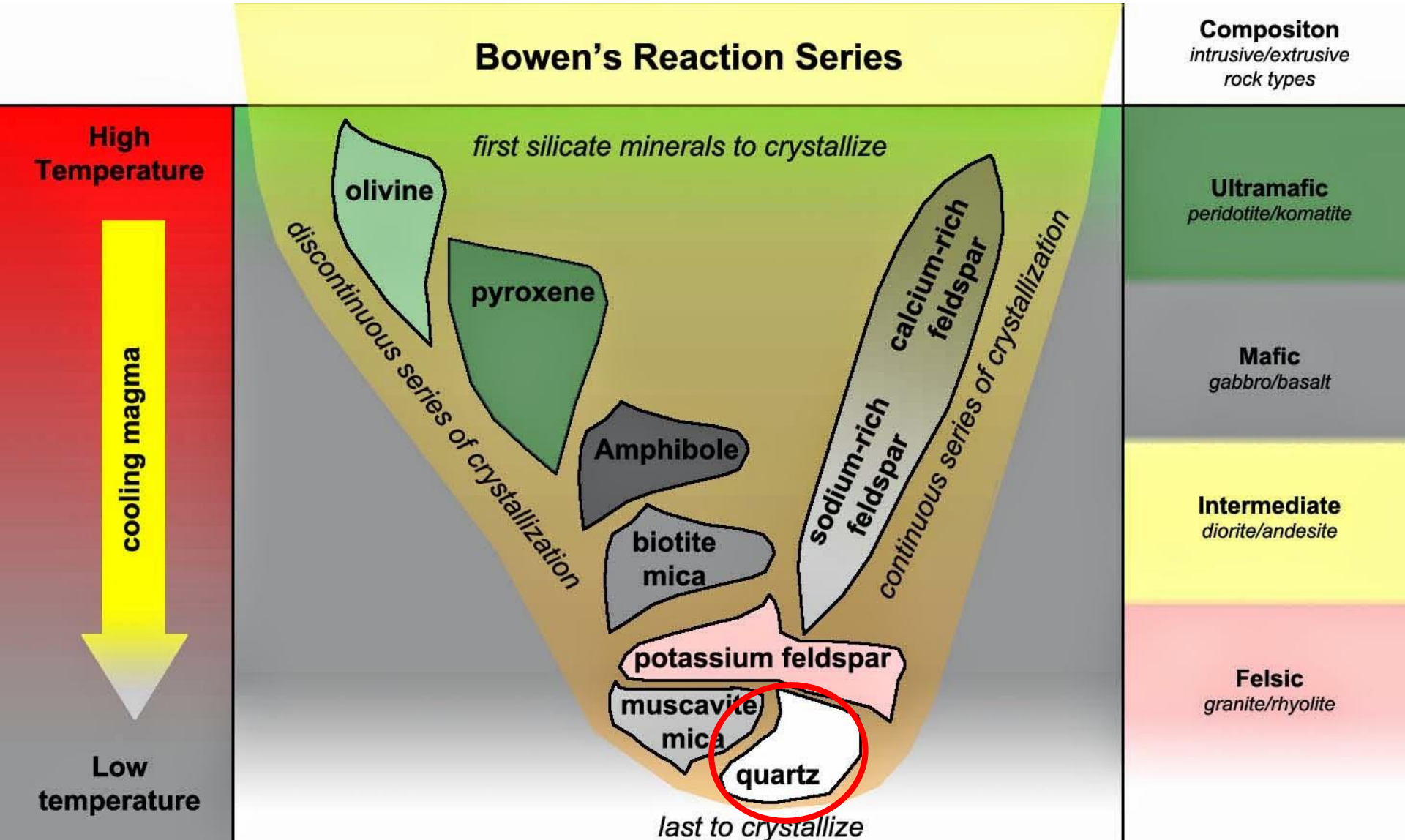
Idiochromatic mineral

(แร่ที่มีมลทินเป็นธาตุอื่นหรือโครงสร้างเปลี่ยนแปลง)

เช่น Smoky Quartz (ดังภาพ)

แร่ Quartz ที่เห็น เกิดตาม Bowen Reaction Series

https://www.geologyin.com



ชนิดแร่ที่ควรรู้

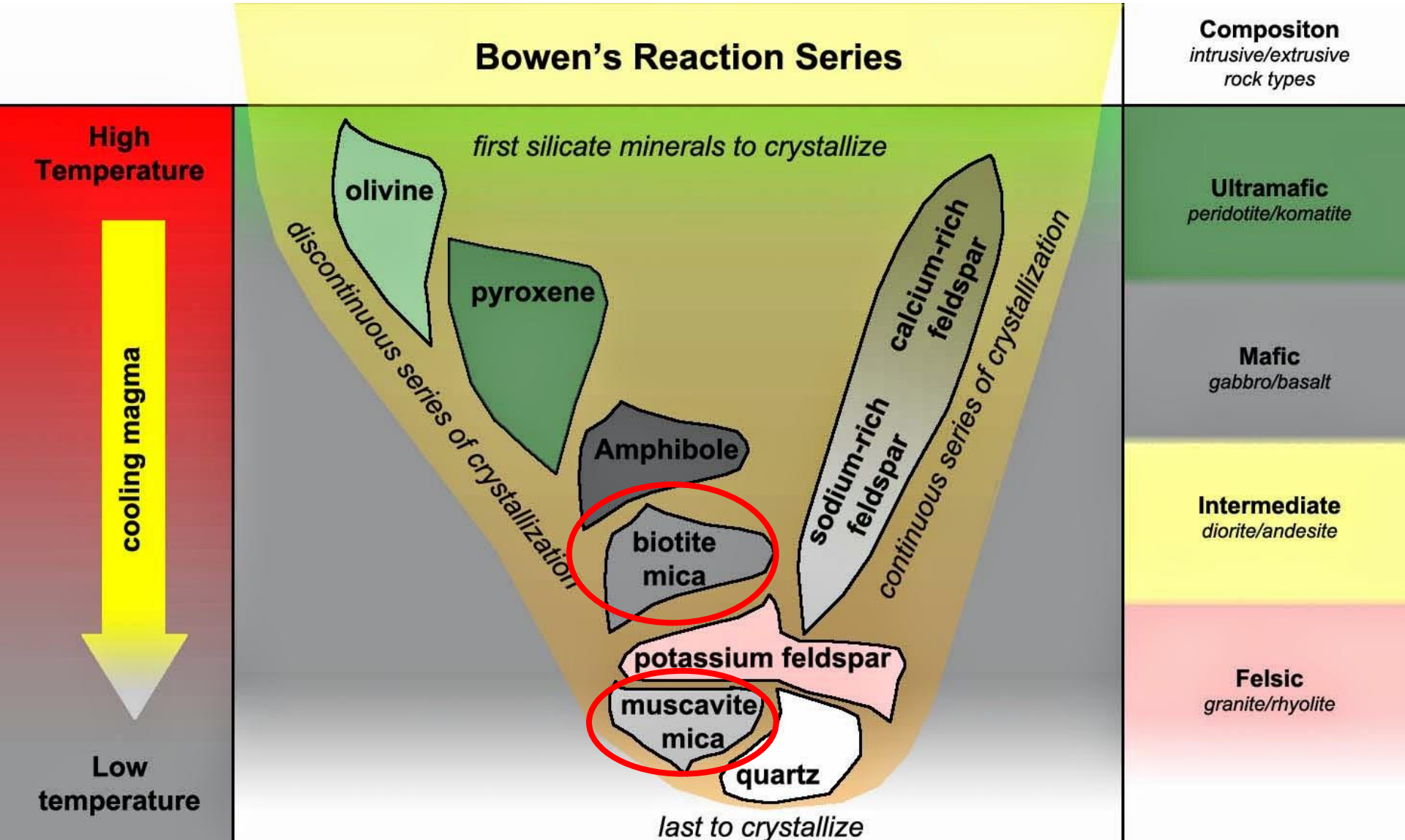
2. Mica (แร่กลีบหิน)

Muscovite

Biotite

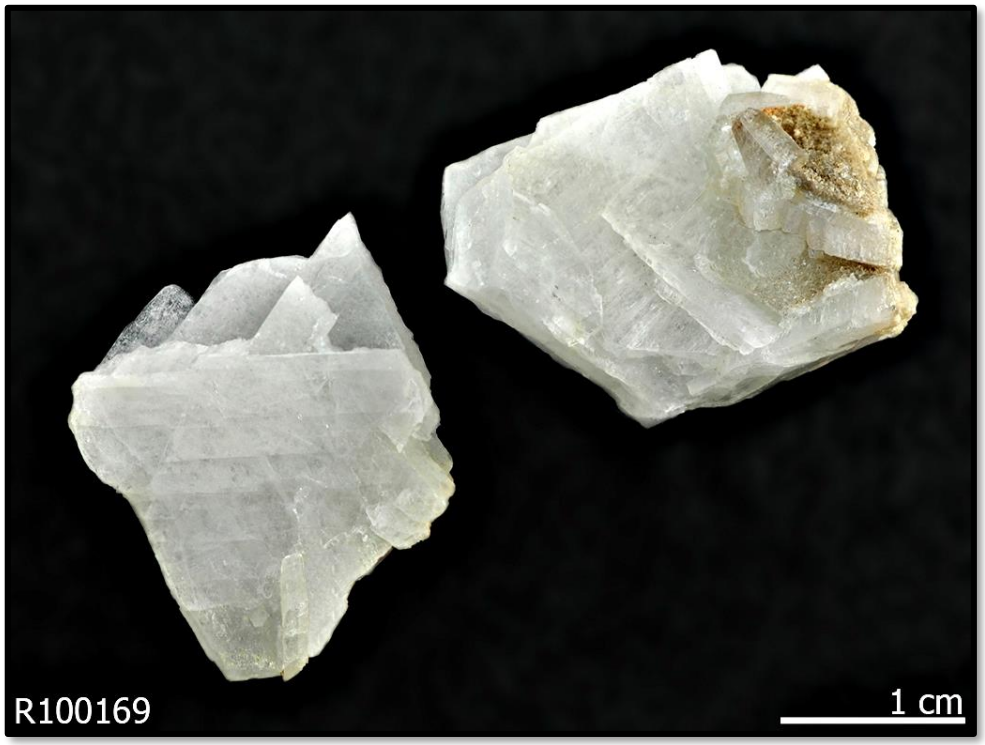
แร่ Mica ที่เห็น เกิดตาม Bowen Reaction Series

https://www.geologyin.com



ชนิดแร่ที่ควรรู้

3. Feldspar

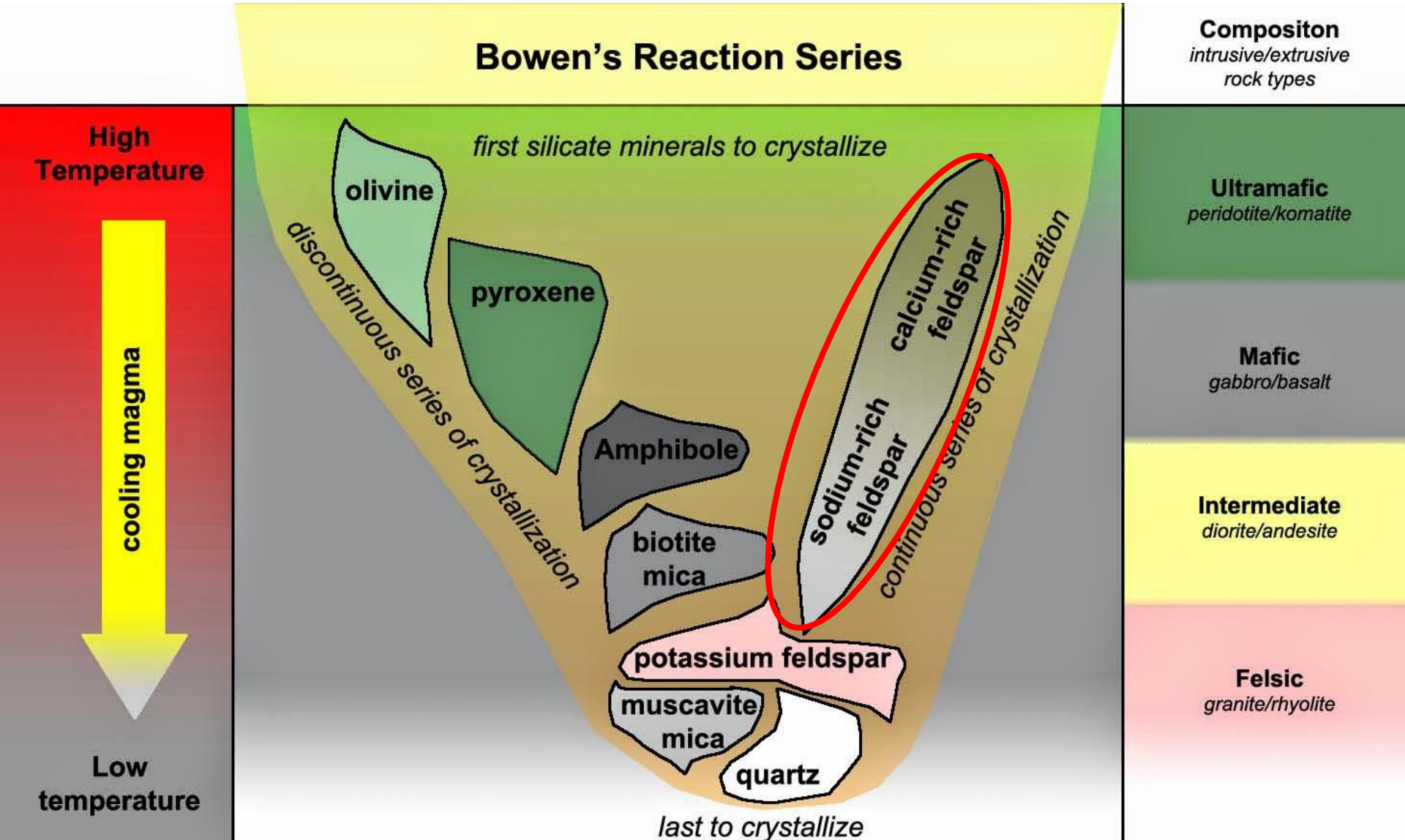


Na-feldspar (Albite)

Ca-feldspar (Anorthite)

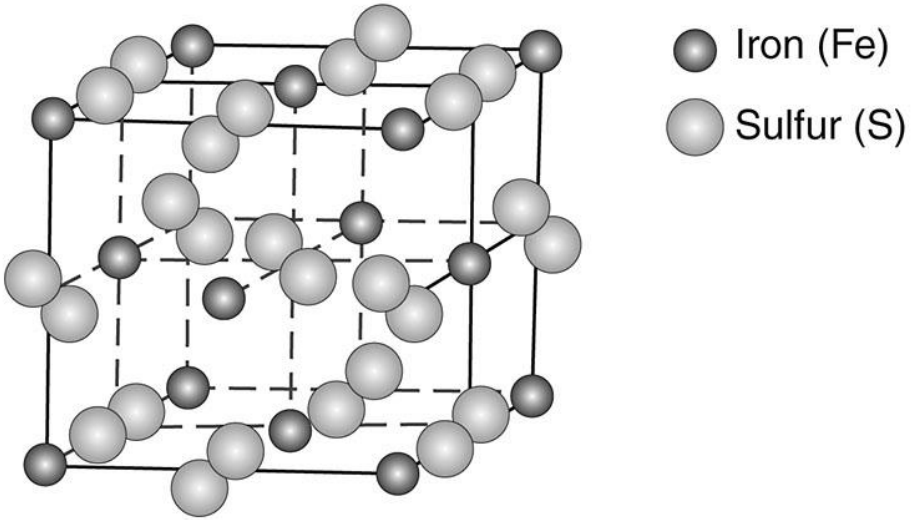
แร่ Feldspar ที่เห็น เกิดตาม Bowen Reaction Series

https://www.geologyin.com



ชนิดแร่ที่ควรรู้

4. Pyrite (fool's gold)



ชนิดแร่ที่ควรรู้

5. Calcite

แร่เศรษฐกิจและแหล่งแร่ของประเทศไทย

ประเทศไทยมีแหล่งแร่ชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ที่จัดเป็นกลุ่มแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่

- ดีบุก พบมากทางภาคใต้ ในจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช
- เหล็ก พบมากที่เขาทับควาย อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรีและภูเหล็ก ภูเฮี๊ยะ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

แร่ Cassiterite คือสินแร่ดีบุก

แร่ Magnetite คือสินแร่เหล็ก

แร่เศรษฐกิจและแหล่งแร่ของประเทศไทย (ต่อ)

- **รัตนชาติ** พบมากที่จังหวัดจันทบุรี ตราด และกาญจนบุรี

Blue Sapphire ของจังหวัดจันทบุรี เป็นสีหนึ่งของแร่ Corundum

- **ทองคำ** พบมากที่บ้านบ่อทอง จังหวัดปราจีนบุรี บ้านป่าร่อน อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แหล่งทองโต๊ะโม๊ะ อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส ปัจจุบันพบแหล่งแร่ทองคำที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ในระดับค่อนข้างสูงที่บริเวณรอยต่อระหว่างตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร ตำบลท้ายดง จังหวัดเพชรบูรณ์ และบริเวณอำเภอเชียงคาน อำเภอปากชม จังหวัดเลย

นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีแร่อื่น ๆ อีก แต่ปริมาณไม่มากพบในเชิงพาณิชย์และเศรษฐกิจ

ข้อสังเกตเกี่ยวกับแร่

- วิชาที่ศึกษาแร่ เรียกว่า แร่วิทยา (Mineralogy)
- ความรู้เรื่องการเกิดแร่ นำไปใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติได้ เช่น แร่ทองคำ เงิน ทองแดง ดีบุก

Igneous Rock and Volcanoes

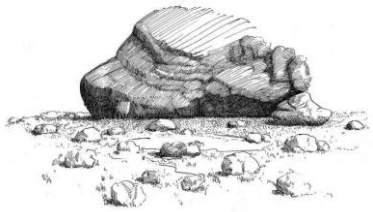
หินอัคนีและภูเขาไฟ

รหัสวิชา GEO 3102 ห้อง 3652

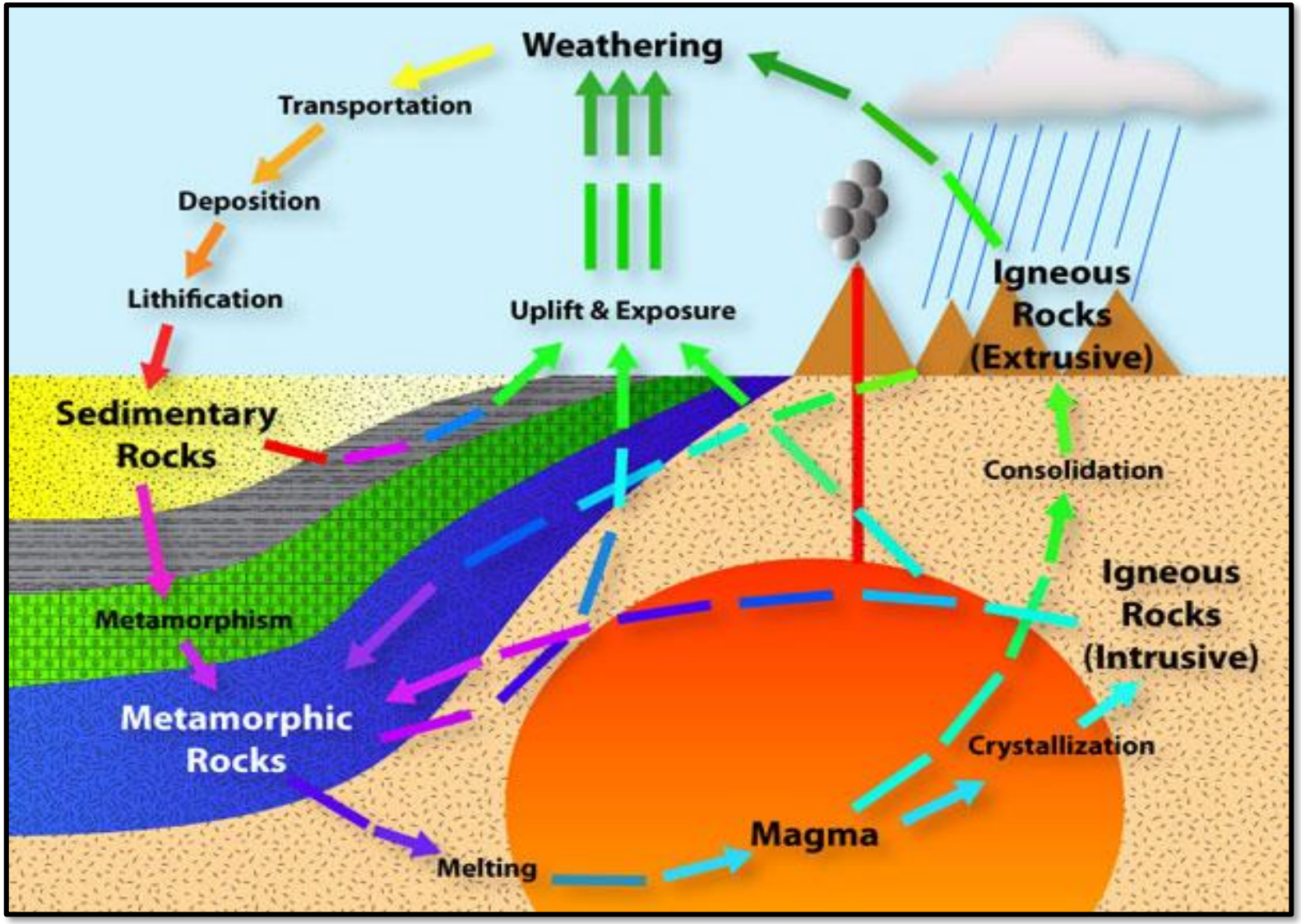
สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

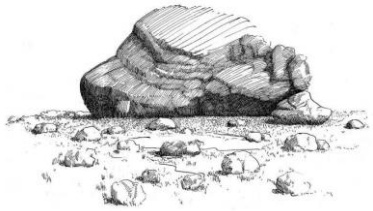
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

คธาวุฒิ ไวยสุศรี



วัฏจักรของหิน


Weathering
Transportation
Deposition
Lithification
Uplift & Exposure
Igneous Rocks (Extrusive)
Sedimentary Rocks
Consolidation
Metamorphism
Igneous Rocks (Intrusive)
Metamorphic Rocks
Crystallization
Magma
Melting



หิน (Rocks)

หิน คือ อนินทรียสารที่เกิดจากการรวมกันอยูของ**แรตั้งแต่ 1 ชนิด** ขึ้นไป และประกอบอยู่เป็นสวนสำคัญของเปลือกโลก

หิน แบงตามการเกิดได้ 3 ชนิด คือ

1. หินอัคนี (Igneous rock)
2. หินตะกอน หรือหินชั้น (Sedimentary rock)
3. หินแปร (Metamorphic rock)

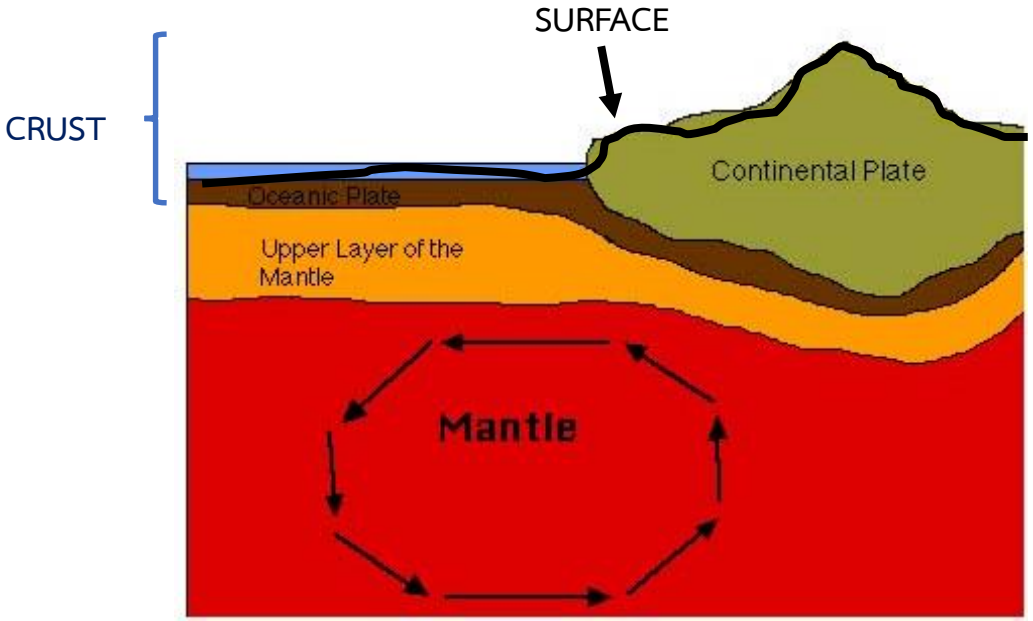
หินอัคนี (Igneous Rock)

ชั้นเปลือกโลก (CRUST)

- หินอัคนี 95%
- หินตะกอน 5%

พื้นผิวของโลก (SURFACE)

- หินตะกอน 75%
- หินอัคนี 25%



หินอัคนี (Igneous Rock)

หินอัคนี เกิดจากการ**เย็นตัวของหินหนืด**โดยตรง

แรที่เป็นองคประกอบสำคัญในหินอัคนี้ ได้แก

- Feldspar, Quartz
- Olivine, Pyroxenes (augite)
- Amphiboles (hornblende)
- Mica (biotite and muscovite)

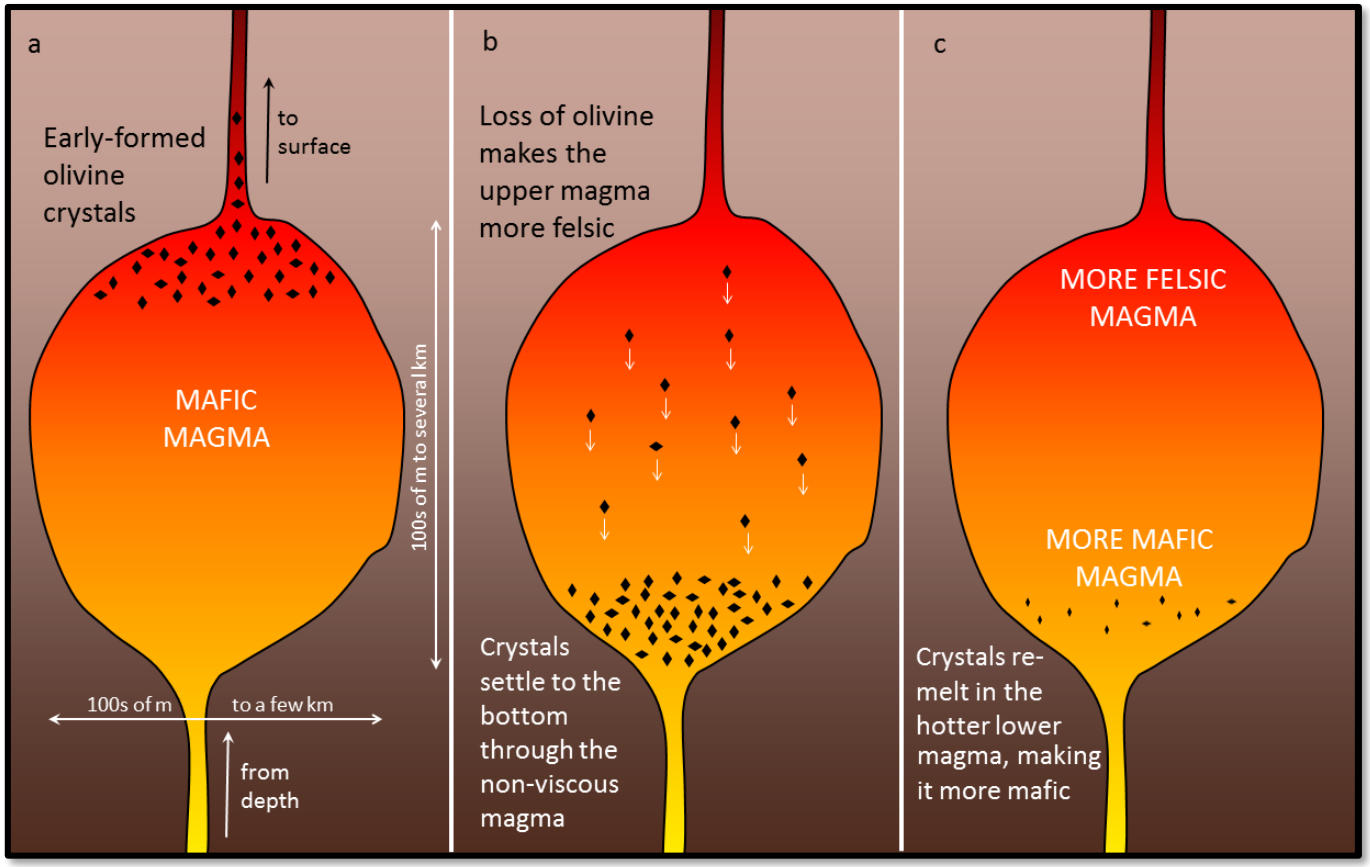
ที่พบน้อยมี

- Magnetite (Fe_3O_4)
- Ilmenite ($FeTiO_3$)
- Apatite

หินอัคนี (Igneous Rock)

ชนิดของหินหนืด (magma คือหินหนืดใต้โลก ถ้าขึ้นมาบนโลกเรียก lava)

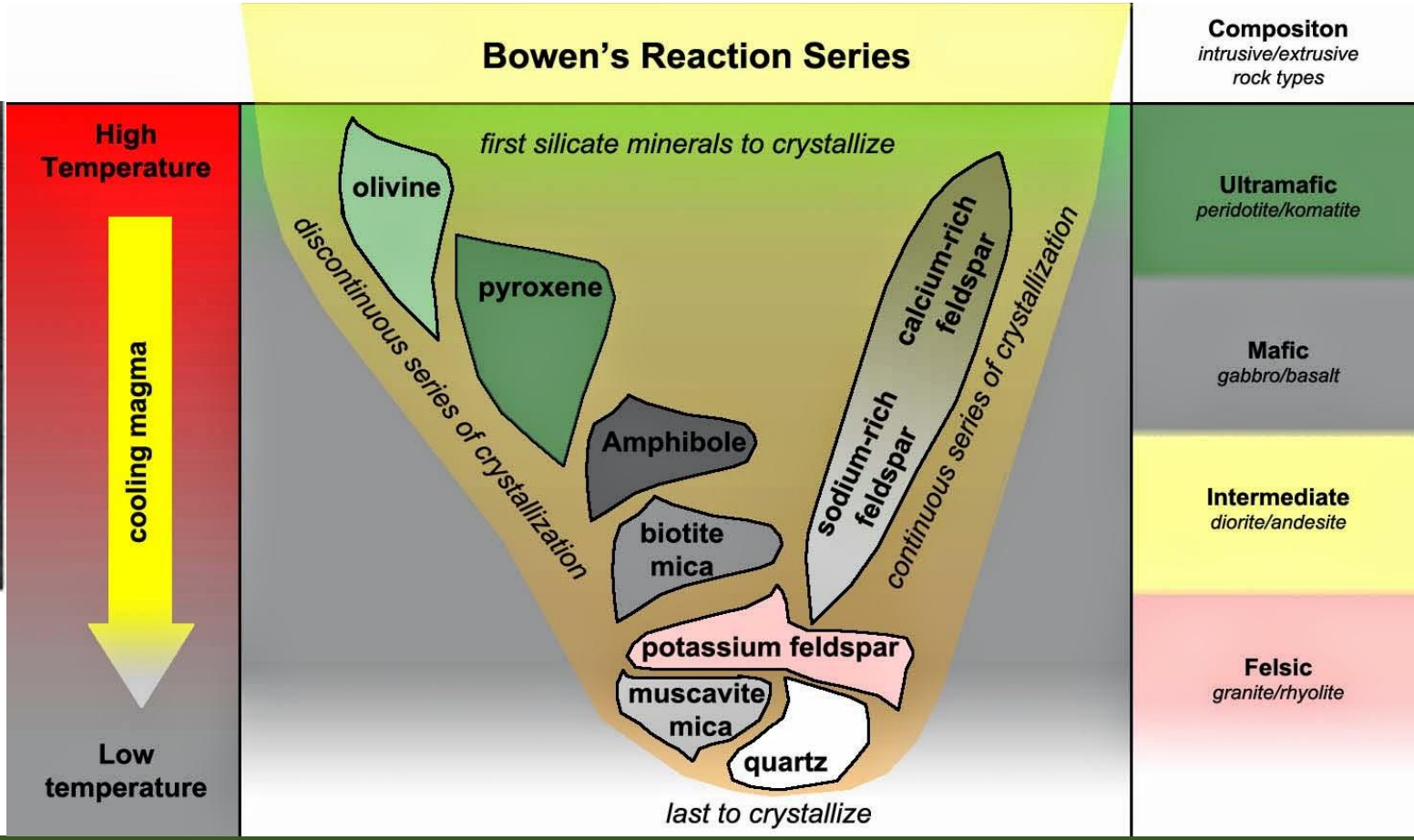
1. Felsic magma ชั้น Sial ความถ่วงจำเพาะ: 2.7
2. Mafic magma ชั้น Sima ความถ่วงจำเพาะ: 3.0



หินอัคนี (Igneous Rock)

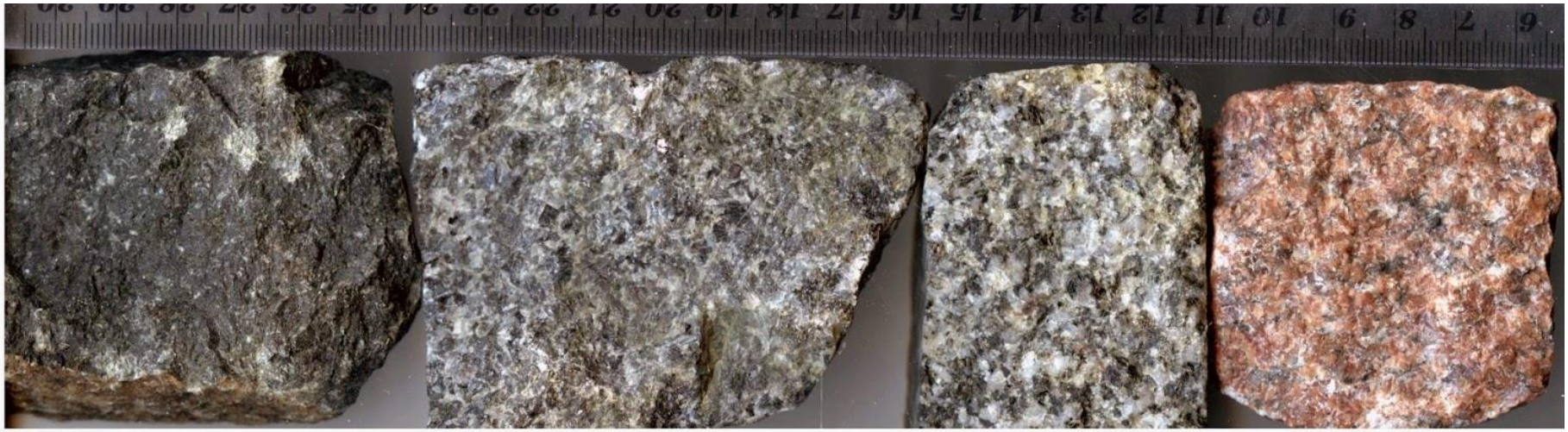
การเข้าใจถึงการเกิดหินอัคนี จำเป็นต้องรู้และเข้าใจ Bowen’s Reaction Series

Norman Levi Bowen



หินอัคนี (Igneous Rock)

ชนิดของหินตามองค์ประกอบ



	Ultramafic	Mafic	Intermediate	Felsic
Color	Dark			Light
SiO2	40%	50%	60%	70%
MgO	48%	15%	2.5%	0.95%
Major mineral content	Pyroxene and/or olivine	Pyroxene and Plagiocalse feldsapr	Biotite Alkali Feldspar Quartz	Quartz Alkali Feldspar

https://www.geologyin.com

หินอัคนี (Igneous Rock)

ชนิดของหินตามองค์ประกอบ

Copyright © 2016 W. W. Norton & Company, Inc.

หินอัคนี (Igneous Rock)

การเคลื่อนยายของหินหนืด (Movement of magma) เป็นส่วนหนึ่งในการจำแนกหินอัคนีที่เย็นตัวบนผิวโลก (lava) และหินอัคนีที่เย็นตัวใต้ผิวโลก (magma) ดังนี้

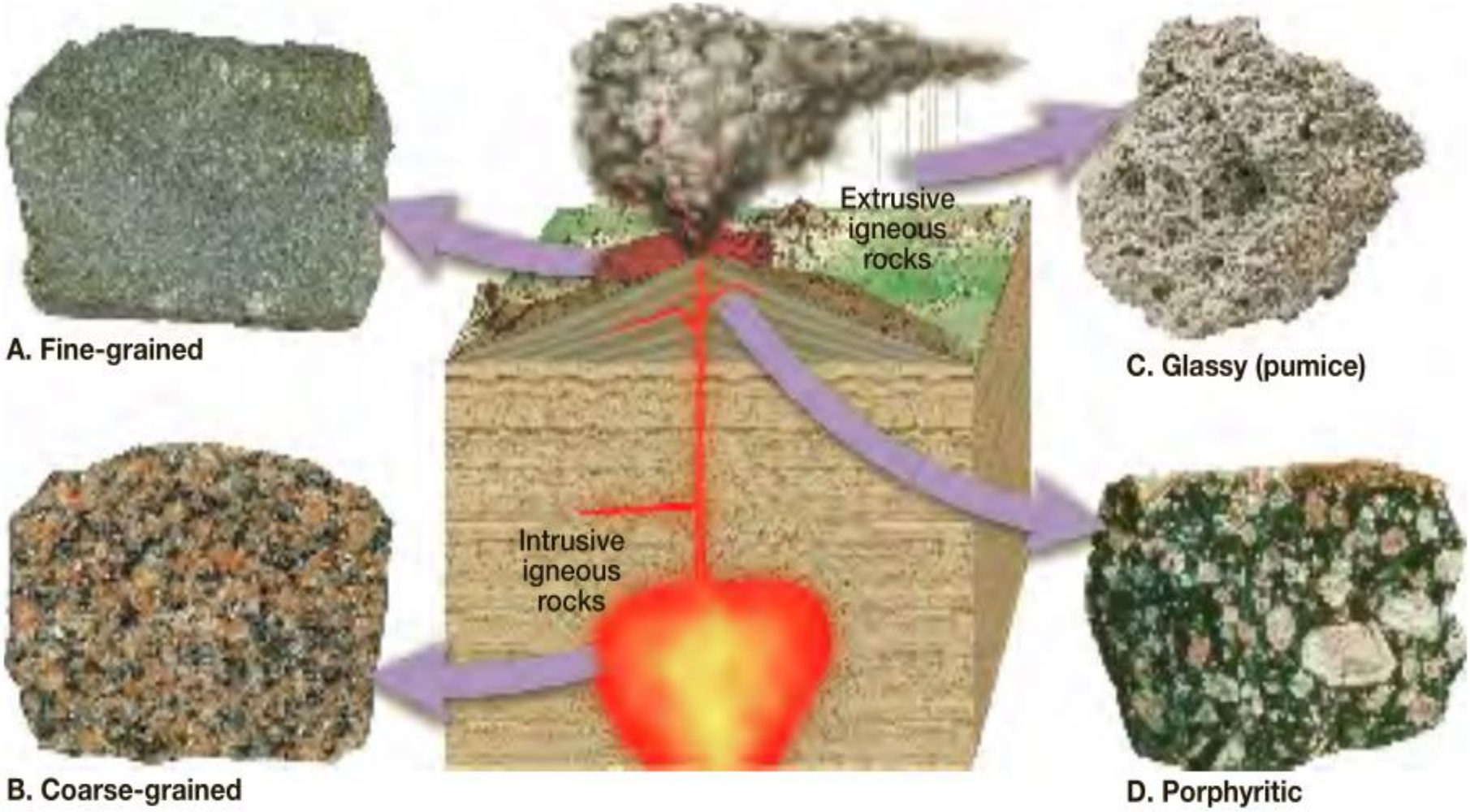
1. Extrusive (lava เย็นตัว) – เนื้อละเอียด (fine grained) ผลึกแร่ไม่ชัดเจน
2. Intrusive (magma เย็นตัว) – เนื้อหยาบ (coarse grained) ผลึกแร่ชัดเจน

Rhyolite

Granite

หินอัคนี (Igneous Rock)

1. Extrusive (lava เย็นตัว) – เนื้อละเอียด (fine grained)
2. Intrusive (magma เย็นตัว) – เนื้อหยาบ (coarse grained)



หินอัคนี (Igneous Rock)

1. Extrusive (lava เย็นตัว) โครงสร้างและชื่อเรียก

1. ธารลาวา (Lava flow)
   - Pillow structure
   - Lava Flow structure
   - Columnar structure
   - Joint structure
2. ภูเขาไฟ (Volcano)

Columnar structure

Pillow structure

Lava flow structure

Joint structure

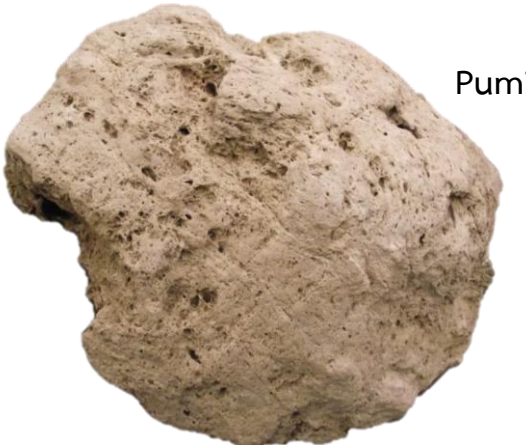
หินอัคนี (Igneous Rock)

1. Extrusive (lava เย็นตัว) โครงสร้างและชื่อเรียก

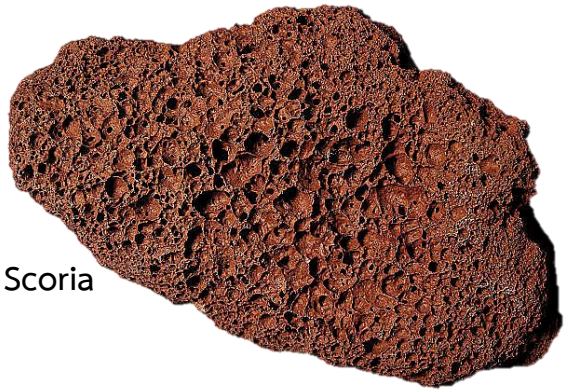
1. ธารลาวา (Lava flow)
2. ภูเขาไฟ (Volcano)

โครงสรางของหินอัคนี

- Pumiceous >50%
- Vesicular <50%
- Amygdaloidal
- Scoriaceous >50%



Pumice

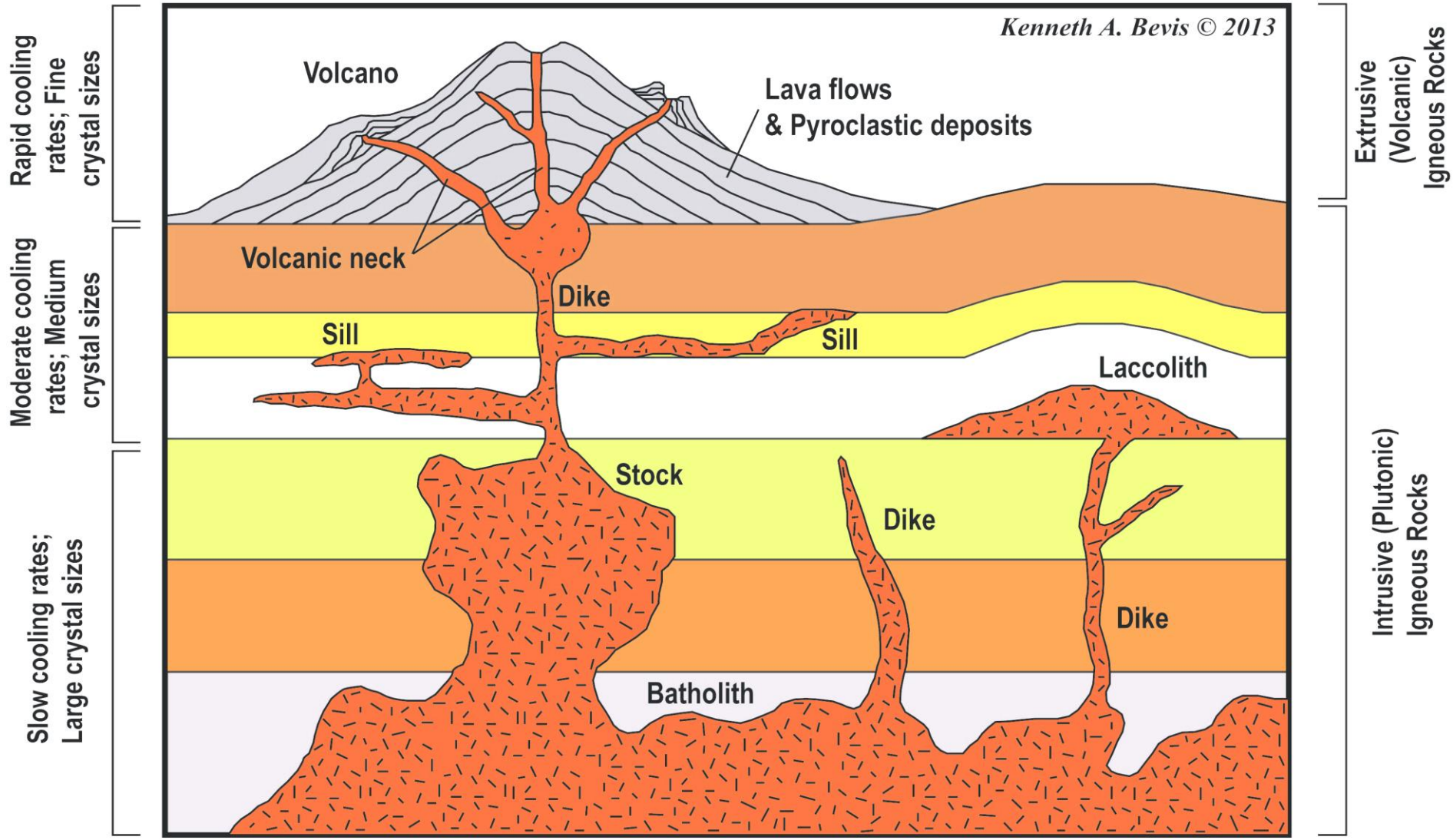


Scoria

Amygdaloidal basalt

หินอัคนี (Igneous Rock)

2. Intrusive (magma เย็นตัว) โครงสร้างและชื่อเรียก

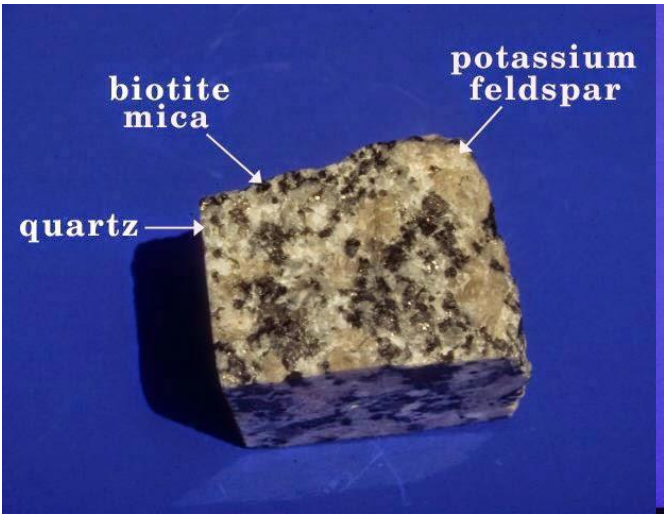


หินอัคนี (Igneous Rock)

การจำแนกหินอัคนี (Classification of igneous rock)

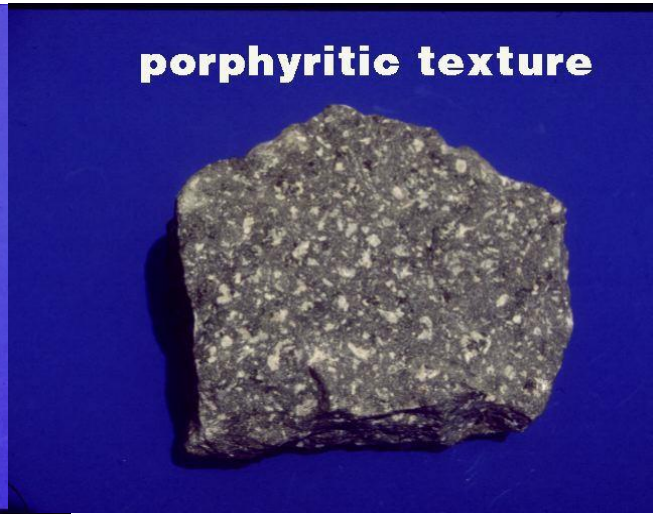
1. จำแนกตามการเกิด (texture)
   - Intrusive, Plutonic, Phaneritic igneous rock
   - Extrusive, Volcanic, Aphanitic igneous rock
   - Hypabyssal, Porphyritic igneous rock (phenocryst, groundmass)

Phaneritic (เห็นผลึกแร่ด้วยตาเปล่า)



Aphanitic (ไม่เห็นผลึกแร่ด้วยตาเปล่า)

Porphyritic (เนื้อดอก)

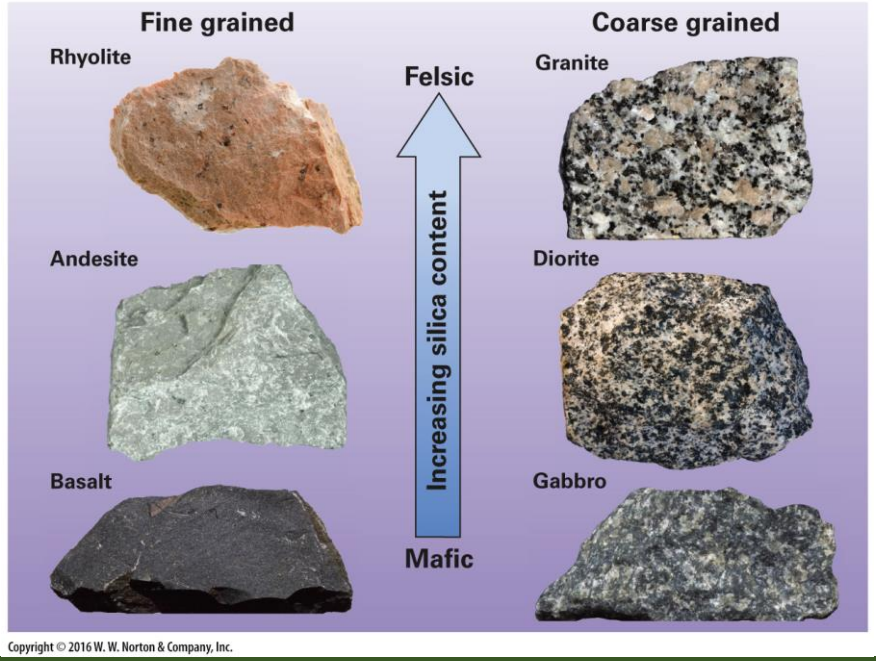


หินอัคนี (Igneous Rock)

การจำแนกหินอัคนี (Classification of igneous rock)

2. จำแนกตามองคประกอบทางแร (%SiO_2)

- Felsic/Acid igneous rock (SiO_2 >65%)
- Intermediate igneous rock (SiO_2 53-65%)
- Mafic/Basic igneous rock (SiO_2 45-52%)
- Ultramafic/Ultrabasic igneous rock (SiO_2 <45%)



ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ภูเขาไฟ คือ ที่หรือช่องเปิดที่หินหลอมเหลวหรือกาซ หรือทั้งสองอย่างจะออกมาสู่ผิวโลกและจะเกิดเป็นเนินและภูเขาขึ้นรอบ ๆ ช่องเปิดนั้น โดยการสะสมของวัสดุหิน

- Volcanic eruption (extrusion)
- Magmatic gas (magmatic eruption)
- Hydro-eruption ไอน้ำร้อน
- Phreatic eruption น้ำใต้ดิน

ภูเขาไฟ (Volcanoes)

การเคลื่อนที่ของ magma มาสู่ผิวโลกมี 2 แบบ

1. Fissure eruption เคลื่อนที่ตามรอยแตก เกิดที่ราบสูง (plateau)
2. Volcanic eruption เคลื่อนที่ตามปลอง (vent) เกิดภูเขาไฟ

Fissure eruption

Volcanic eruption

ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ภูเขาไฟที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือ Mauna Loa (ที่เกาะฮาวาย)

- เสนผ่าศูนย์กลางที่ฐานยาว 600 กม.
- สูง 10 กิโลเมตร จากระดับน้ำทะเล
- ทับถม >1 ลานป

ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ภูเขาไฟที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือ Mauna Loa (ที่เกาะฮาวาย) (ต่อ)

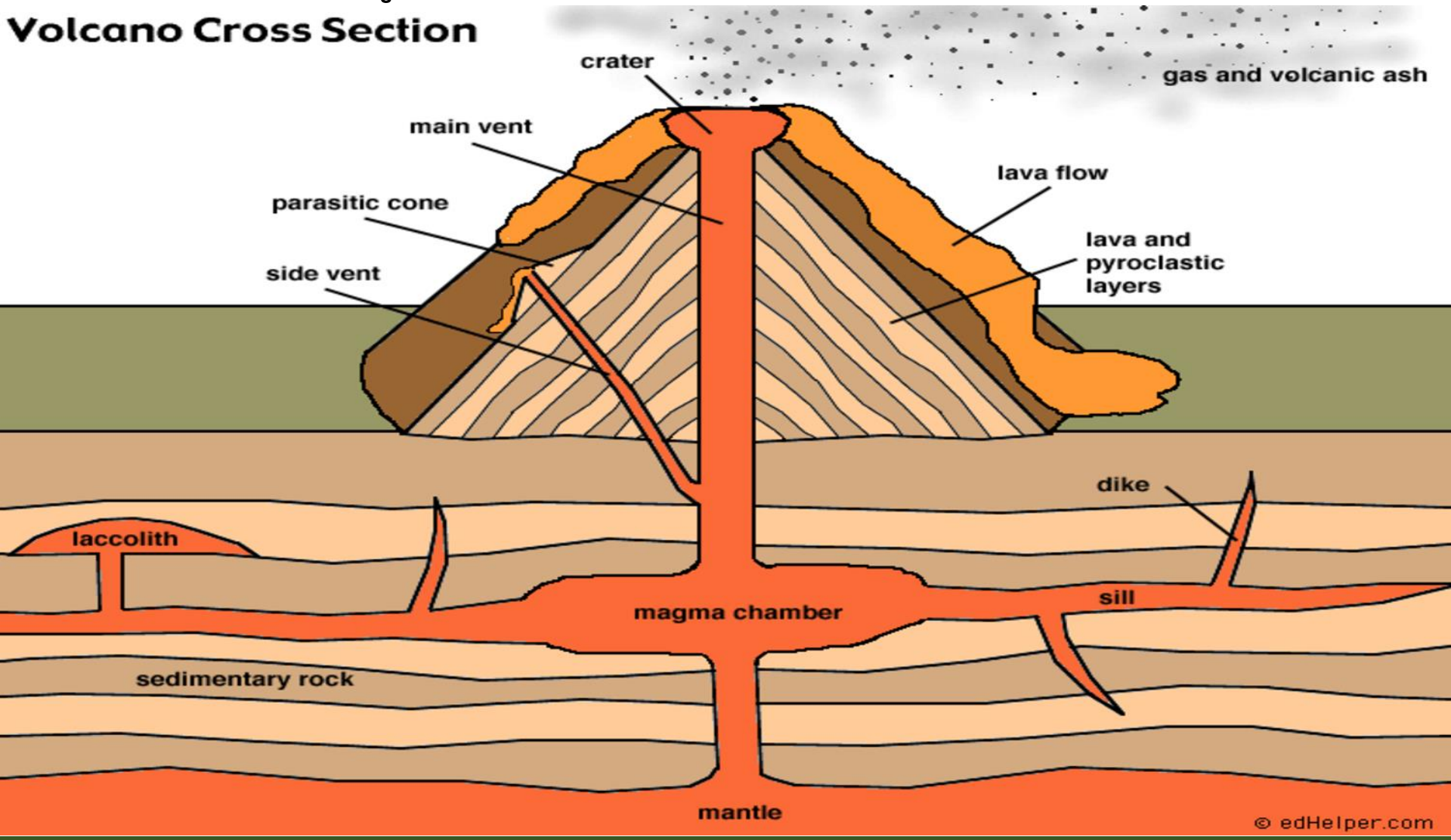
ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ภูเขาไฟที่รุนแรงที่สุดในประวัติศาสตร คือ Krakatau (อินโดนีเซีย เมื่อป ค.ศ. 1883)

- เดิมเปนภูเขาสูง 800 เมตร
- เกิดบอลึก 300 เมตร
- เกิดคลื่นสูง 30 เมตร
- คนตายประมาณ 36,000 คน

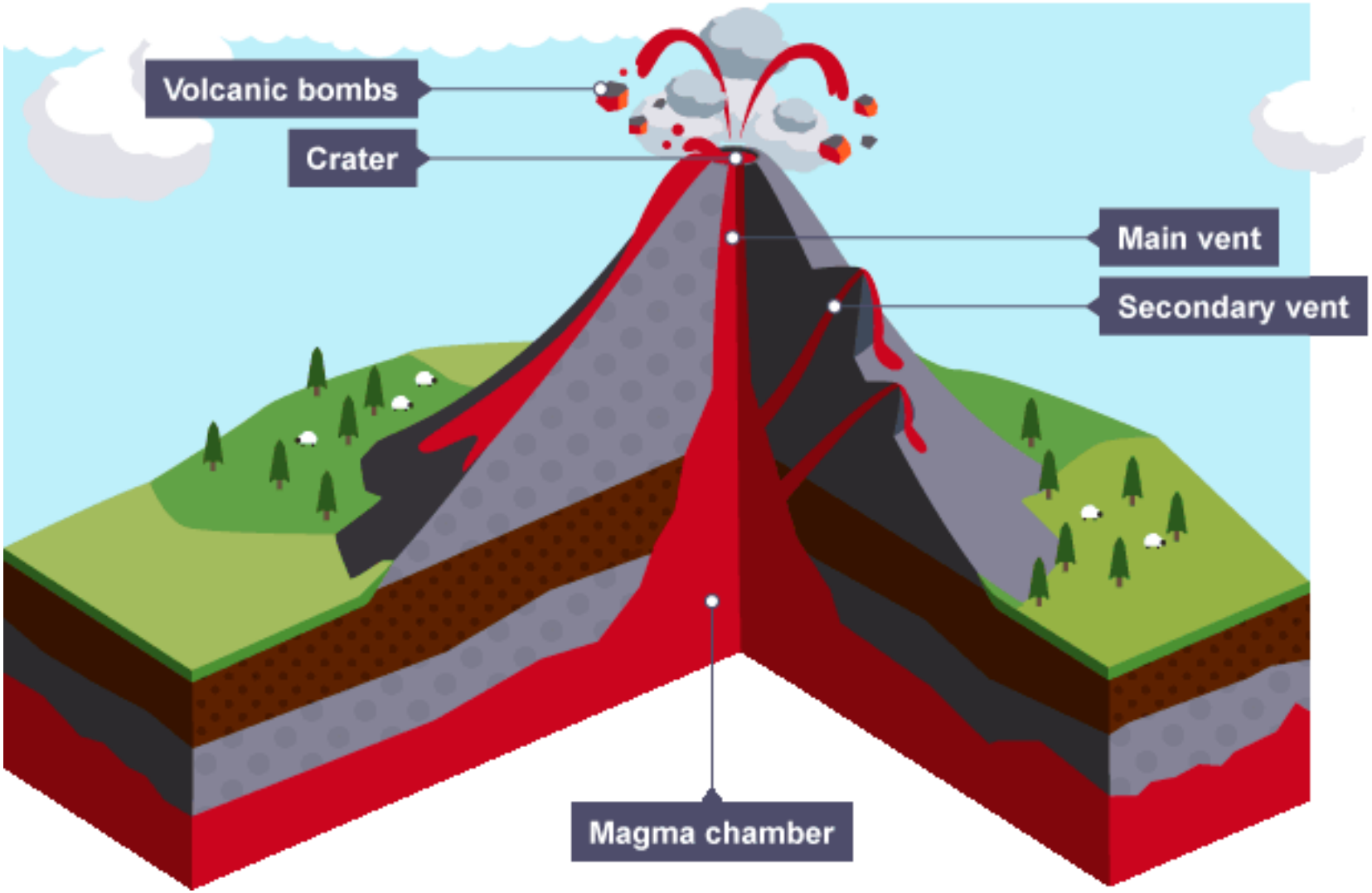
ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ลักษณะภูเขาไฟในภาพตัดขวาง (cross section of a volcano)



ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ลักษณะภูเขาไฟในภาพตัดขวาง (cross section of a volcano)



ภูเขาไฟ (Volcanoes)

Pyroclastic debris (เศษหินที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ)

- Volcanic dust ขนาดประมาณ 10^{-4} cm
- Volcanic ash
- Cinders 0.5-2.5 cm
- Lapilli 2.5-5 cm
- Block
- Bomb
- Pumice (หินอัคนีเนื้อแก้ว)

Pumice

Volcanic bombs

Lapilli

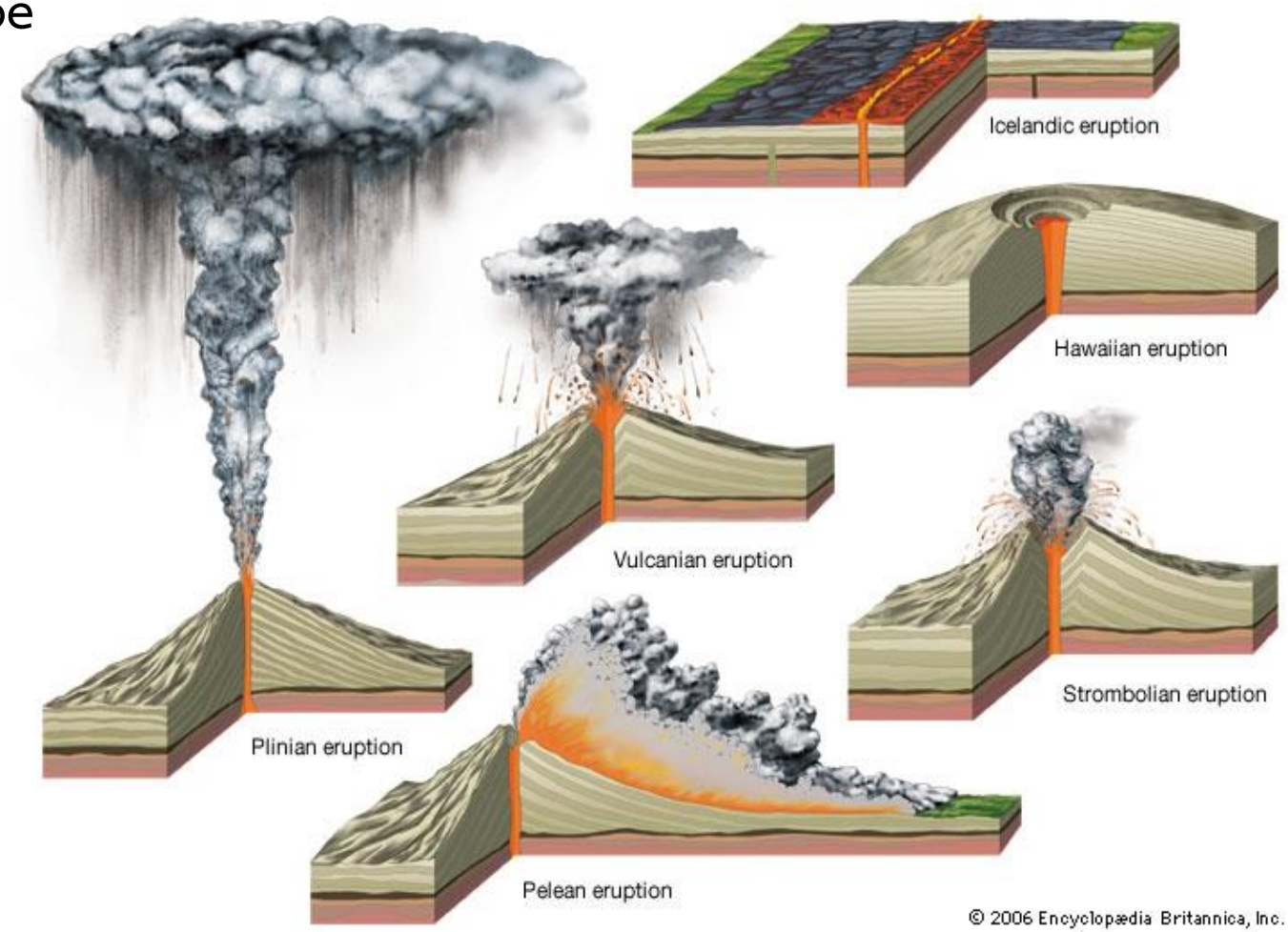
Volcanic ash

Volcanic blocks

ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ชนิดการปะทุของภูเขาไฟ

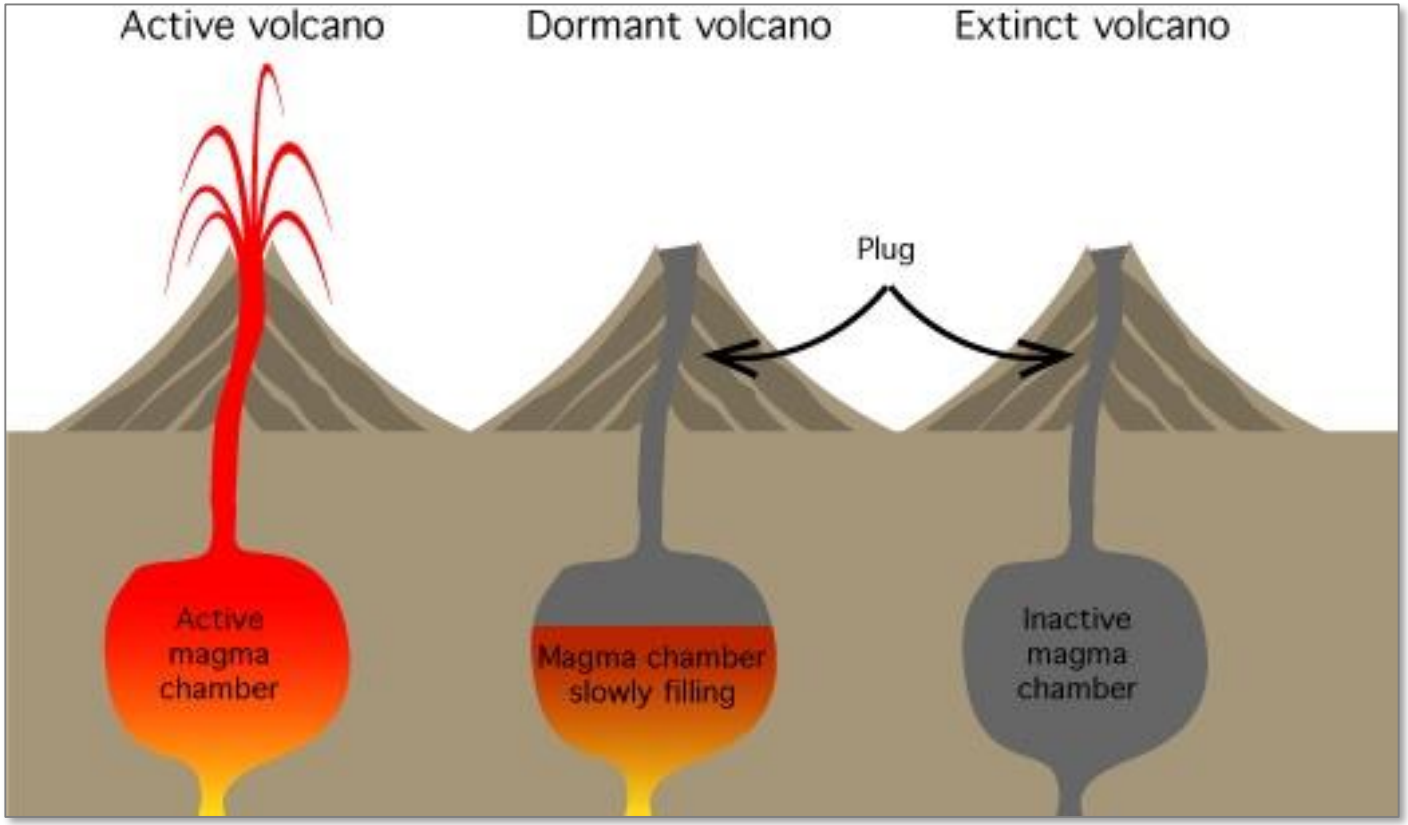
1. Hawaiian type
2. Strombolian type
3. Volcanian type
4. Pelean type



ภูเขาไฟ (Volcanoes)

แบงภูเขาไฟตามประวัติ ออกเปน 3 ประเภท ได้แก่

1. Active volcano
2. Dormant volcano
3. Extinct volcano

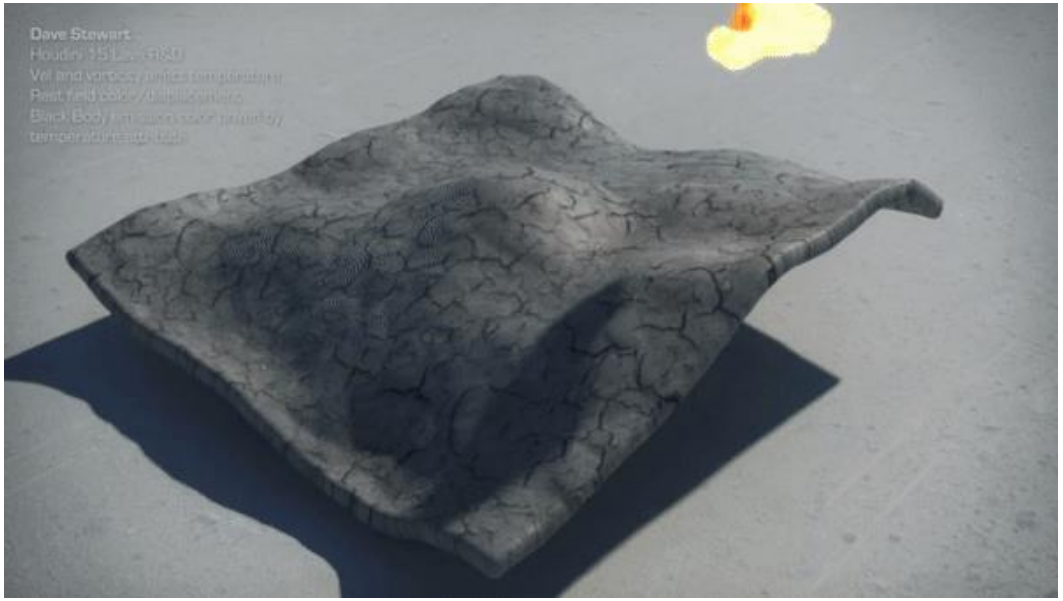


http://www.aquaticsportsadventures.com

ภูเขาไฟ (Volcanoes)

อุณหภูมิและสีในขณะภูเขาไฟปะทุ

1. White 1,150 C หรือมากกวา
2. Golden yellow 1,090 °C
3. Orange 900 °C
4. Bright cherry red 700 °C
5. Dull red 550-625 °C
6. มองเห็นสีแดงเพียงเล็กนอย 475 °C



ภูเขาไฟ (Volcanoes)

การแบงชนิดของภูเขาไฟ

1. Composite volcano (Strato-volcano)

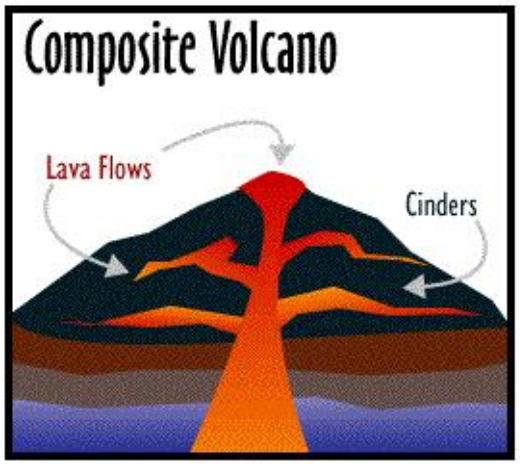
   ความเอียงที่ยอดประมาณ 30-40° ที่ฐานประมาณ 10°

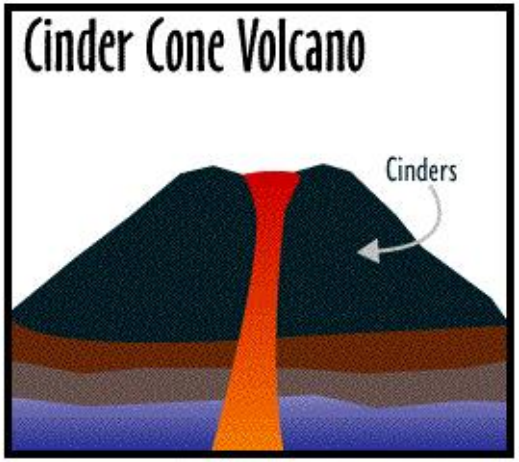
2. Cinder cone

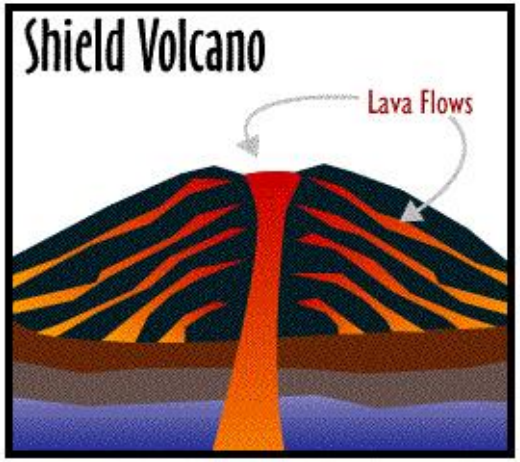
   ความเอียงที่ยอดประมาณ 30 ° ที่ฐานประมาณ 5 ° สูงไมเกิน 500 เมตร

3. Shield volcano (Lava cone)

   ความเอียงที่ยอด <10°, ที่ฐาน <2°

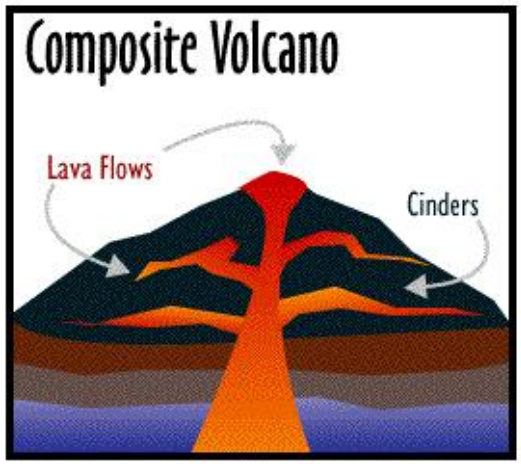




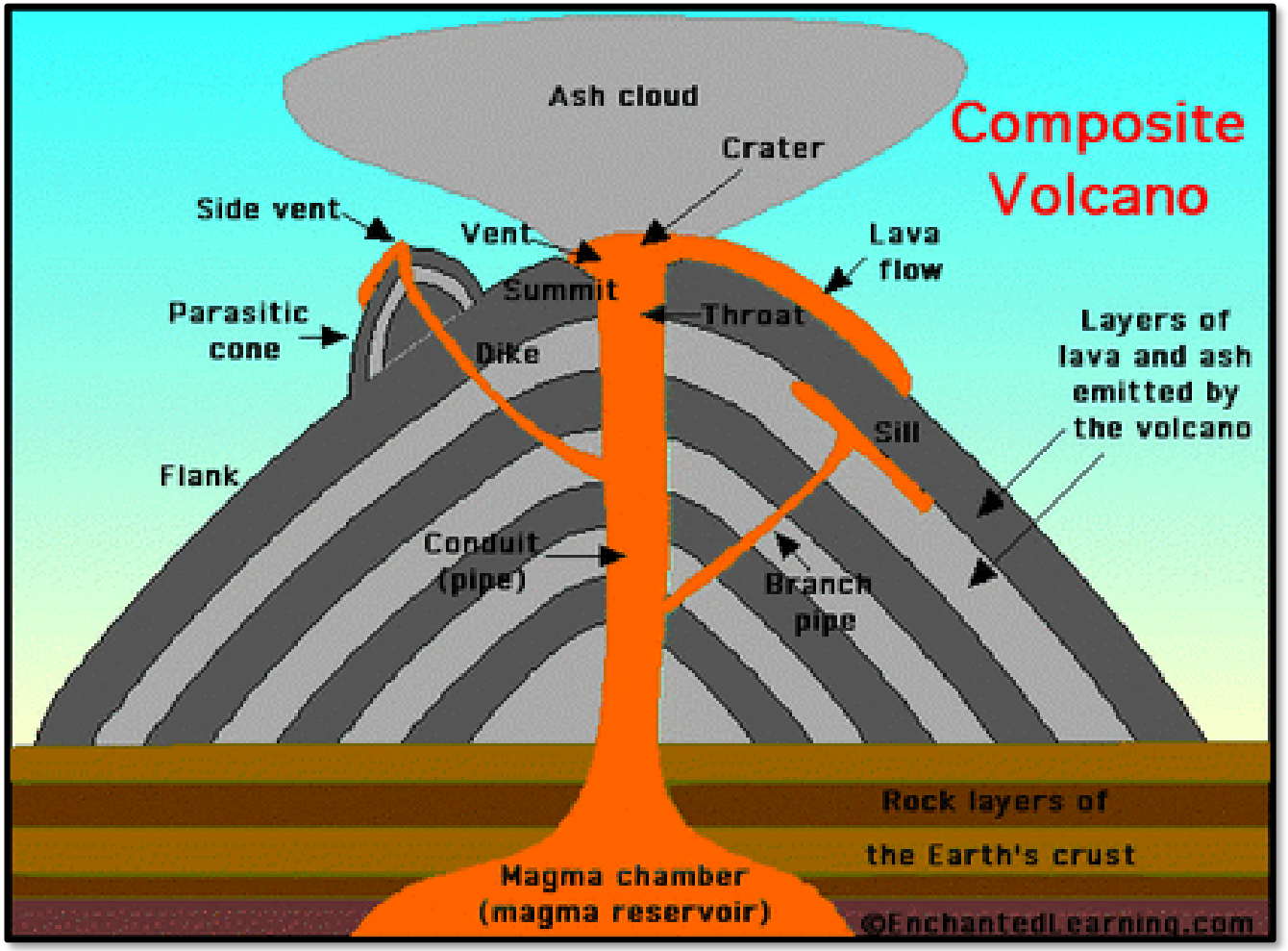


ภูเขาไฟ (Volcanoes)

1. Composite volcano (Strato-volcano)

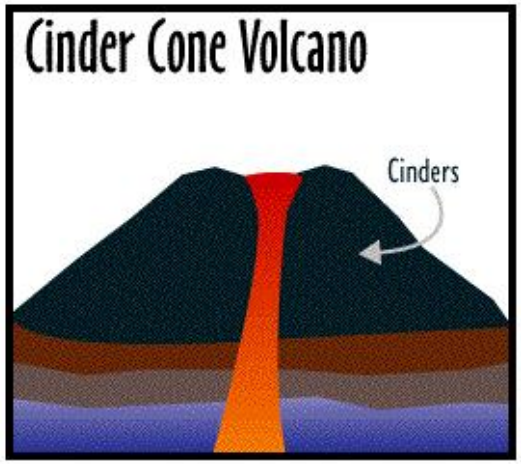


Fuji volcano, Japan

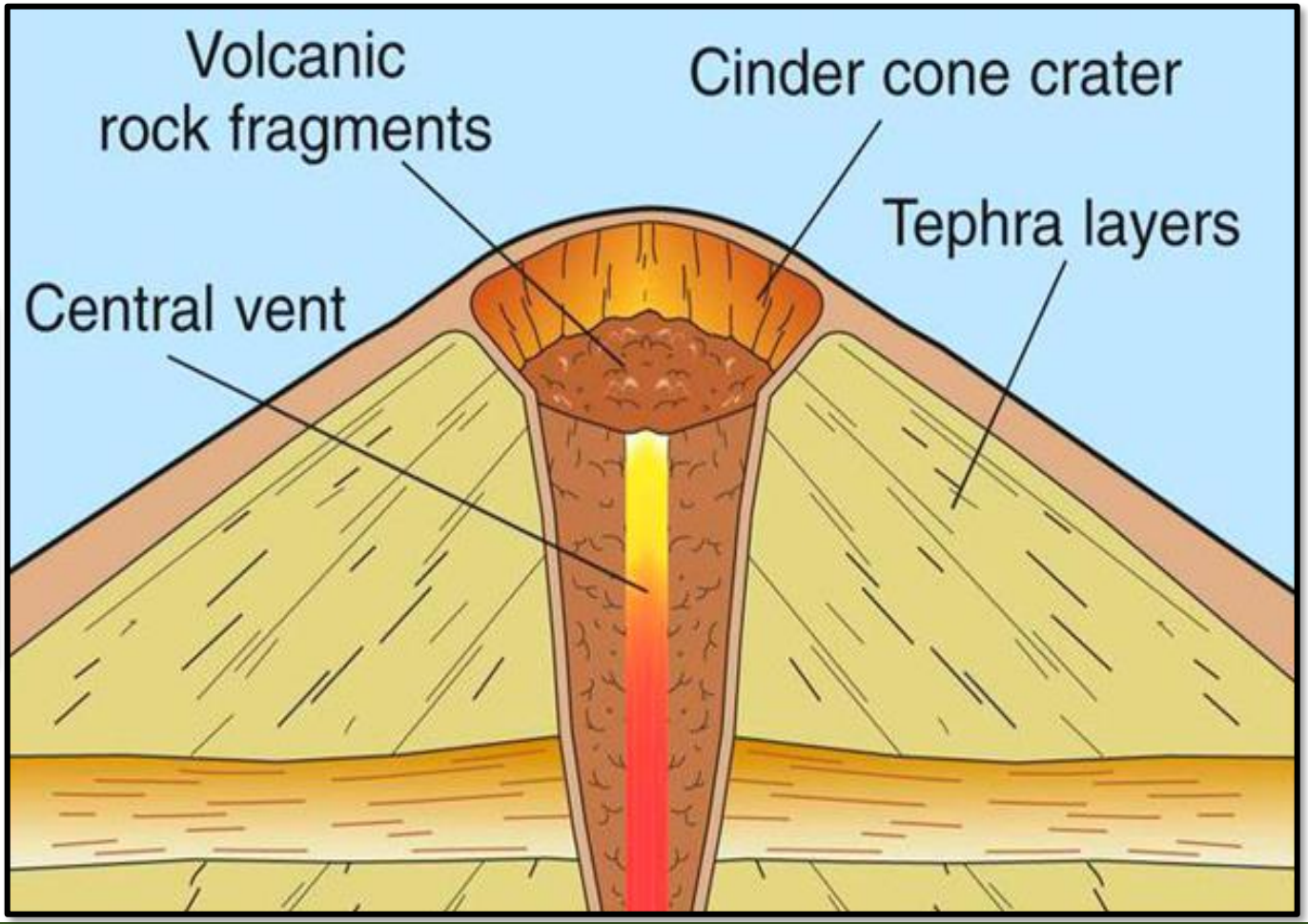


ภูเขาไฟ (Volcanoes)

2. Cinder cone

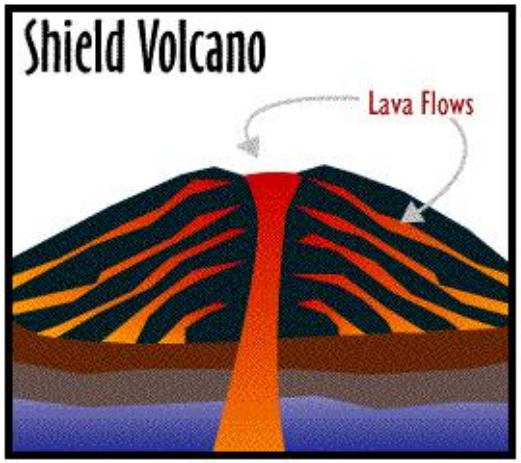


Paricutin volcano, Mexico

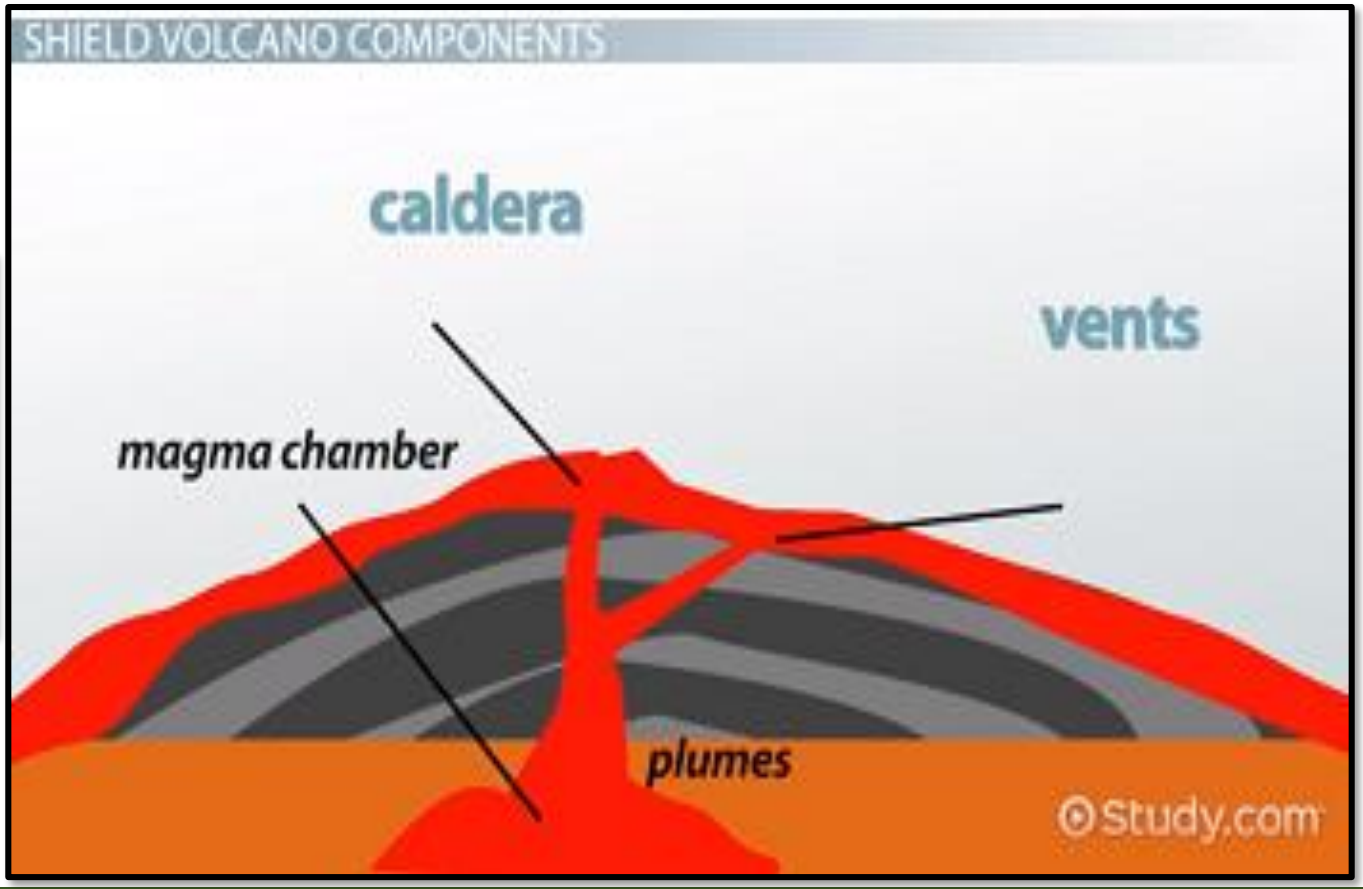


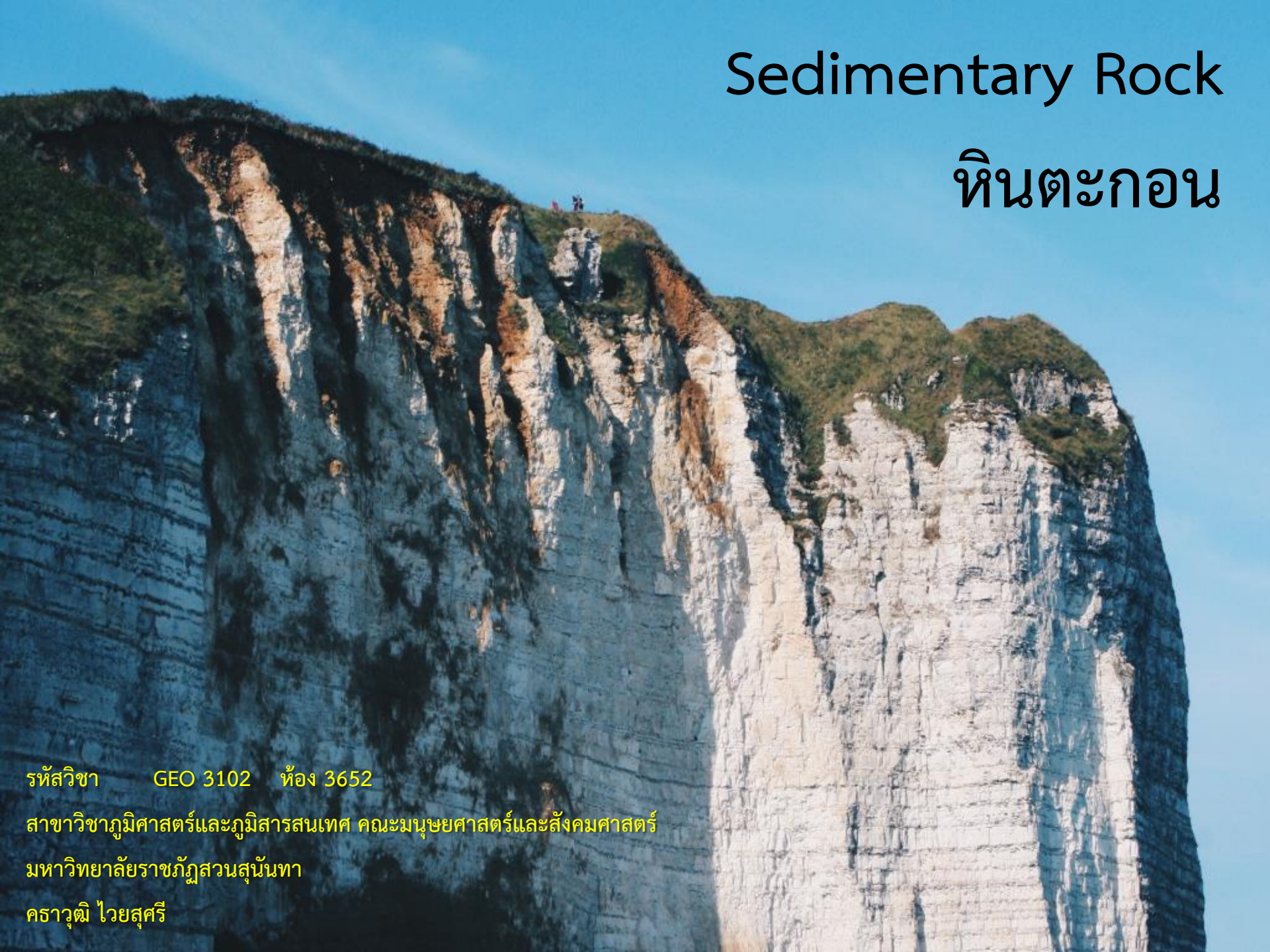
ภูเขาไฟ (Volcanoes)

1. Composite volcano (Strato-volcano)



Mauna Loa, Hawaii





Sedimentary Rock

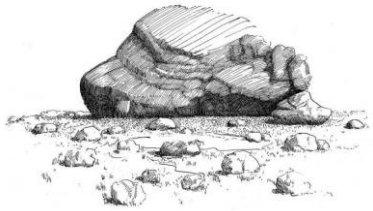
หินตะกอน

รหัสวิชา GEO 3102 ห้อง 3652

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

คธาวุฒิ ไวยสุศรี

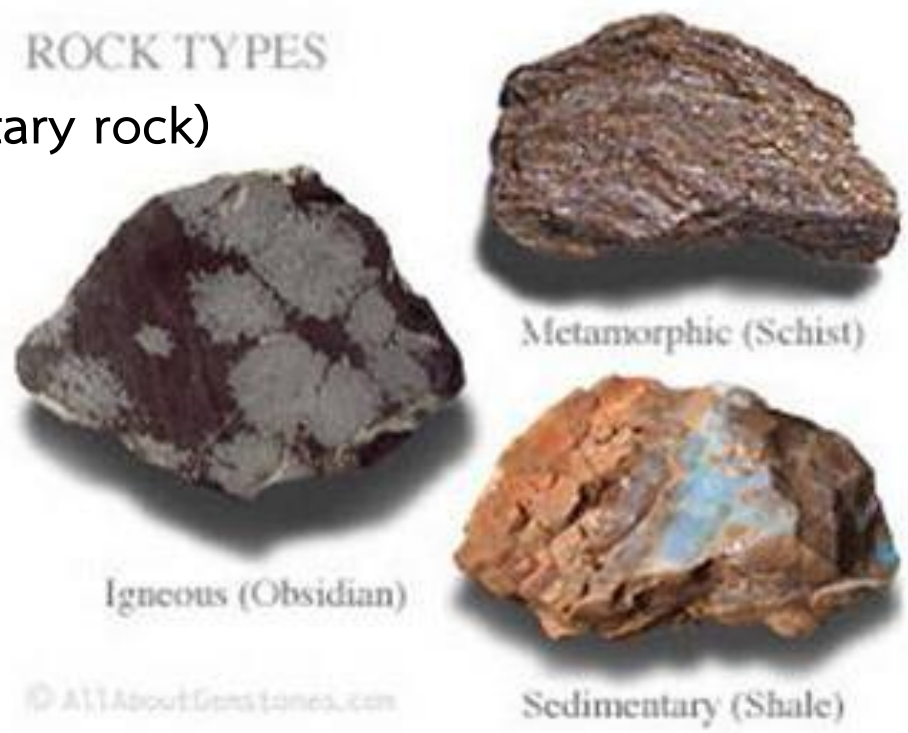


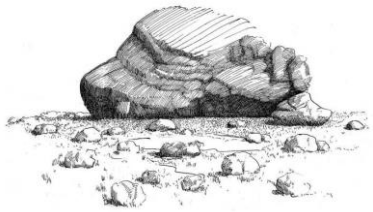
หิน (Rocks)

หิน คือ อนินทรียสารที่เกิดจากการรวมกันอยูของแรตั้งแต่ 1 ชนิด ขึ้นไป และประกอบอยู่เป็นสวนสำคัญของเปลือกโลก

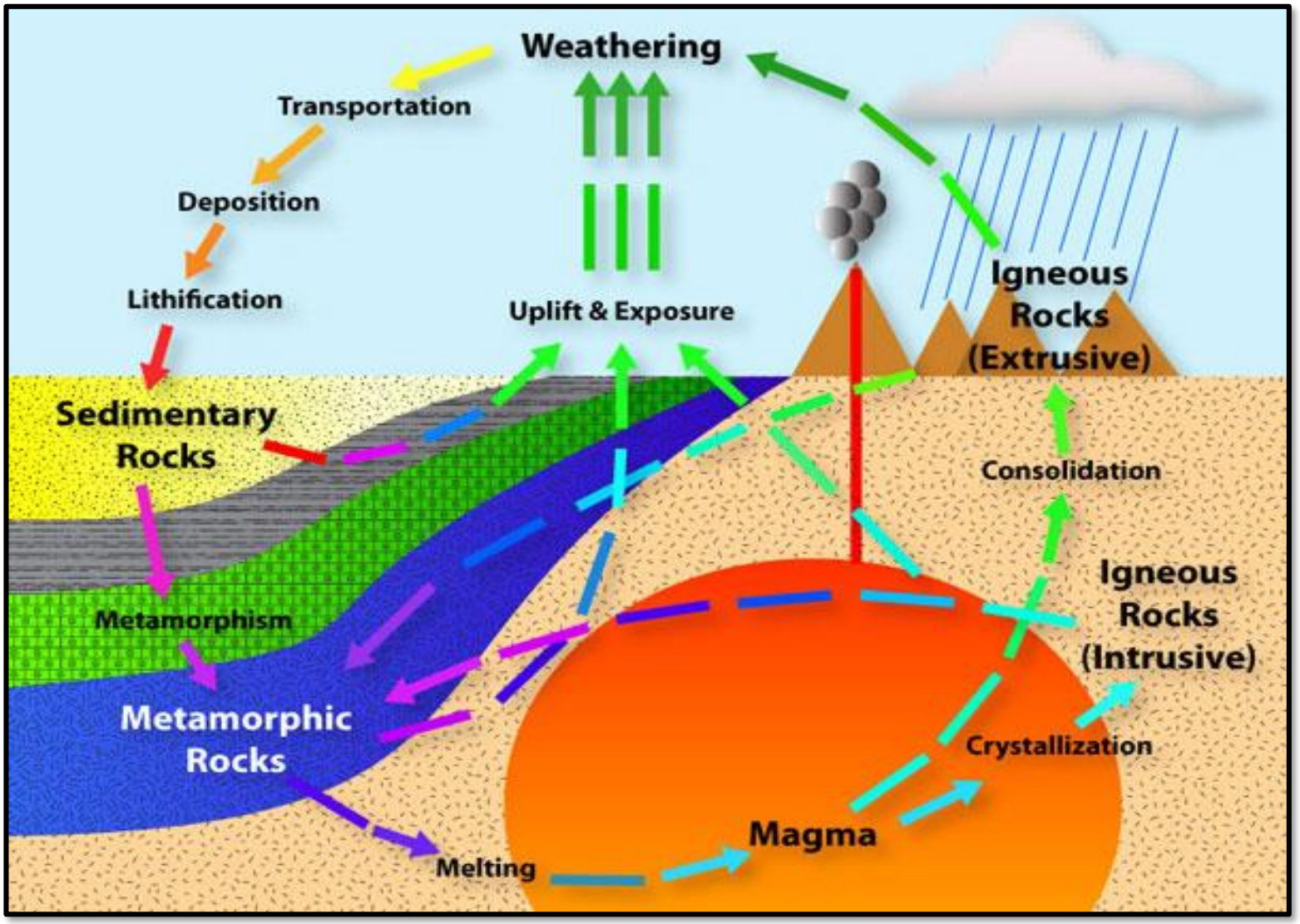
หิน แบงตามการเกิดได้ 3 ชนิด คือ

1. หินอัคนี (Igneous rock)
2. หินตะกอน หรือหินชั้น (Sedimentary rock)
3. หินแปร (Metamorphic rock)





วัฏจักรของหิน


Weathering
Transportation
Deposition
Lithification
Uplift & Exposure
Igneous Rocks (Extrusive)
Sedimentary Rocks
Consolidation
Metamorphism
Igneous Rocks (Intrusive)
Metamorphic Rocks
Crystallization
Magma
Melting

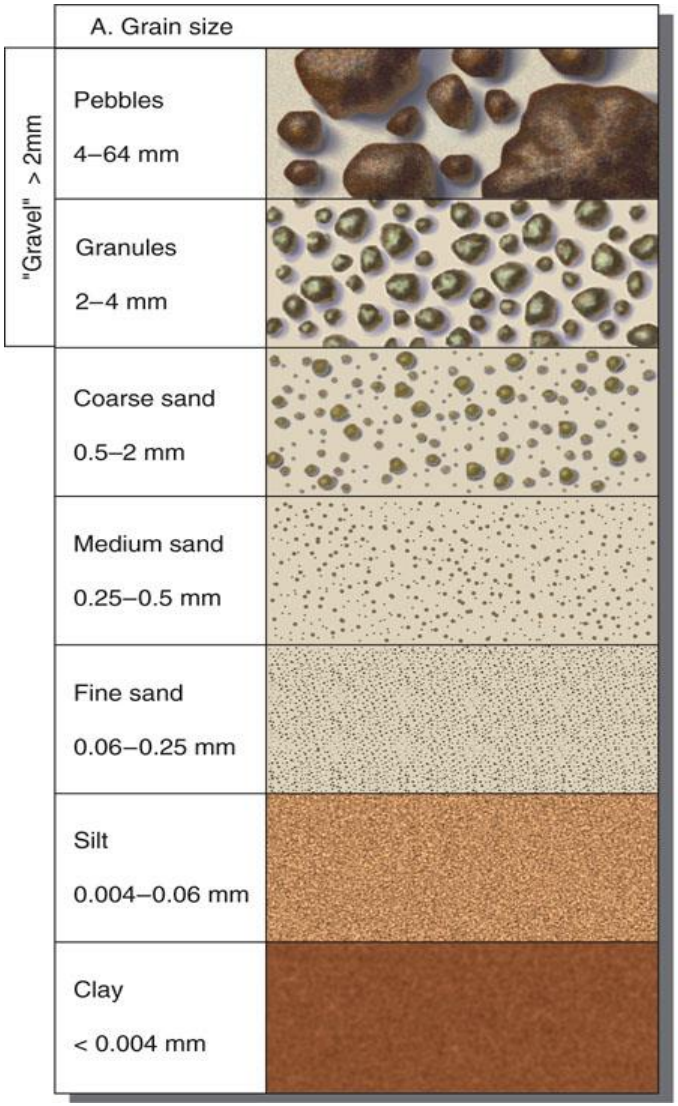
หินตะกอน

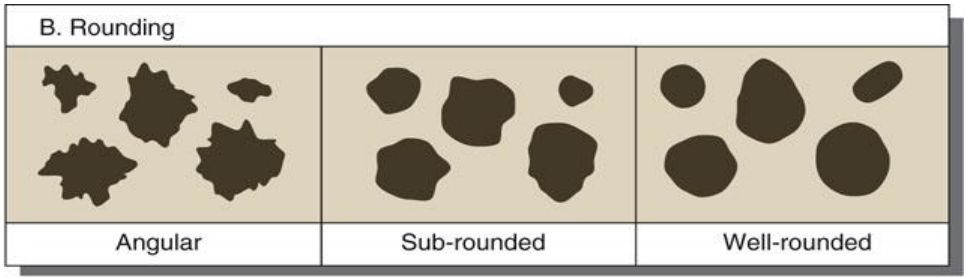
หินตะกอน เปนหินที่เกิดจากการทับถม อัดตัวของอนุภาคตาง ๆ บนผิวโลกตามกระบวนการทางธรณีวิทยา และผานกระบวนการสรางหินตะกอน บางทีเรียกวา หินชั้น (stratified rock)

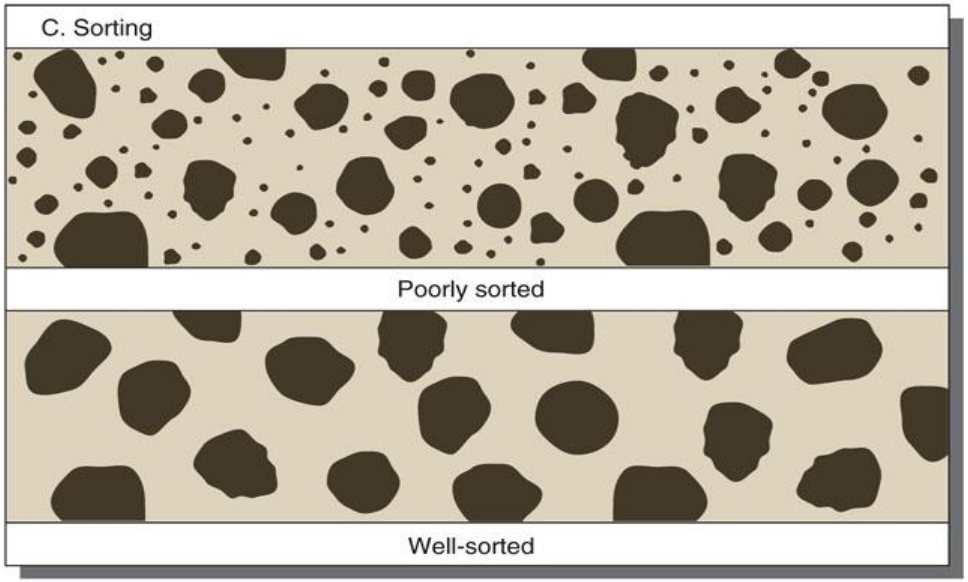
Grand Canyon, USA

หินตะกอน

แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1. Clastic sed. rock

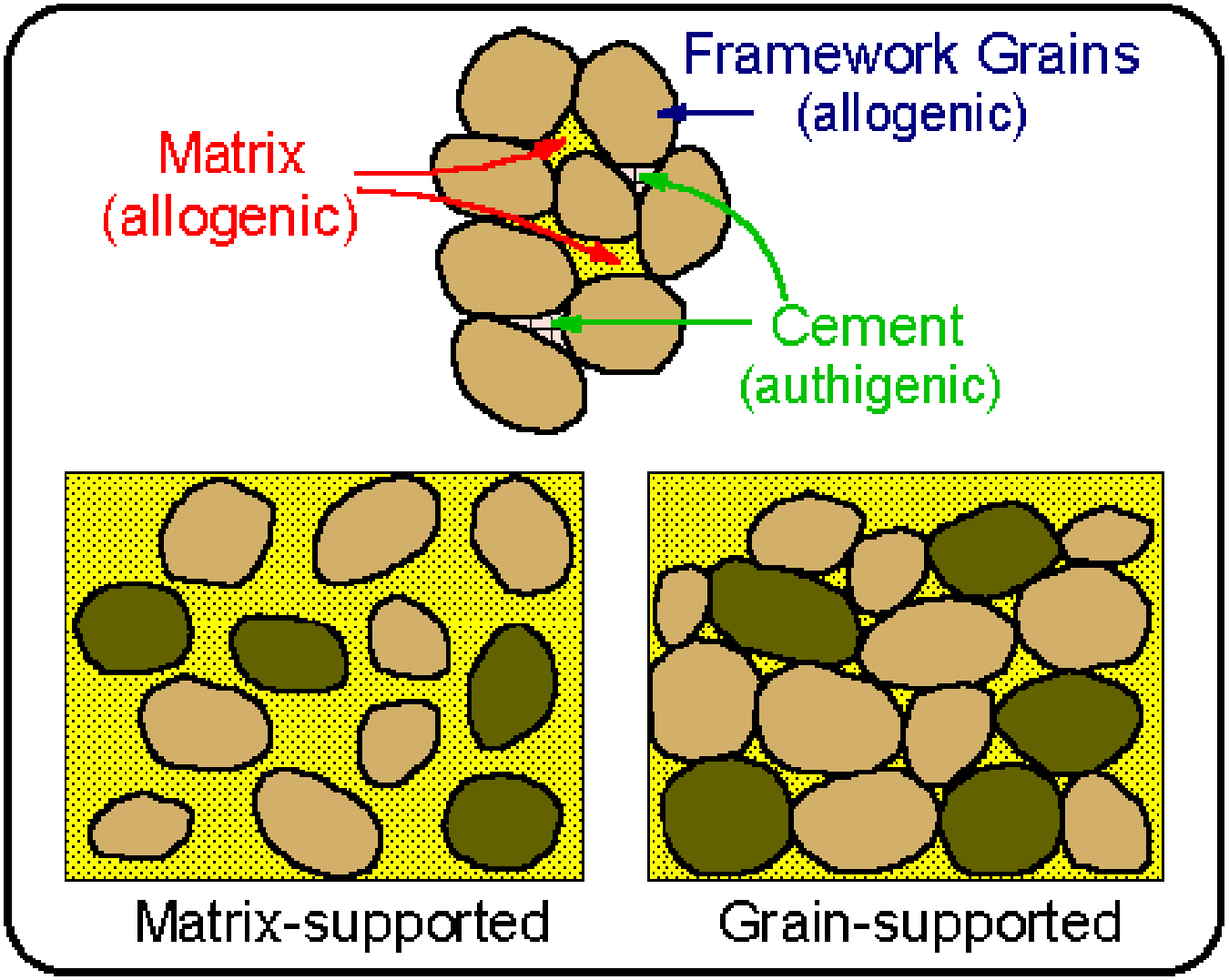






หินตะกอน

(ต่อ) 1. Clastic sed. rock



หินตะกอน

(ต่อ) 1. Clastic sed. rock

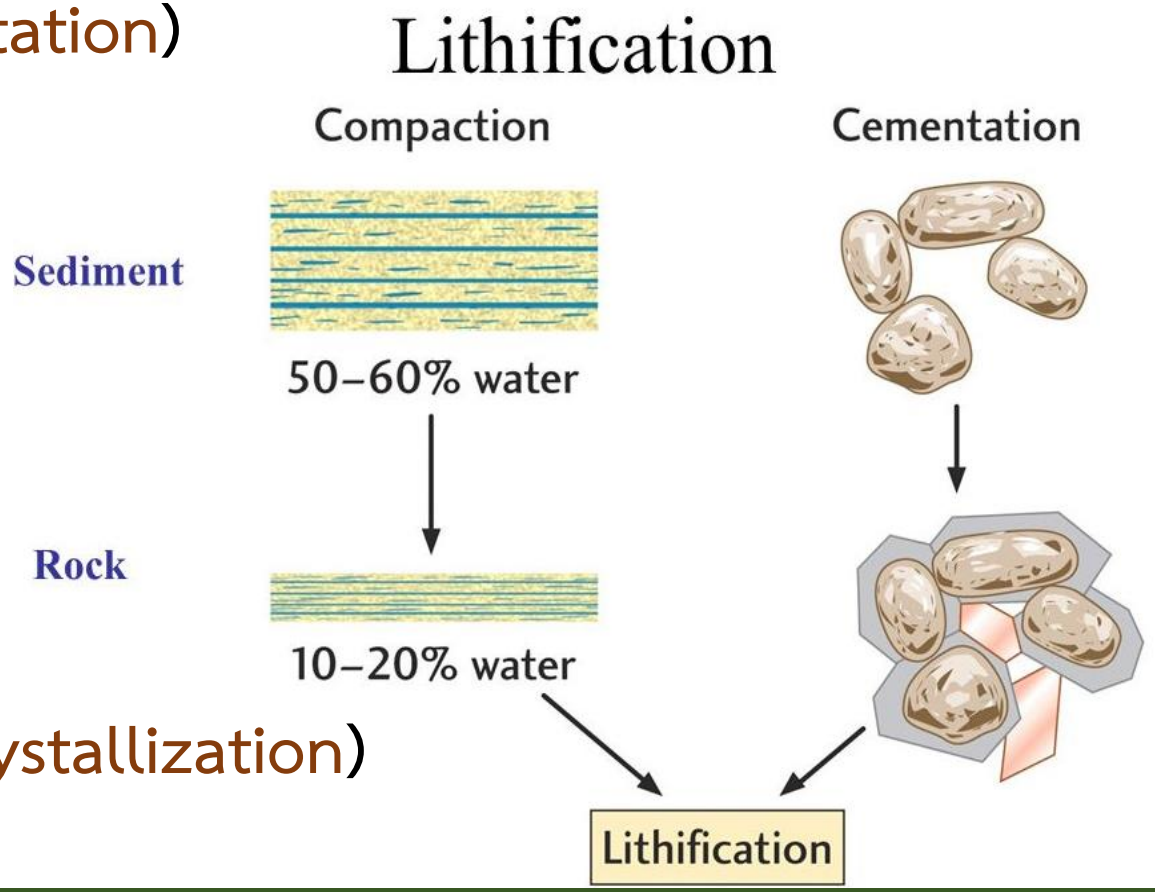
กระบวนการสรางหินตะกอนชนิด Clastic (Lithification)

1. การอัดตัว (Compaction)
2. การเชื่อมตัว (Cementation)

   ชนิดของสารเชื่อม

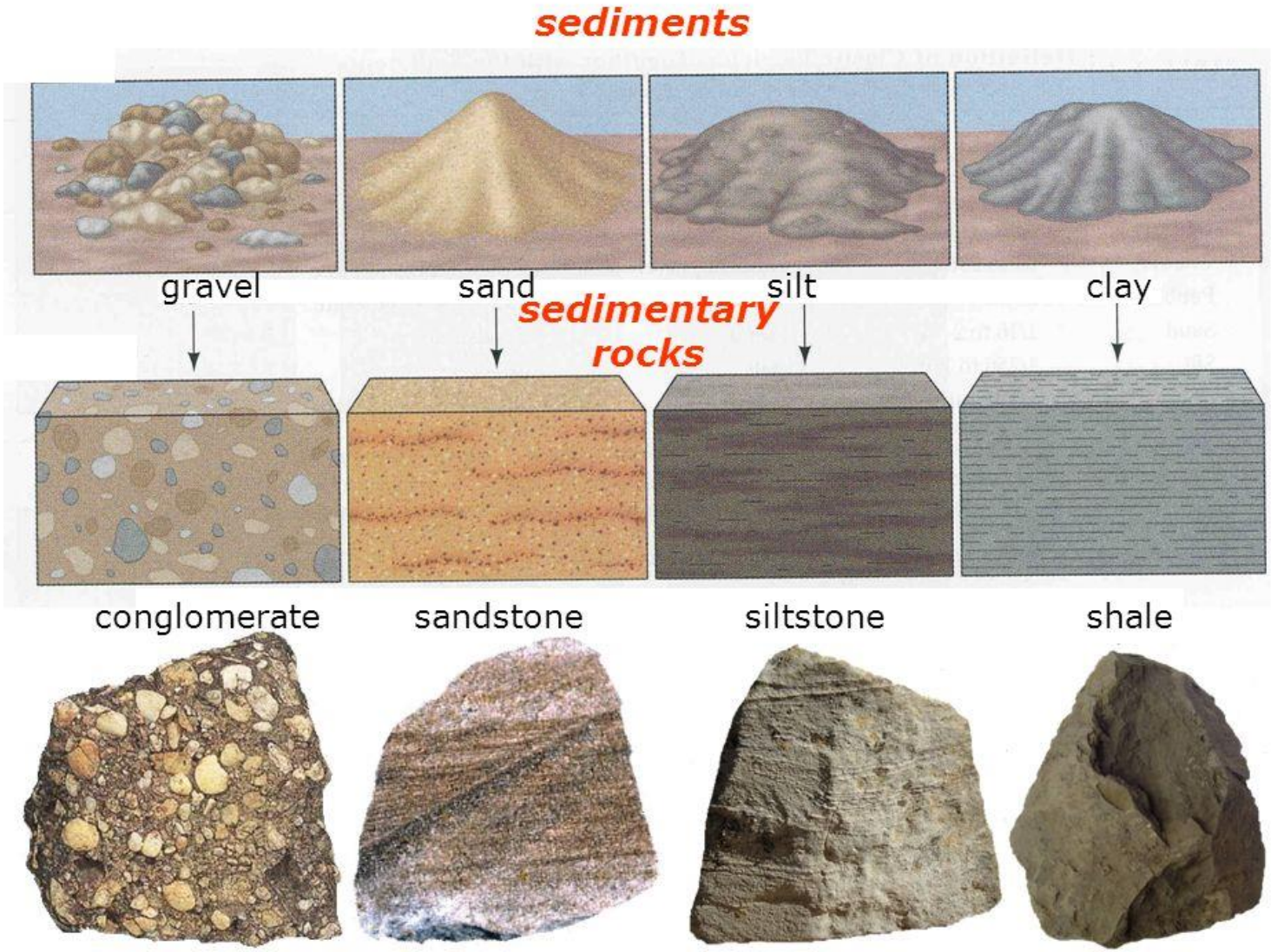
   - Argillaceous
   - Siliceous
   - Ferrugineous
   - Calcareous
   - Carbonaceous

3. การตกผลึกใหม่ (Recrystallization)



หินตะกอน

(ต่อ) 1. Clastic sed. rock



หินตะกอน

(ต่อ) 1. Clastic sed. rock

Clastic Sedimentary Rock

Formed when rock fragments are deposited, compacted and cemented.

Conglomerate & Breccia

Particles >2mm.

Conglomerate
(rounded particles)

Breccia
(angular particles)

Sandstone

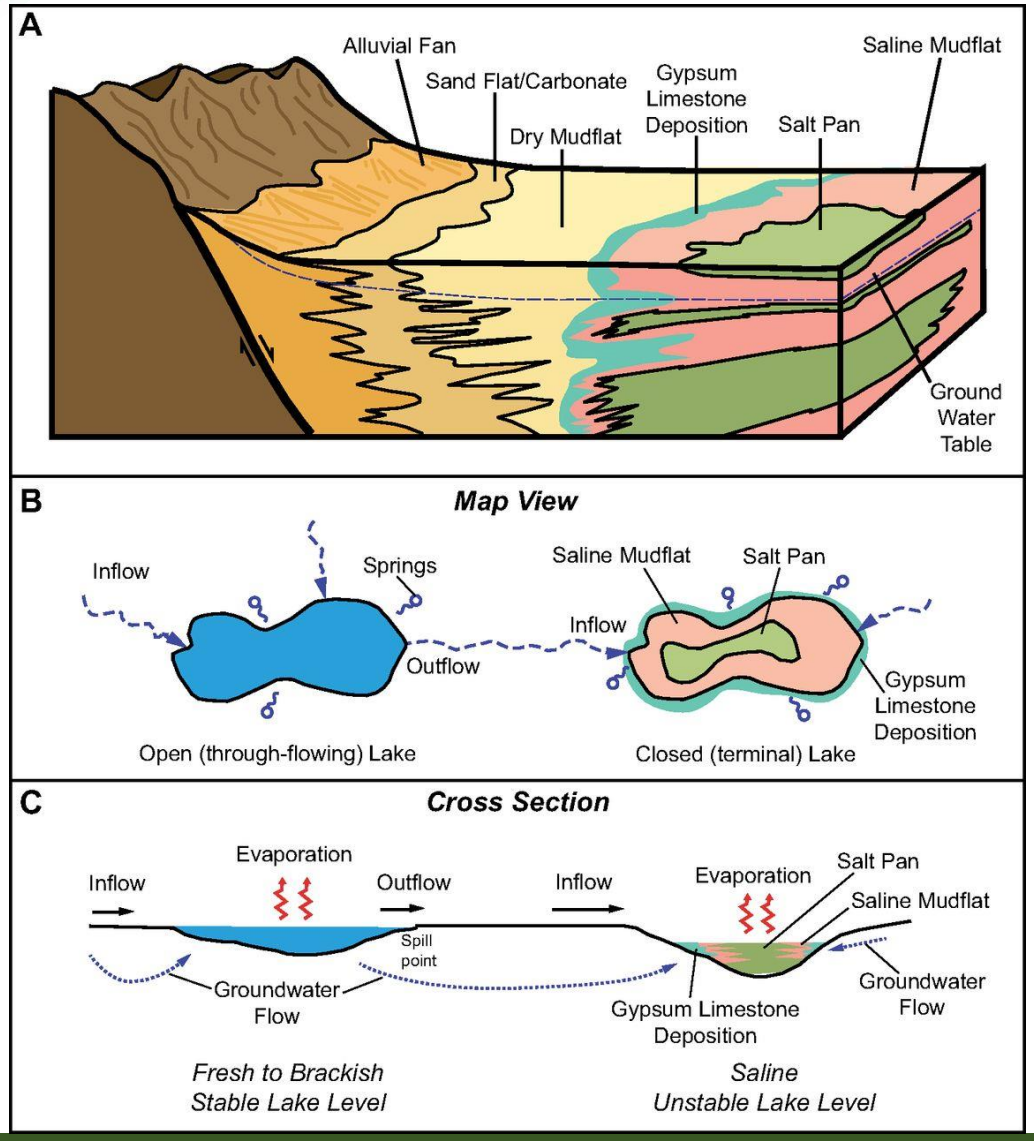
Sand-sized particles.

Shale

Clay-sized particles.

หินตะกอน

(ต่อ) 2. Chemical sed. rock



หินตะกอน

(ต่อ) 2. Chemical sed. rock

Chemical Sedimentary Rock

Dissolved minerals left behind
when water evaporates.

Gypsum

Halite

Limestone

หินตะกอน

(ต่อ) 3. Organic sed. rock

Organic Sedimentary Rock

Formed from the remains
of living things.

Anthracite Coal

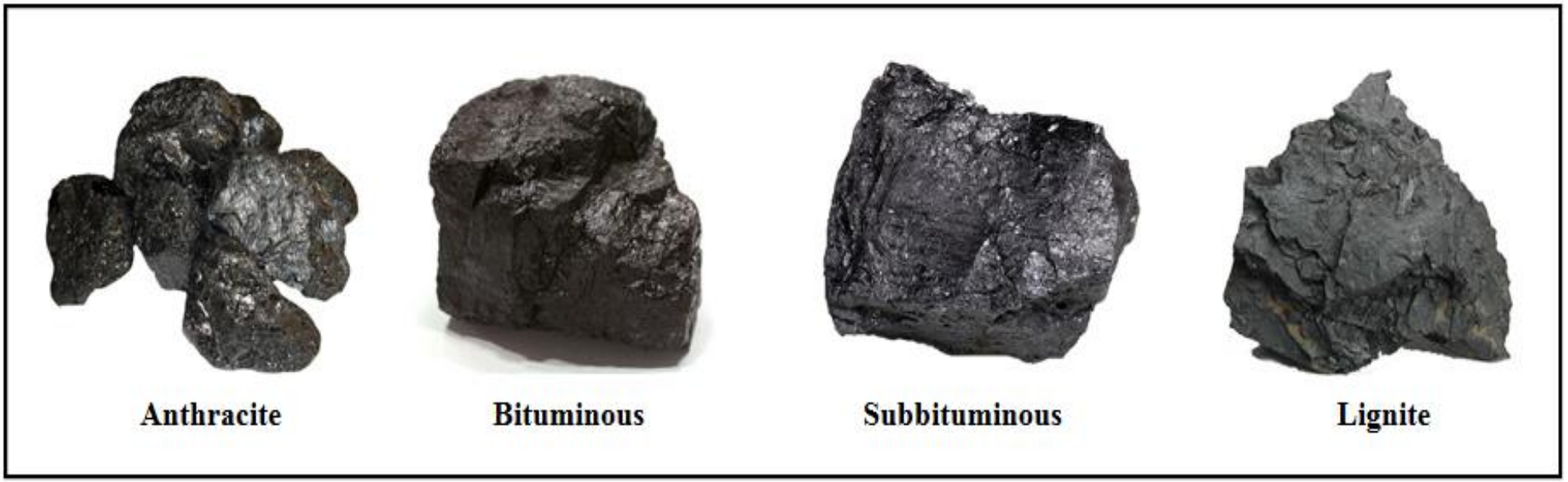
Chalk

Coquina

หินตะกอน

ถานหิน แบงตามคุณภาพ ดังนี้

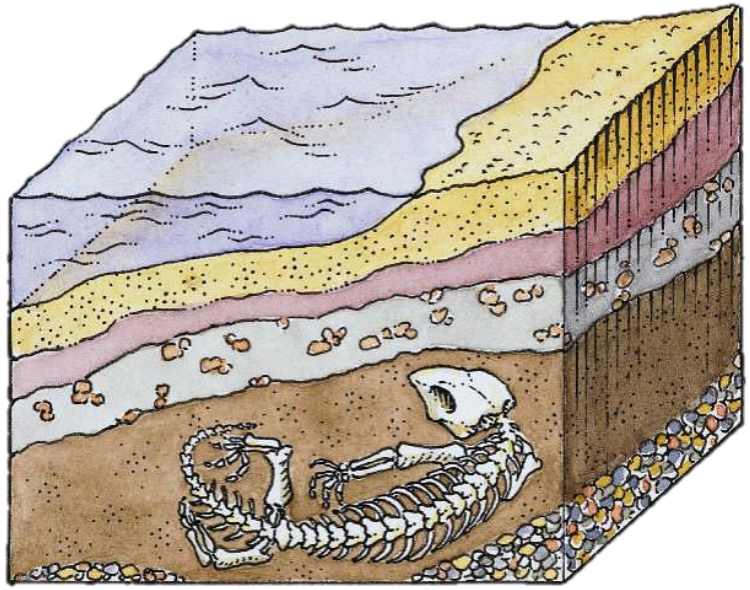
1. Lignite หรือ Brown coal (เหมืองแม่เมาะ ลำปาง)
2. Subbituminous coal
3. Bituminous coal
4. Anthracite (คุณภาพสูงที่สุด)



หินตะกอน

จาก 3 ชนิดหินตะกอนที่กล่าวไปข้างต้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ ได้แก่

1. Clastic Sedimentary Rock
2. Non-clastic Sedimentary Rock
   - 2.1 Chemical Sedimentary Rock
   - 2.2 Organic Sedimentary Rock



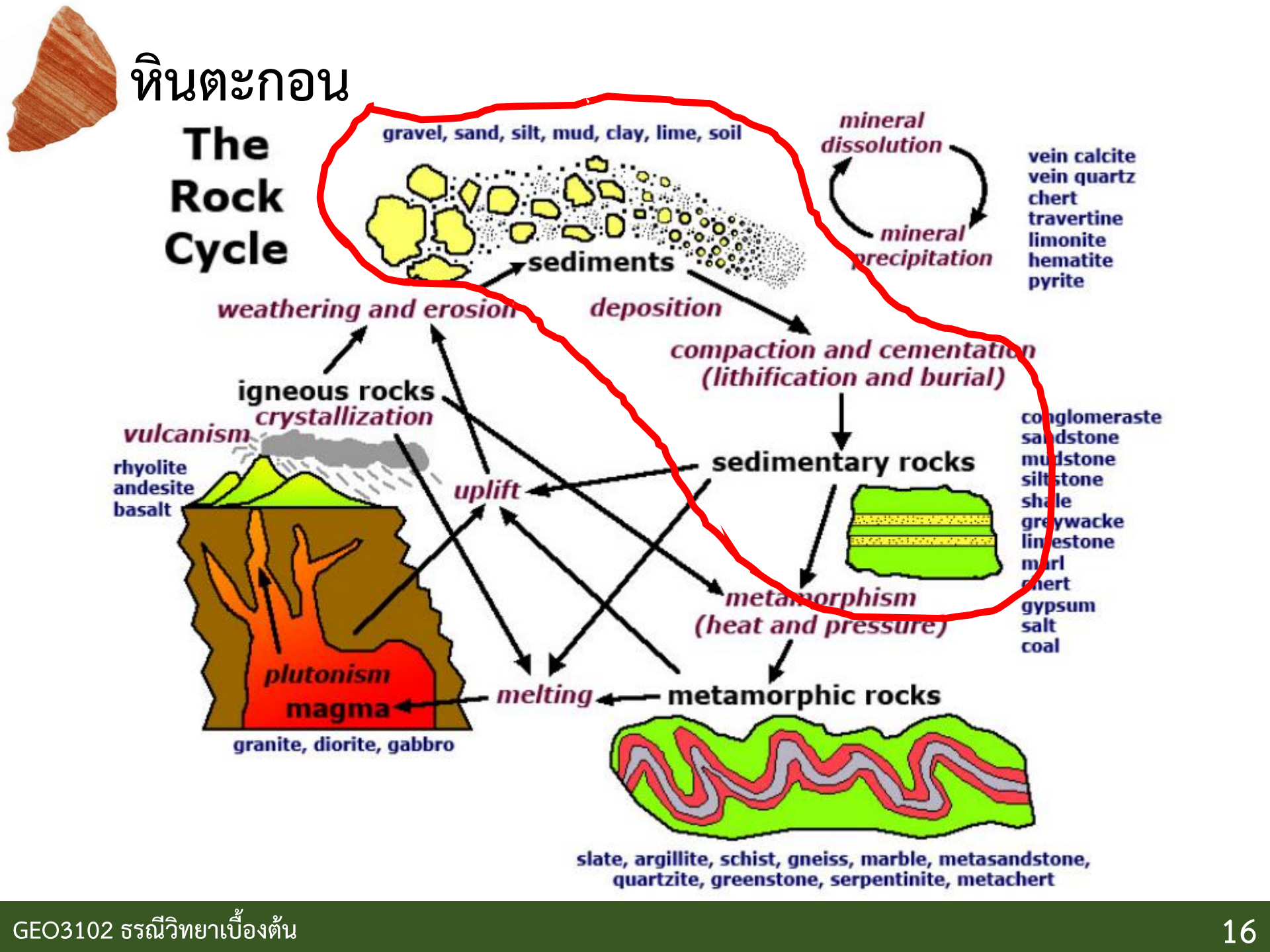
หินตะกอน

การแพรกระจาย

- เปนหินที่พบมากที่สุดในสวนผิวโลก (surface)
- บริเวณที่เปนทวีป มีหินตะกอนอยูประมาณ 3/4 ของบริเวณผิวโลกทั้งหมด
- ที่พบมากคือ หินดินดาน (shale), หินทราย (sandstone) และกลุมหินปูน (limestone)

Grand Canyon, USA

หินตะกอน


The Rock Cycle
gravel, sand, silt, mud, clay, lime, soil
mineral dissolution
mineral precipitation
vein calcite
vein quartz
chert
travertine
limonite
hematite
pyrite
sediments
weathering and erosion
deposition
compaction and cementation (lithification and burial)
igneous rocks
crystallization
vulcanism
rhyolite
andesite
basalt
uplift
sedimentary rocks
conglomeraste
sandstone
mudstone
siltstone
shale
greywacke
limestone
marl
chert
gypsum
salt
coal
metamorphism (heat and pressure)
plutonism
magma
melting
metamorphic rocks
granite, diorite, gabbro
slate, argillite, schist, gneiss, marble, metasandstone, quartzite, greenstone, serpentinite, metachert

หินตะกอน

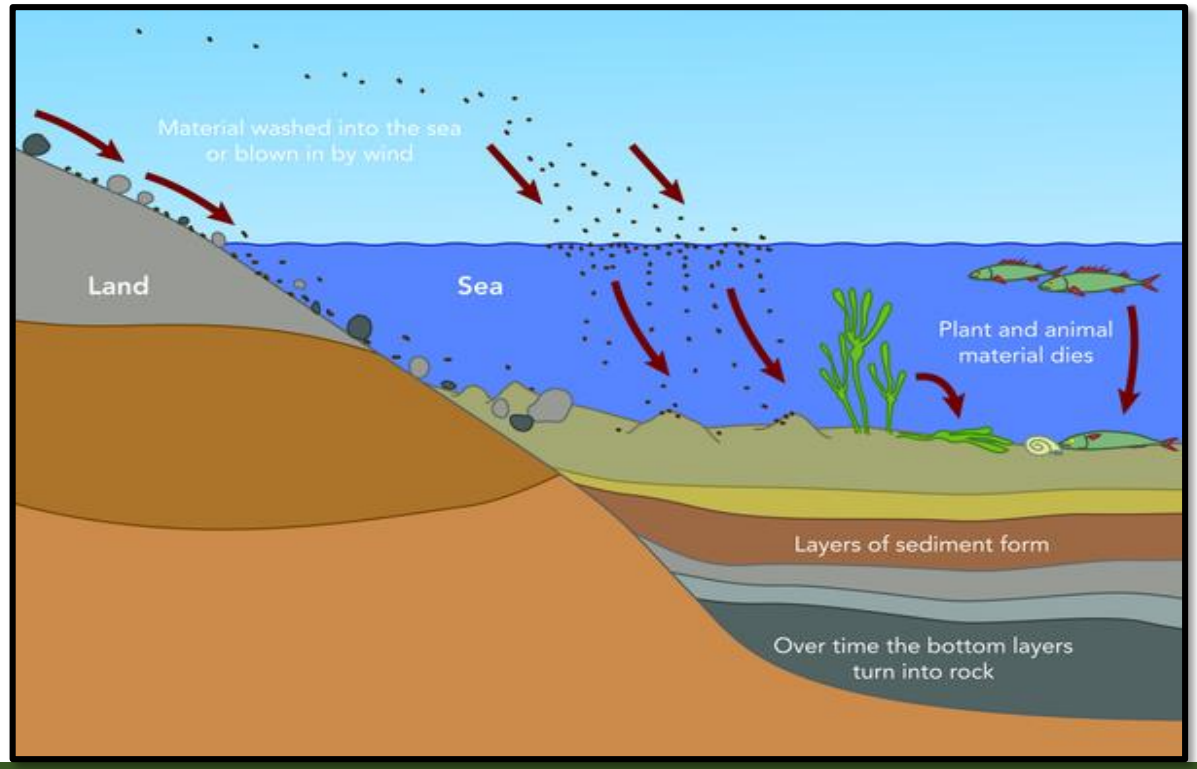
ลักษณะทั่วไปของหินตะกอน

1. ประกอบดวย**ชิ้นสวนของหินดั้งเดิม**หรือสารที่ตกตะกอนทางเคมี
2. มักจะเรียงตัวกันเปนชั้น ๆ
3. โดยทั่วไปจะออนกวาหินอัคนีและหินแปร
4. มักมีซากดึกดำบรรพอยูในหิน

หินตะกอน

วัฏจักรของหินตะกอน (The sedimentary cycle)

1. Destruction (การทำลาย) Weathering (physical, chemical), erosion
2. Transportation (การพัดพา)
3. Deposition (การทับถม)
4. Reconstruction/Lithification (การสรางหินใหม)

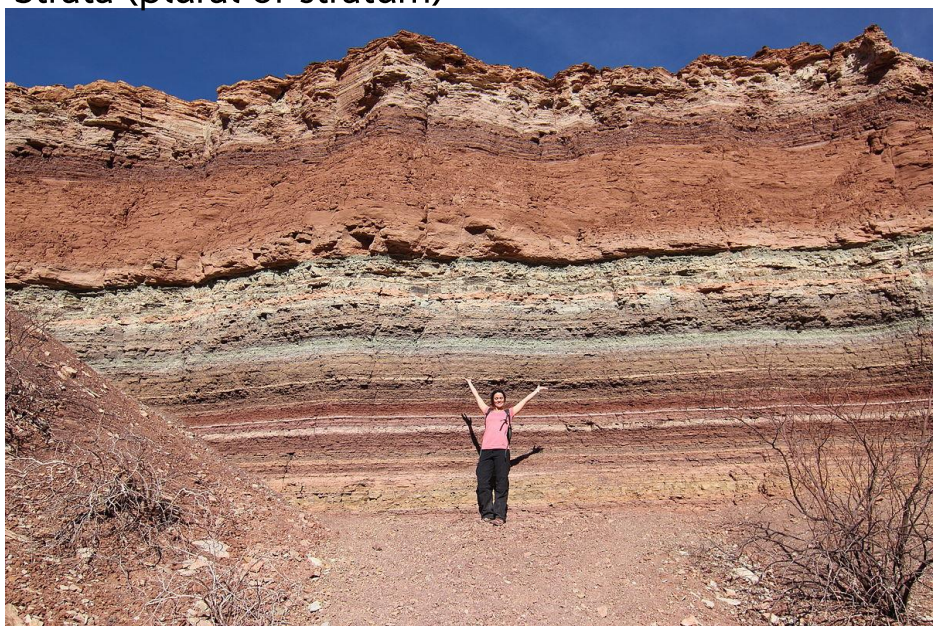


หินตะกอน

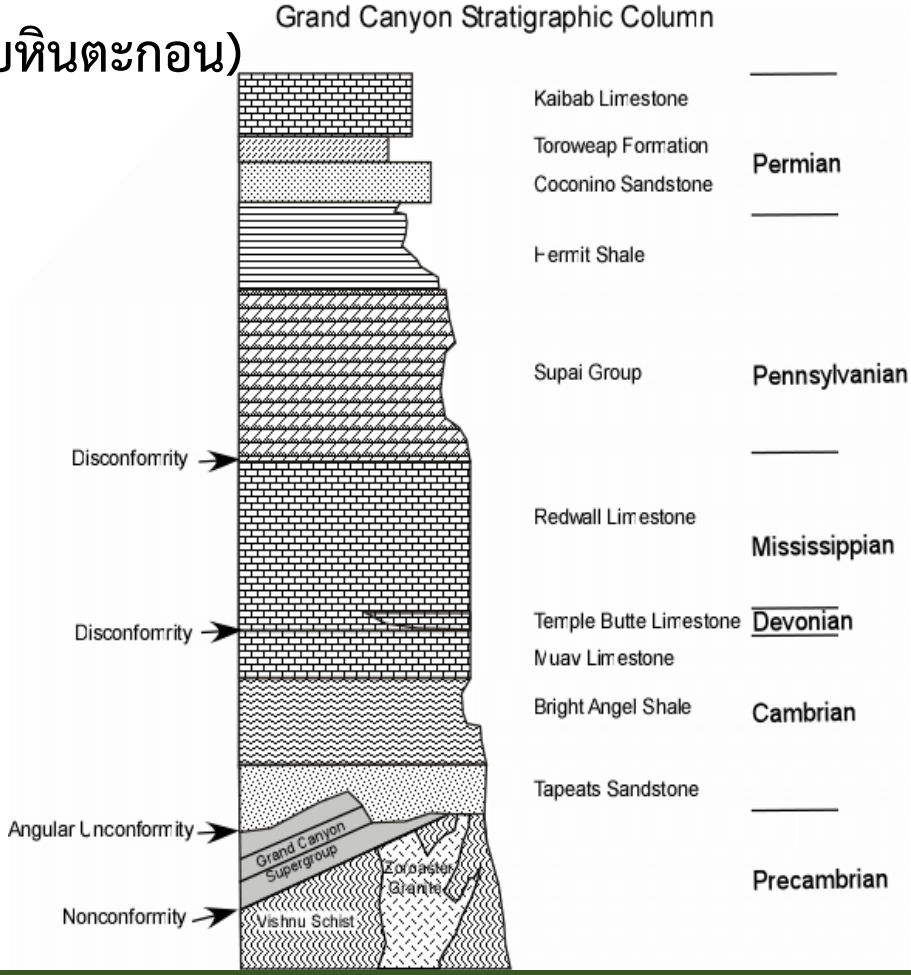
การจัดเรียงชั้น (Bedding)

- Bed Stratum, Strata (เรียกชั้นหินตะกอน)
- Stratification Stratigraphy (ลำดับหินตะกอน)

Strata (plural of stratum)



ตัวอย่างข้อมูล Stratigraphy

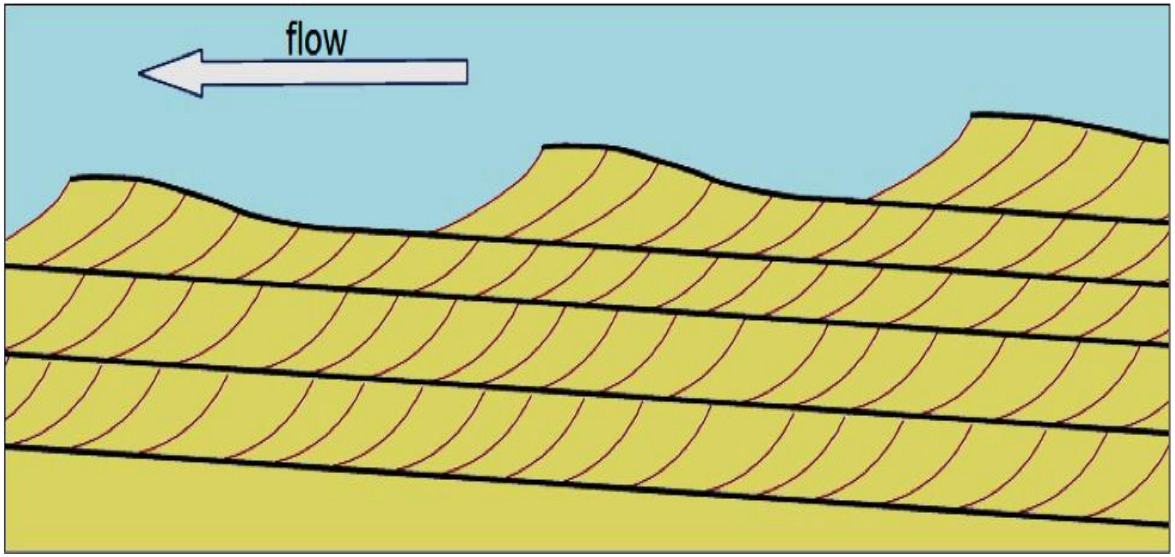


หินตะกอน

ลักษณะของชั้นหิน

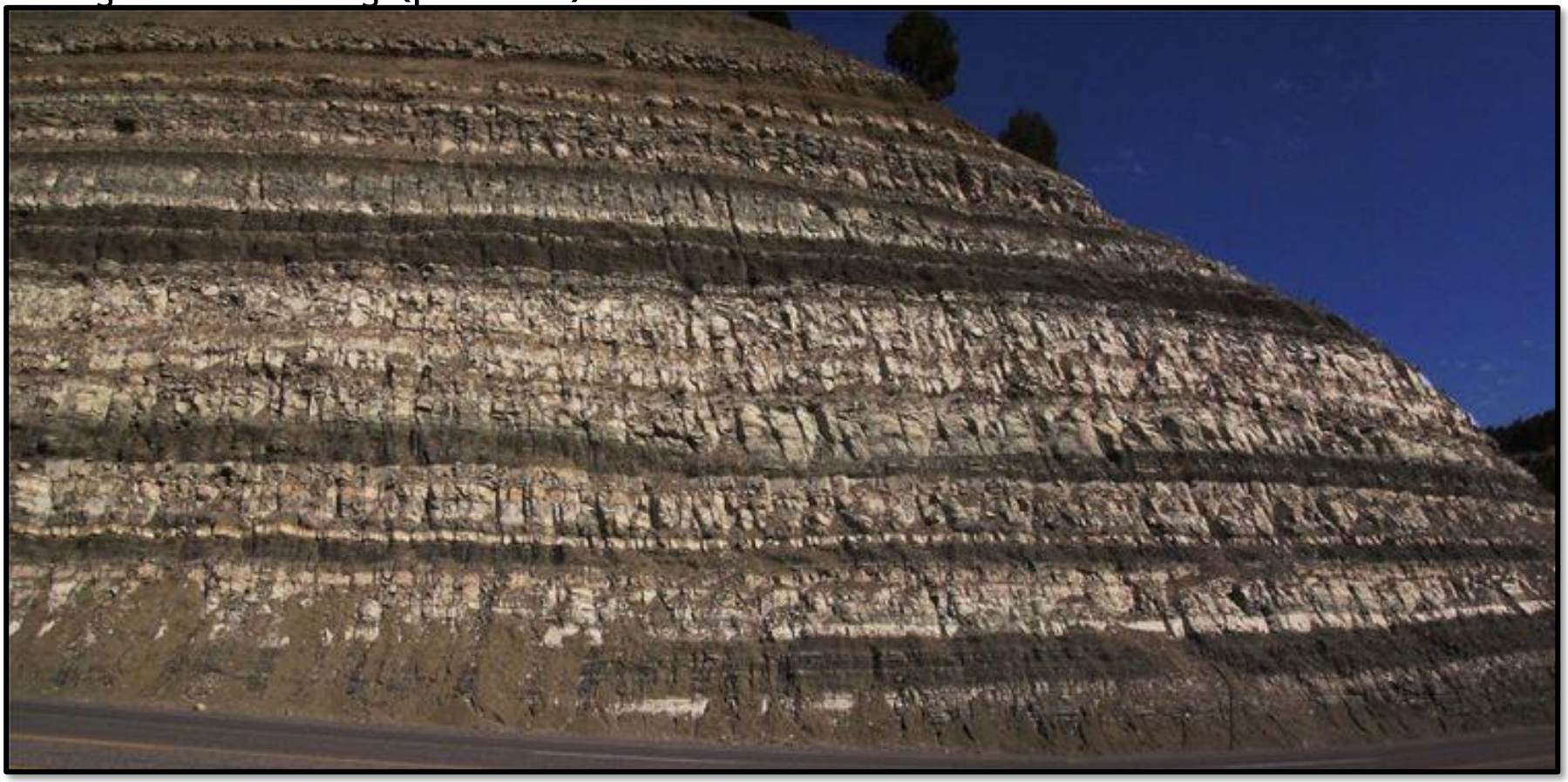
- regular bedding (parallel)
- current bedding
  - false bedding, cross-bedding
- graded bedding
- slump bedding
- massive bedding

cross-bedding



หินตะกอน

Regular bedding (parallel)



http://epod.usra.edu

หินตะกอน

Cross-bedding

หินตะกอน

Slump bedding

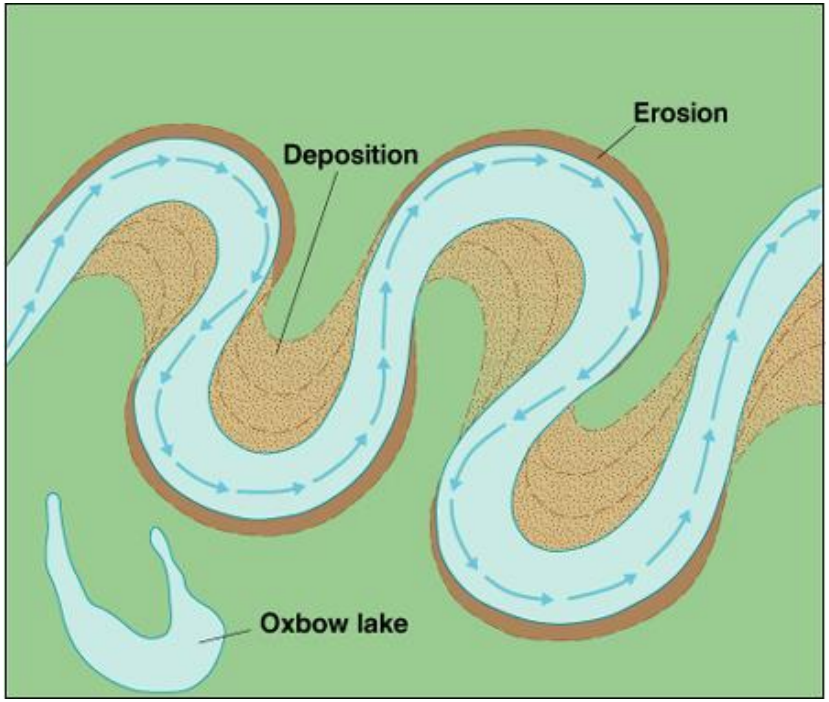
หินตะกอน

Graded bedding

หินตะกอน

พาหะธรณี (Geologic agent)

1. น้ำไหล (running water) sorting, roundness
2. ลม ขนาดเล็ก <2 มิลลิเมตร
3. ธารน้ำแข็ง assorted, angularity
4. ทะเล และมหาสมุทร - variable



หินตะกอน

การเกิดซากดึกดำบรรพ (Fossilization)

- Trace fossil
- Derived fossil

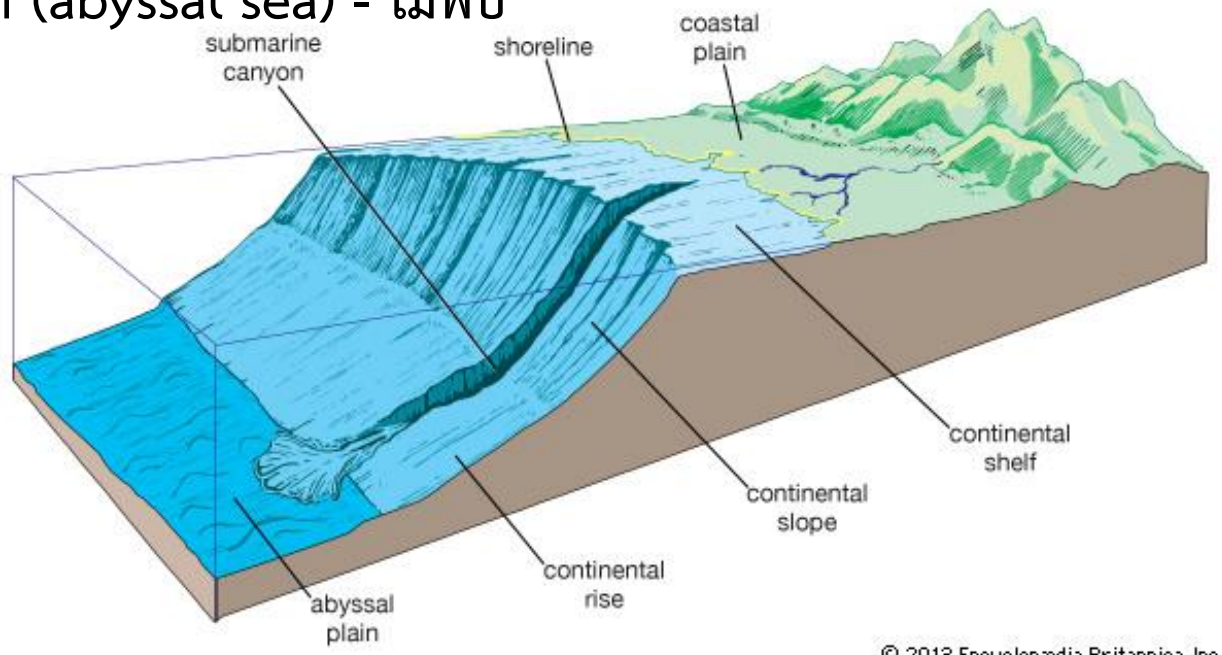
ความสำคัญของซากดึกดำบรรพ

- อายุ
- สภาพแวดลอม

หินตะกอน

การแพรกระจาย

- ที่สูง (upland) – นอย
- ที่ต่ำ (lowland) - พบมากขึ้น เชน ถานหิน
- ไหลทวีป (continental shelf) – พบมากที่สุด
- ที่ลาดชันทวีป (continental slope) - พบนอยลง
- ทะเลลึก (abyssal sea) - ไมพบ

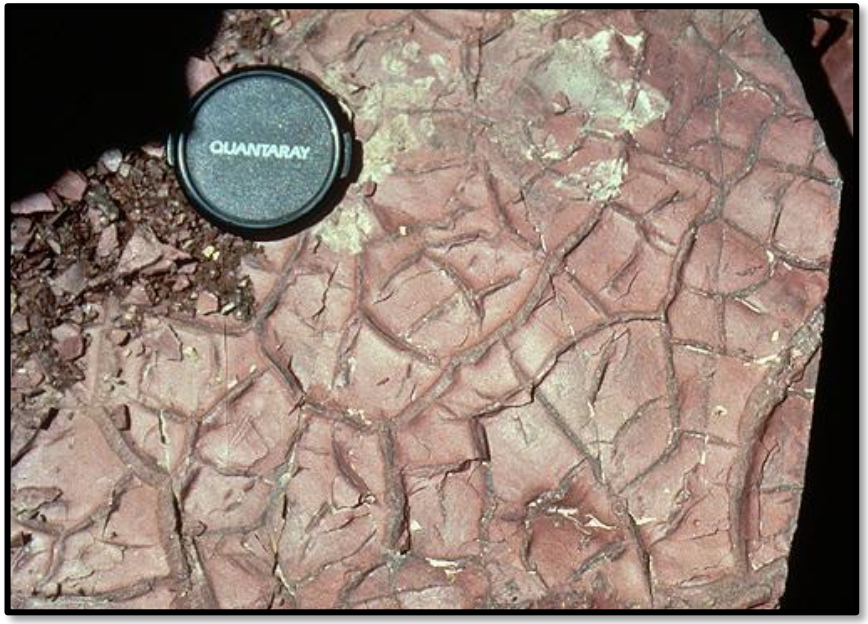


หินตะกอน

ลักษณะโครงสร้างอื่น ๆ ในหินตะกอน

- mud cracks
- foot imprint
- raindrop imprint
- ripple mark
- concretion & nodule

ripple mark



mud cracks

หินตะกอน

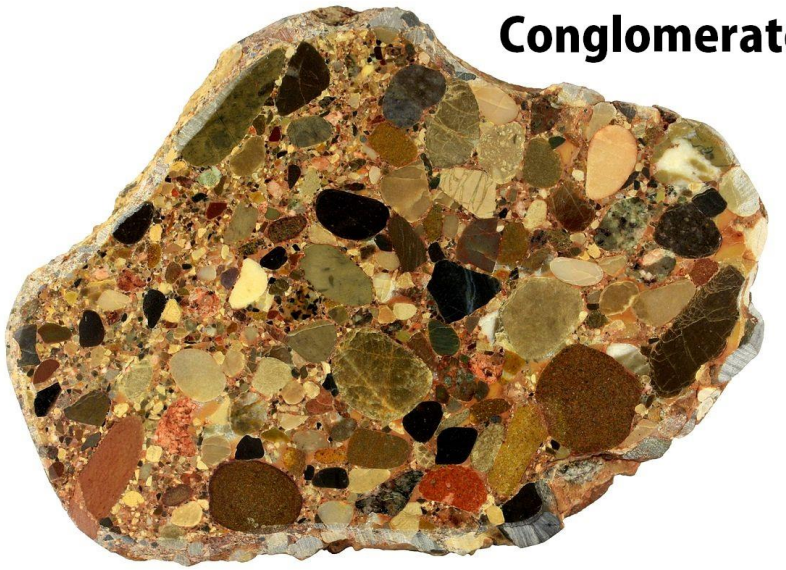
กระบวนการแยกตะกอนธรรมชาติ

(Sedimentary differentiation)

ถ้าหากมีเวลาเพียงพอ กระบวนการนี้จะแยกตะกอนที่มีองค์ประกอบเหมือนกัน ตกทับถมในแหล่งเดียวกันหมด

องคประกอบของหินตะกอน

- quartz
- calcite
- clay minerals
- rock fragments



หินตะกอน

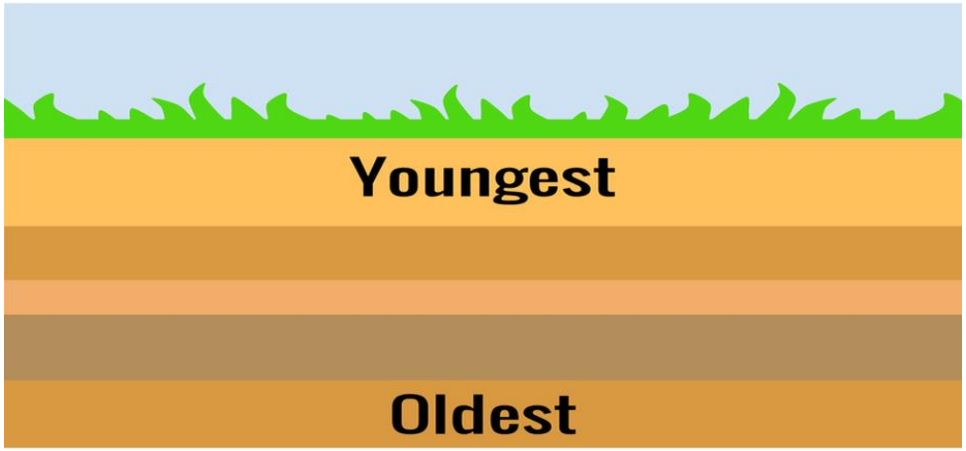
กฎการตกตะกอน โดย Nicolas Steno

2.1 Law of Original Horizontality

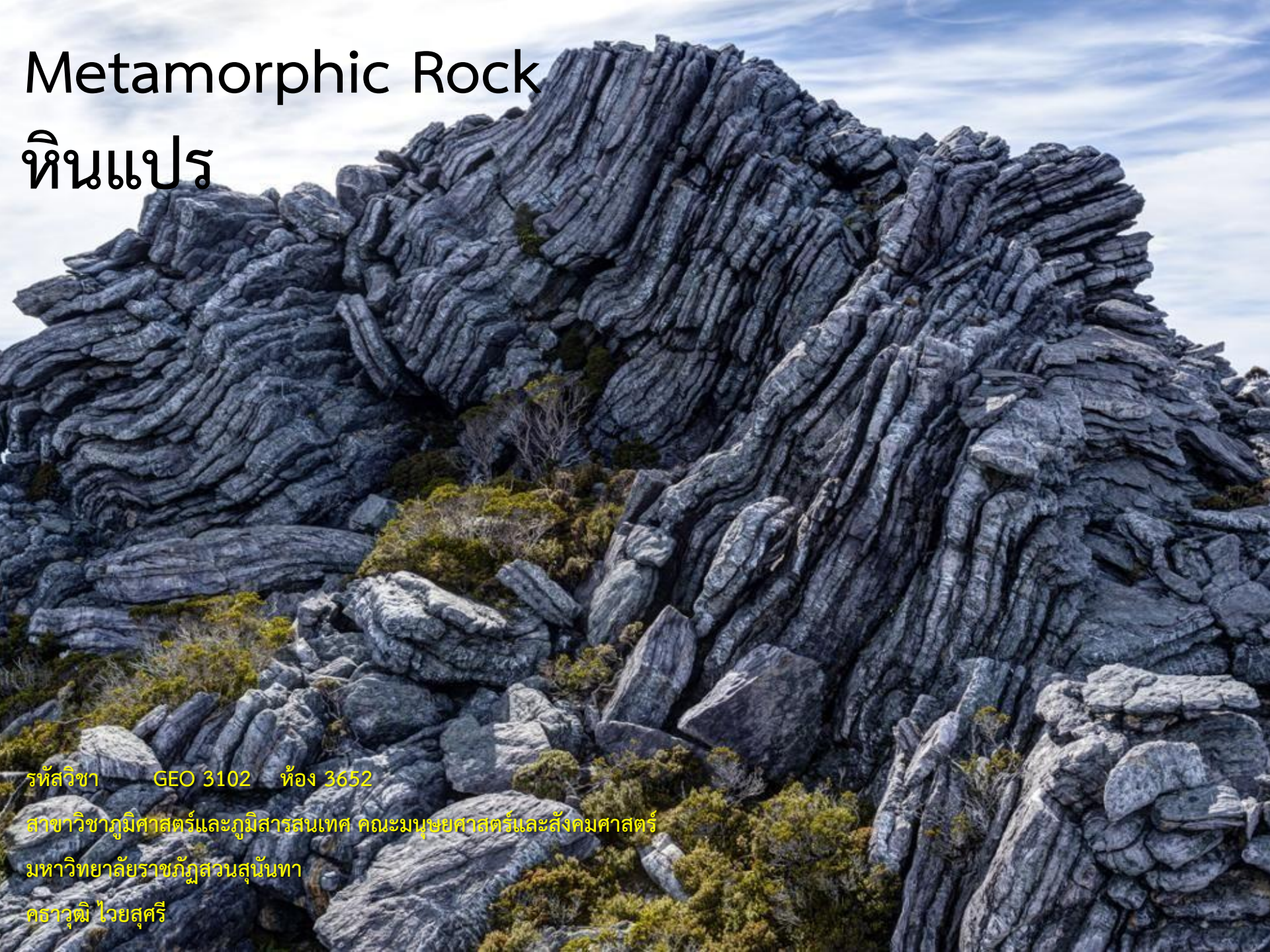
การตกตะกอนของสารใด ๆ ก็ตาม ถาไมมีอะไรรบกวน จะตกในแนวราบเสมอ

2.2 Law of Superposition

ชั้นหินตะกอนที่ตกตะกอนกอน จะเปนชั้นที่มีอายุมากที่สุด ชั้นหินที่อยูถัดมาจะมีอายุนอยขึ้นไปตามลำดับ ชั้นหินบนสุดจะมี อายุนอยที่สุด



Metamorphic Rock
หินแปร

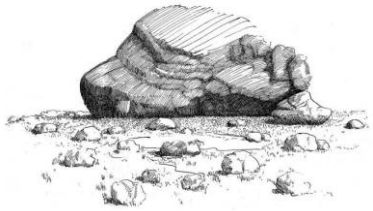


รหัสวิชา GEO 3102 ห้อง 3652

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ศธาวุฒิ ไวยสุศรี



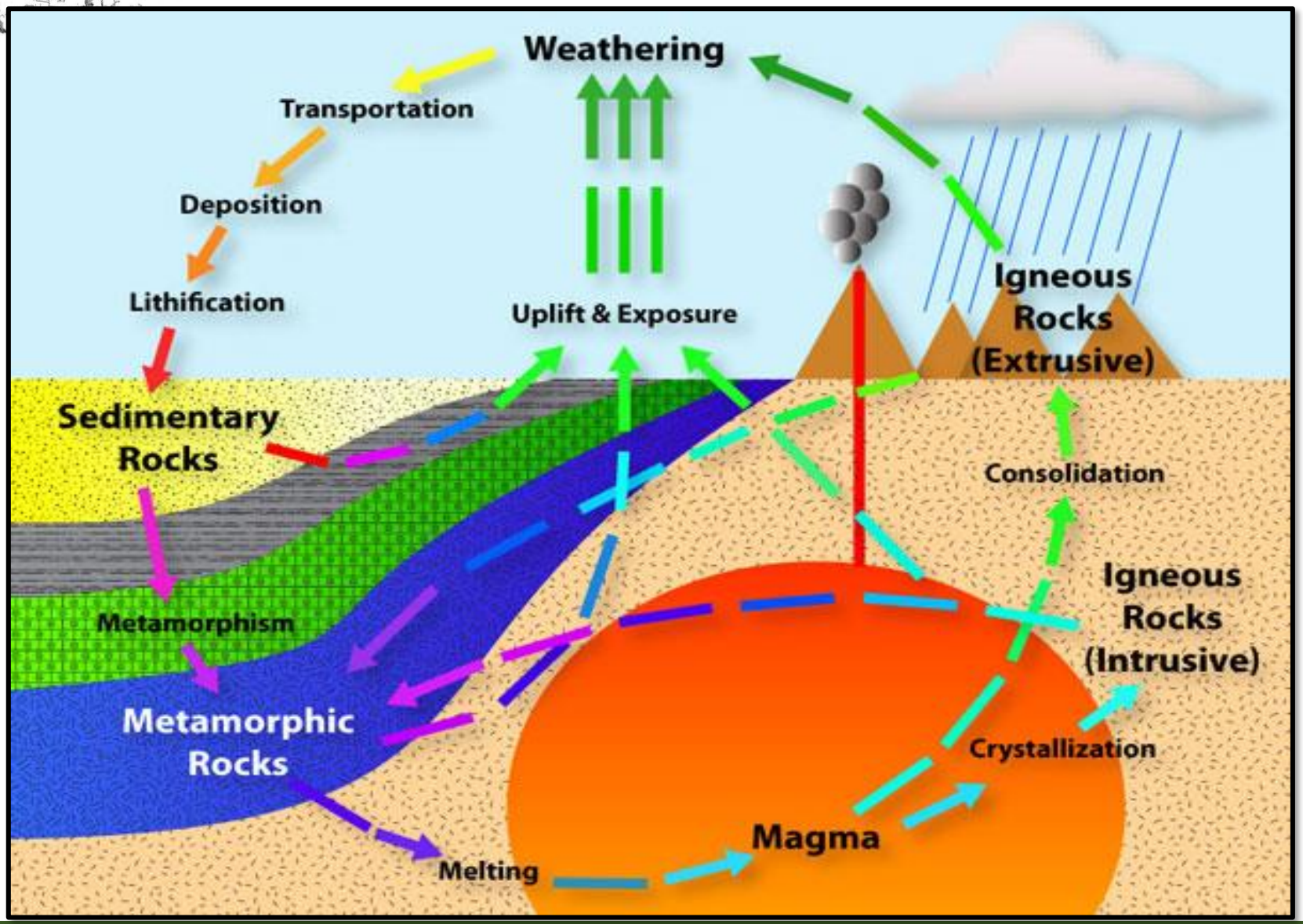
หิน (Rocks)

หิน คือ อนินทรียสารที่เกิดจากการรวมกันอยูของ**แรตั้งแต่ 1 ชนิด** ขึ้นไป และประกอบอยู่เป็นสวนสำคัญของเปลือกโลก

หิน แบงตามการเกิดได้ 3 ชนิด คือ

1. หินอัคนี (Igneous rock)
2. หินตะกอน หรือหินชั้น (Sedimentary rock)
3. หินแปร (Metamorphic rock)

วัฏจักรของหิน


Weathering
Transportation
Deposition
Lithification
Sedimentary Rocks
Uplift & Exposure
Igneous Rocks (Extrusive)
Consolidation
Metamorphism
Metamorphic Rocks
Igneous Rocks (Intrusive)
Crystallization
Magma
Melting

หินแปร (Metamorphic rock)

ตัวอย่างหินแปร

Gneiss

Slate

Quartzite

Schist

Marble

Phyllite

หินแปร (Metamorphic rock)

ปจจัยที่ทำใหเกิดการแปรสภาพ

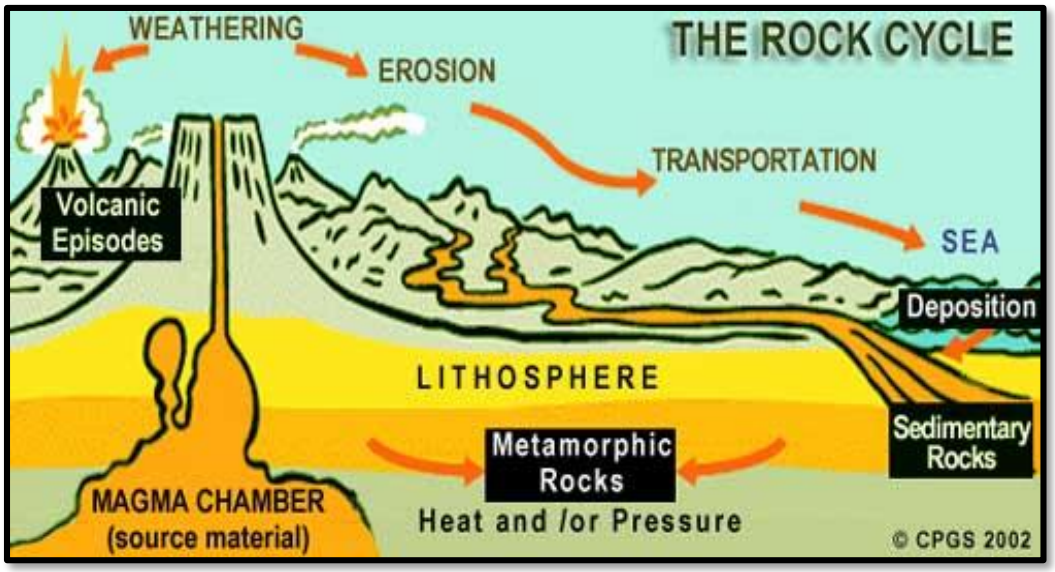
1. ความรอน (Heat) 200-700 °C

2. ความดัน (Pressure)

- ชองวางระหวางเม็ดแรนอยลง
- อะตอมจับตัวกันแนนมากขึ้น
- ตกผลึกใหมของแรและ

บางครั้งทำใหเกิดแรใหม

- เกิดการเคลื่อนที่ระหวางเม็ดแรภายในหิน
- เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อหิน (โครงสราง)
- เกิดการจัดเรียงตัวใหมของแร

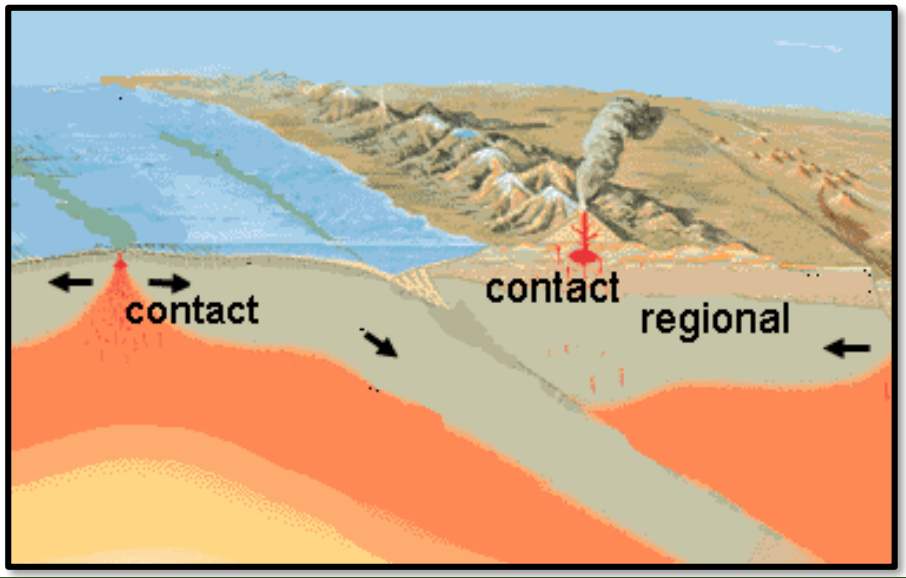


หินแปร (Metamorphic rock)

ข้อสังเกต

การแปรสภาพ จะเกิดขึ้นภายในเปลือกโลก ในระดับลึกกว่าบริเวณที่หินมีการผุพังและ แข็งตัว (zone of weathering and cementation) และไม่อยู่ในบริเวณที่มีการหลอมเหลวใหม่ของหิน (zone of remelting)

การแปรสภาพ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางโครงสร้างของหิน เพื่อที่จะปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งผลที่ได้ก็คือ หินที่เกิดขึ้นใหม่จะแตกต่างไปจากหินเดิม



หินแปร (Metamorphic rock)

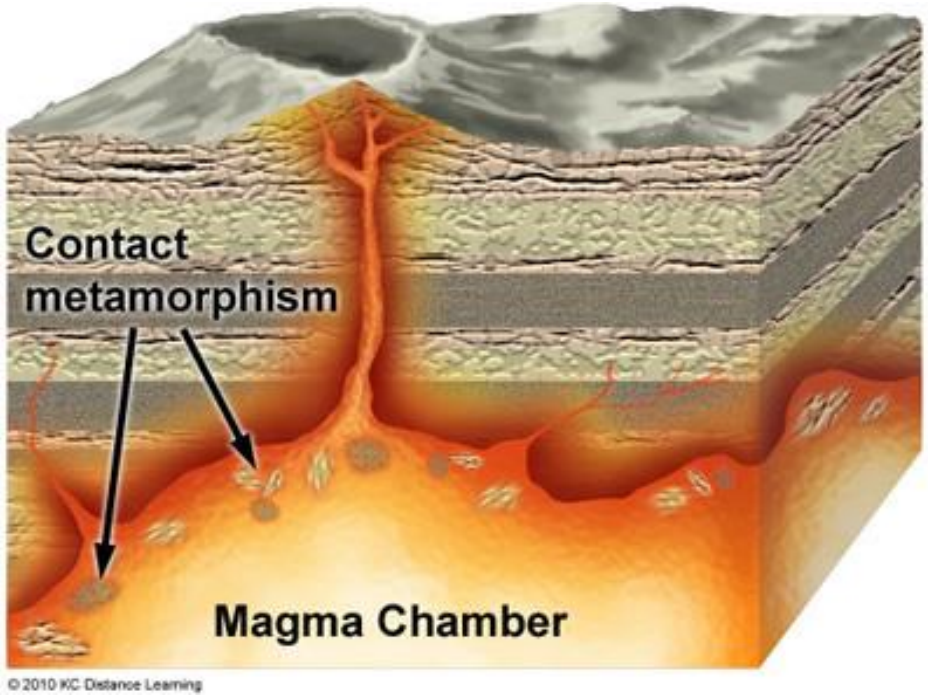
ชนิดของการแปรสภาพ

1. Contact metamorphism เกิดจากการแทรกดันของหินหนืดเขาไปในหินขางเคียง

- อุณหภูมิมีหลายชวง
- ความดัน 100-3,000 บรรยากาศ (ใกลผิวโลก)

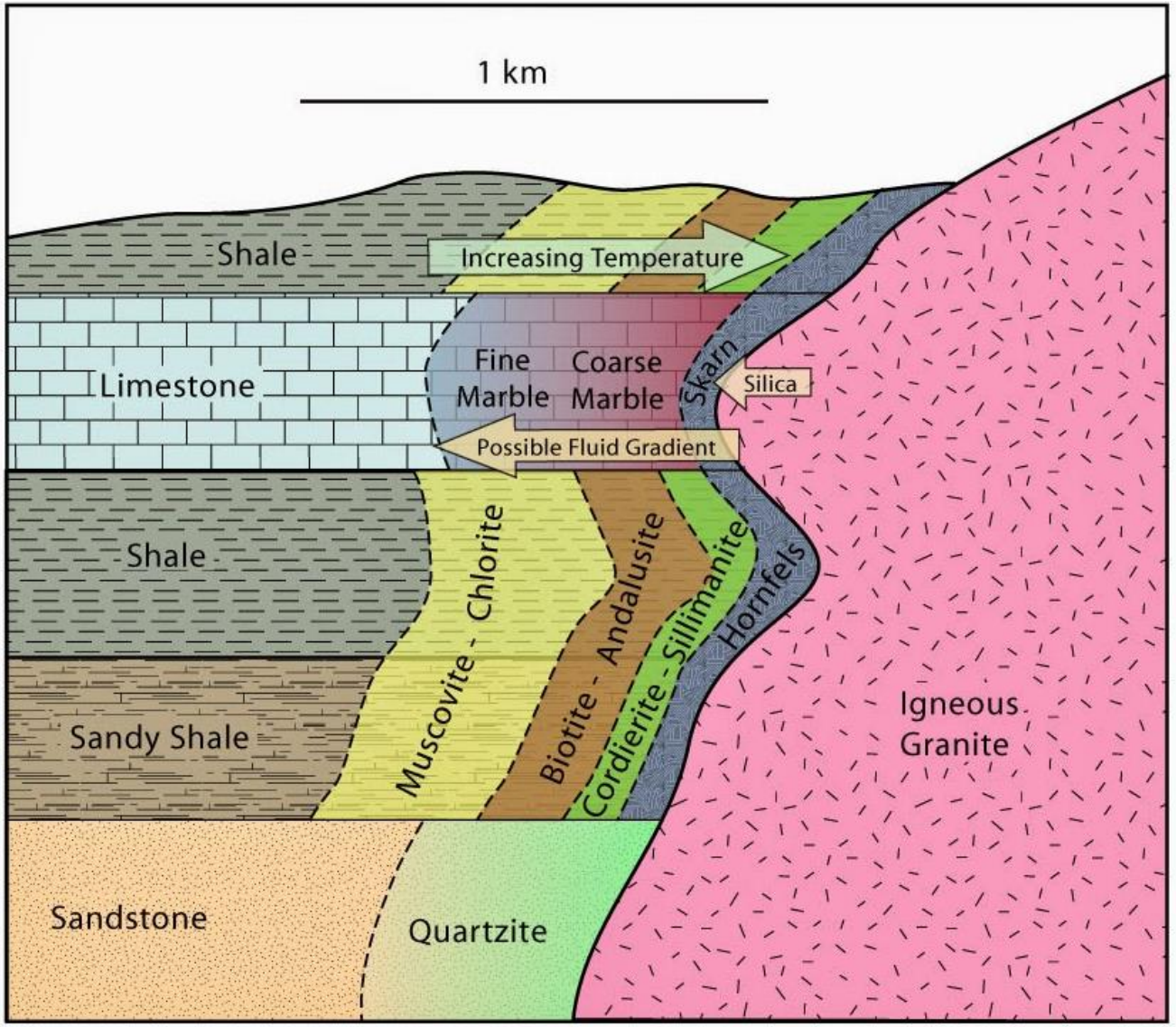
แรที่เกิดแบงออกไดเปน 2 พวก ดังนี้

- พวกที่เกิดจากความรอนของ magma ที่กระทำตอหินขางเคียง
- พวกที่เกิดจากสารละลาย hydrothermal ที่ทำปฏิกิริยากับหินขางเคียง



หินแปร (Metamorphic rock)

ชนิดของการแปรสภาพ (ต่อ) 1. Contact metamorphism



หินแปร (Metamorphic rock)

ชนิดของการแปรสภาพ (ต่อ) 1. Contact metamorphism

Limestone

Recristalization
(caused by heat)

Marble

sandstone becomes quartzite

หินแปร (Metamorphic rock)
ชนิดของการแปรสภาพ

2. Dynamothermal metamorphism

- อุณหภูมิ
- ทิศทางของความดัน

แบงออกเปน 2 ชนิด คือ

2.1) Dislocation metamorphism

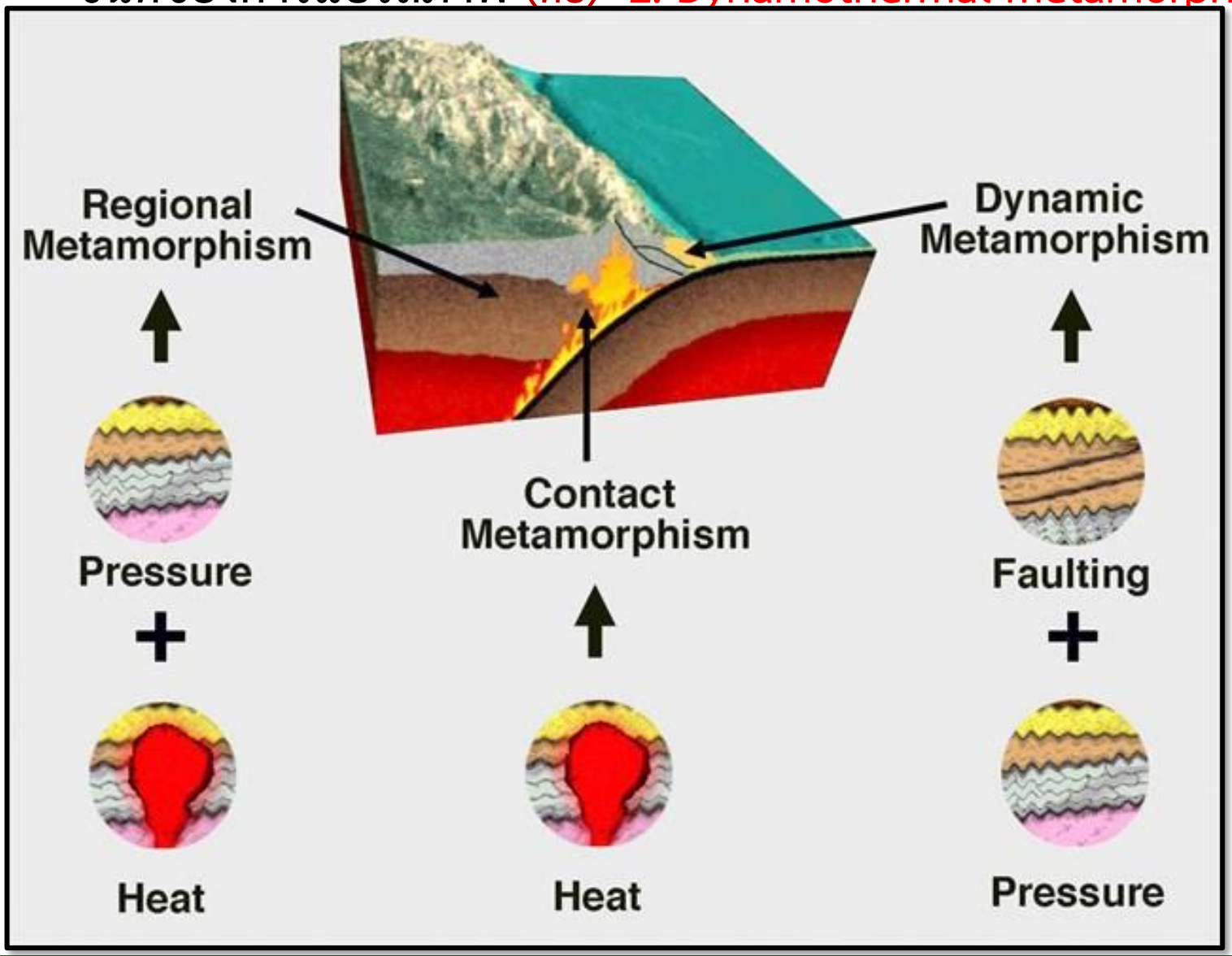
เกิดในบริเวณเปลือกโลก มีการไหวตัวรุนแรง เชน fault

2.2) Regional metamorphism

เกิดเปนบริเวณกวาง ในเขตที่มีการไหวตัวของเปลือกโลก มักจะมีอุณหภูมิและความดันสูง

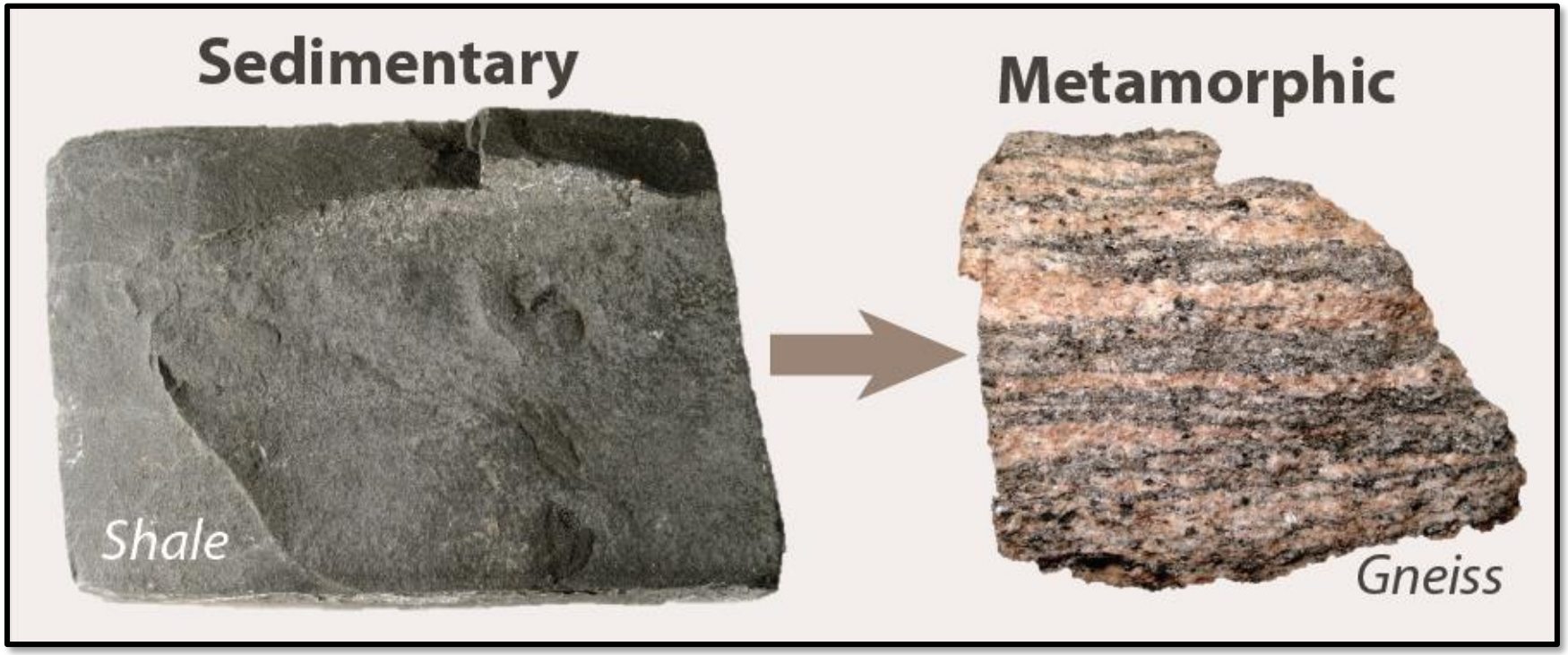
หินแปร (Metamorphic rock)

ชนิดของการแปรสภาพ (ต่อ) 2. Dynamothermal metamorphism



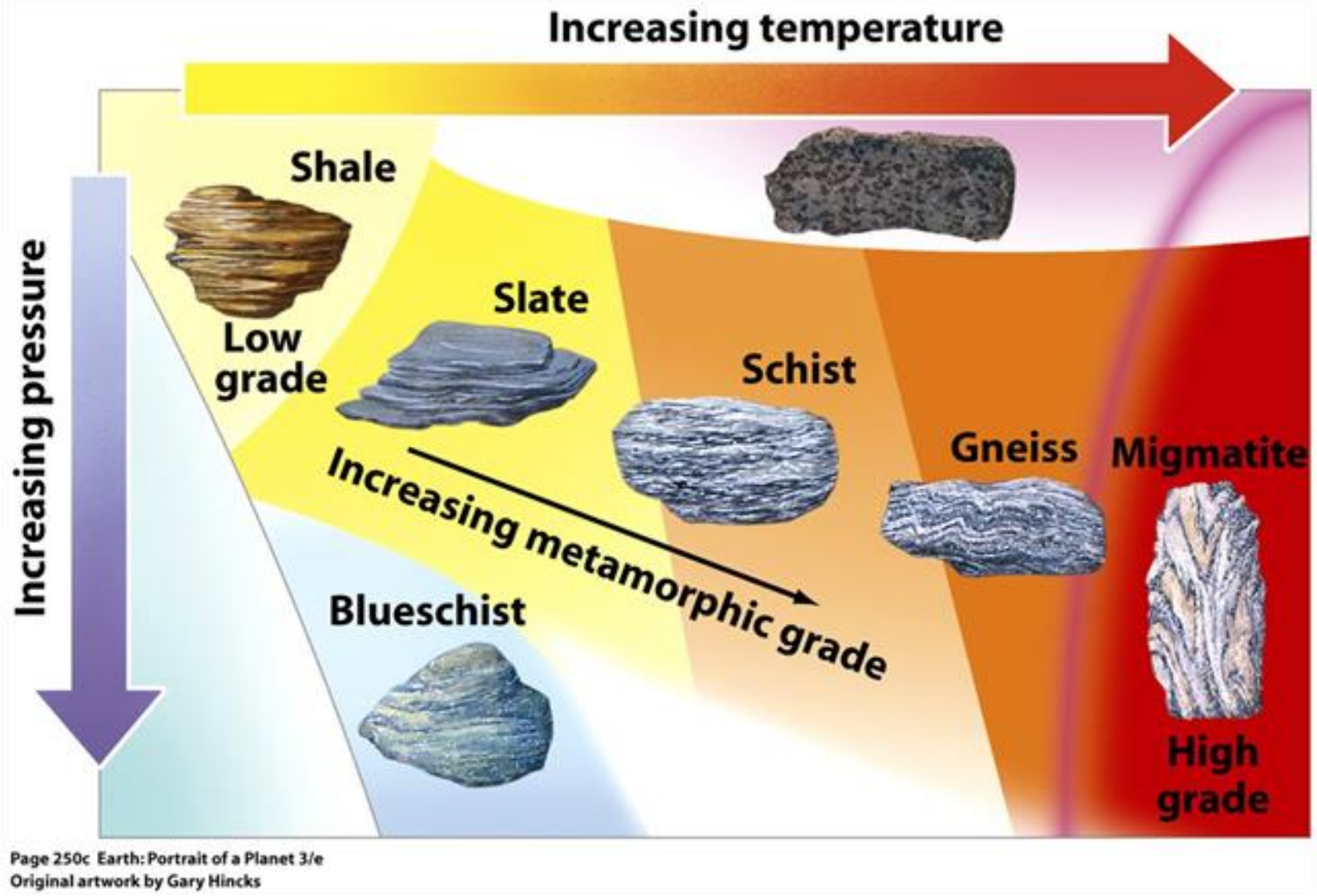
หินแปร (Metamorphic rock)

ชนิดของการแปรสภาพ (ต่อ) 2. Dynamothermal metamorphism



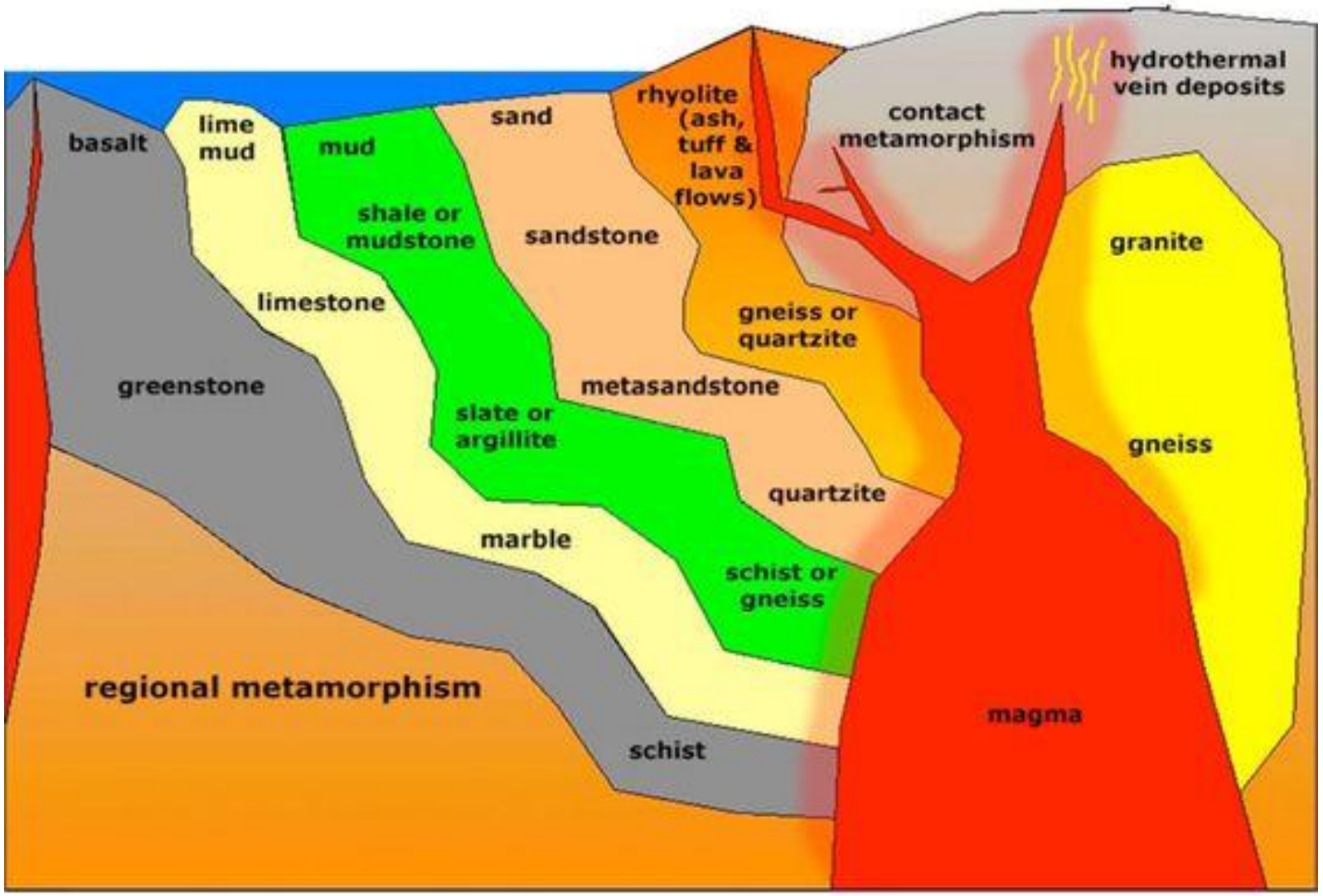
หินแปร (Metamorphic rock)

ชนิดของการแปรสภาพ (ต่อ) 2. Dynamothermal metamorphism



หินแปร (Metamorphic rock)

หินที่เกิดบริเวณต่าง ๆ ของการแปรสภาพ

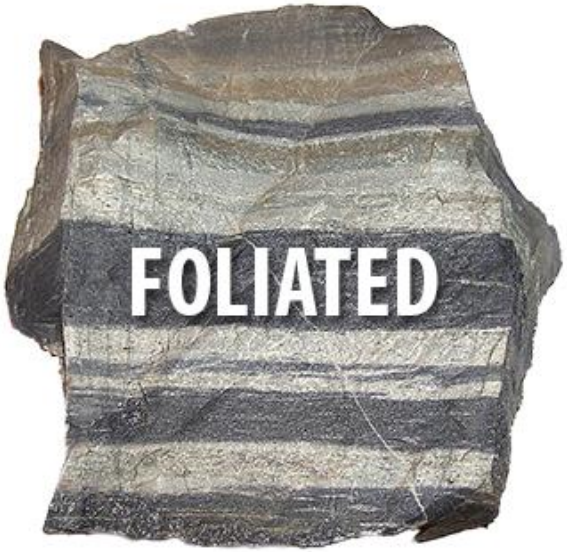


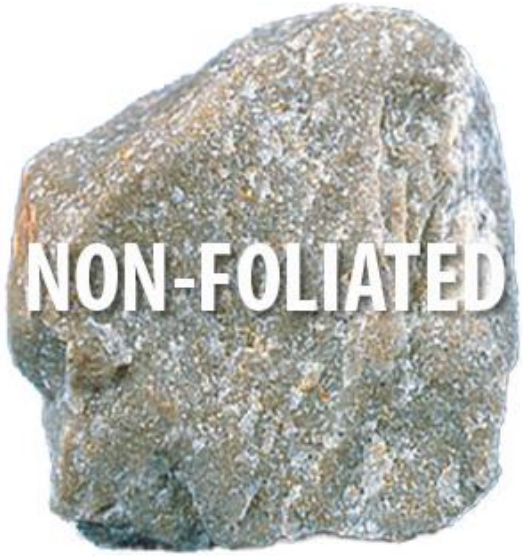
This simplified diagram illustrates the relationships of metamorphic rocks with their parent materials.

หินแปร (Metamorphic rock)

โครงสรางของหินแปร

1. โครงสรางตามแบบหินตะกอน
2. โครงสรางในเนื้อหิน





2.1) Non-foliated metamorphic rock

- เนื้อละเอียดหรือหยาบก็ได
- เม็ดแรไมมีการเรียงตัวใหเห็น
- หินจะไมแสดง rock cleavage

  (หินแตกออกจากกันไดงาย)

หินแปร (Metamorphic rock)
โครงสรางของหินแปร

2.2) Foliated metamorphic rock

แสดงแนวแตก แบงแนวแตกเหลานี้ออกไดเปน

ก. Slaty (ภาษาฝรั่งเศสโบราณ “esclat” = fragment = splinter)

แตกเปนชิ้นเล็ก ๆ มองดวยกลองจุลทรรศนจึงจะเห็น

ข. Phyllitic (ภาษากรีก phyllon = leaf)

เกิดจากแผนแรเล็ก ๆ พอมองเห็นดวยตาเปล่า แนวแตกแบบนี้ใหญกวา slaty

Slate หรือหินชนวน

Phyllite

หินแปร (Metamorphic rock)
โครงสรางของหินแปร

(ต่อ) 2.2) Foliated metamorphic rock (ต่อ)

ค. Schistose (ภาษากรีก schistos= divided = แบงออกได) ทำใหเกิดแผน มองเห็นไดชัดเจนดวยตาเปลา มีขนาดใหญกวา slaty และ phyllitic

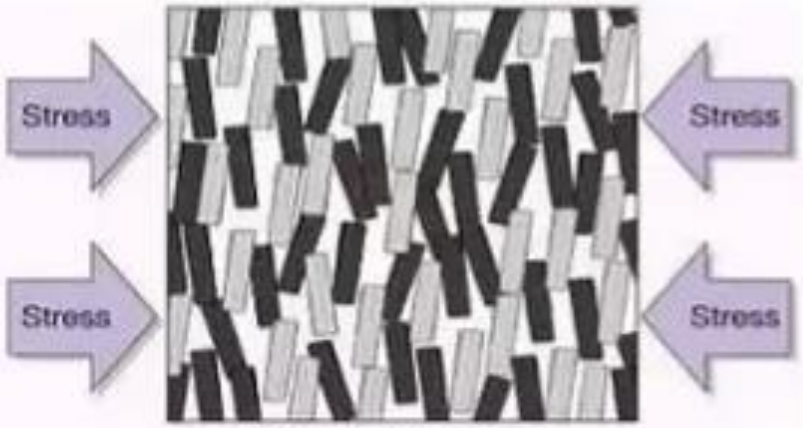
ง. Gneissic (ภาษากรีก Gneis = spark = ประกาย) มีการแตกตั้งแตไมกี่มิลลิเมตรจนถึงหนึ่งเซนติเมตร

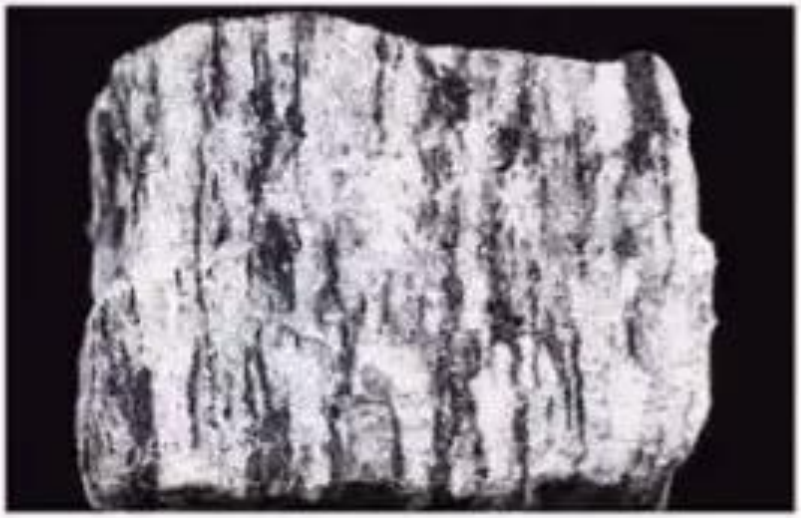
Schist

Gneiss

หินแปร (Metamorphic rock)

เกิดการเรียงตัวของแร่ในหินเมื่อมีแรงกระทำ





หินแปร (Metamorphic rock)

การจำแนกหินแปร

- จำแนกตามโครงสรางในเนื้อหิน
- แรที่พบมากในหิน

ชนิดของหินแปร

- ขึ้นอยูกับหินเดิม
- ชนิดของการแปรสภาพ
- ความรุนแรงของการแปรสภาพ

Garnet gneiss

Chlorite schist

หินแปร (Metamorphic rock)

(ต่อ) การจำแนกหินแปร

clay $\xrightarrow{\text{compaction}}$ shale $\xrightarrow{\text{P}}$ slate $\xrightarrow{\text{P and low T}}$ phyllite $\xrightarrow{\text{high P and T}}$ mica schist $\xrightarrow[\text{high T}]{\text{very high P}}$ garnet $\xrightarrow[\text{very high T}]{\text{very high P}}$ kyanite

Talc

Chlorite, Talc, Mica การแปรสภาพไม่รุนแรง

Garnet, Amphiboles การแปรสภาพรุนแรง

Garnet

หินแปร (Metamorphic rock)