






































Slide 4

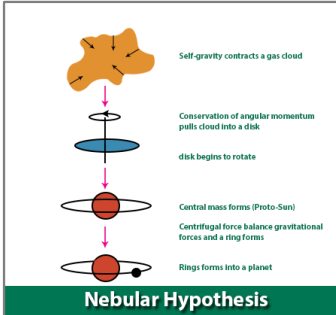
**1. THE NEBULA HYPOTHESIS (ต่อ)**  
 เสนอโดย PIERRE LAPLACE ในปี 1796



4. เกิดวงแหวนของก๊าซ แยกตัว  
ออกเป็นชั้น ๆ

5. แต่ละวงหมุนรอบจุดศูนย์กลาง  
ของตัวเองกลุ่ม NEBULA จีบตัวกัน  
แน่นขึ้น ร้อนและหมุนเร็วมากขึ้น

6. เกิดจุดศูนย์กลาง และเส้นที่  
หมุนรอบเป็นวง



Self-gravity contracts a gas cloud

Conservation of angular momentum  
pulls cloud into a disk

disk begins to rotate

Central mass forms (Proto-Sun)

Centrifugal force balance gravitational  
forces and a ring forms

Rings forms into a planet

**Nebular Hypothesis**

<http://physics.tutorvista.com>

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### 3. THE SUPERNOVA THEORY

ทฤษฎีนี้ได้จากการสังเกตดาวดวงหนึ่งชื่อ NOVA ซึ่งต่อมา เปล่งแสงสว่างขึ้นและสว่างมาก เรียกว่า SUPERNOVA

ในช่วงเวลาหนึ่ง ดวงอาทิตย์มีดาวเพื่อนอยู่ใกล้กันเป็นดาวฤกษ์แฝด ดาวแฝดของดวงอาทิตย์นี้เปล่งแสงขึ้นและแตกเป็นชิ้นส่วนมากมาย เกิดรวมตัวกันเป็นกลุ่ม และถูกแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ดึงไว้ให้หมุนรอบและกลายเป็นดาวเคราะห์ต่าง ๆ



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 7

**สมมติฐานและทฤษฎีอื่น ๆ**

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับขนาดและความหนาแน่นของดาวเคราะห์

มีสารรวมตัวกัน และหมุนรอบดวงอาทิตย์ สารเหล่านี้ค่อย ๆ สะสมตัว และอัดตัวมากขึ้นจนเป็นดาวเคราะห์



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 7

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

สมมติฐานและทฤษฎีอื่น ๆ

---

2. THE INTERSTELLAR CLOUD THEORY

ดวงอาทิตย์ล้อมรอบด้วยหมอกและฝุ่น และจะดึงสารเหล่านี้ไปกับตัวสารเหล่านี้จะรวมตัวเกิดเป็นดาวเคราะห์ขึ้น



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 8

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Slide 9

### 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 เป็นปัจจัยหลักเบื้องต้นในการเกิดกระบวนการต่าง ๆ โดยอิทธิพลพาหะธรณี



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
9

---



---



---



---



---



---



---



---



---

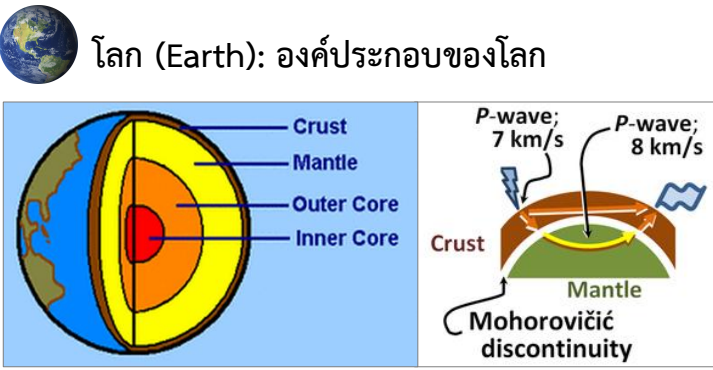


---



---

Slide 10



**โลก (Earth): องค์ประกอบของโลก**

The diagram shows a cross-section of Earth with layers labeled: Crust, Mantle, Outer Core, and Inner Core. To the right, a detailed view shows a seismic wave (P-wave) traveling through the Crust and Mantle. The wave speed is 7 km/s in the Crust and increases to 8 km/s in the Mantle at the Mohorovičić discontinuity.

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

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 10

---

---

---

---

---

---

---

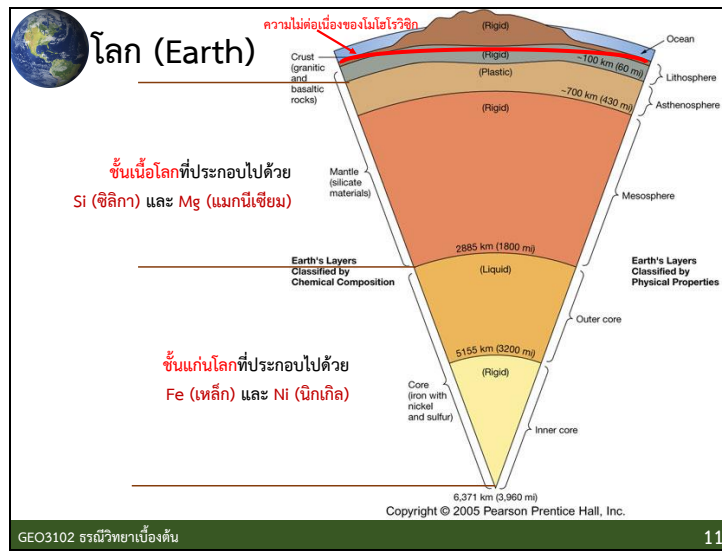
---

---

---

---

Slide 11



---

---

---

---

---

---

---


---

---

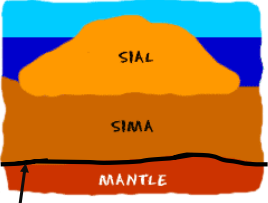
---

---

---

 โลก (Earth): เปลือกโลก (Crust)

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



ความไม่ต่อเนื่องของโมโฮโรวิชิก (MOHOROVICIC DISCONTINUITY)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 12

---

---

---

---

---

---


---

---

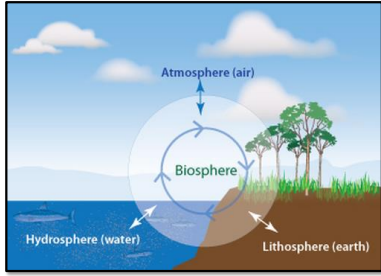
---

---

---

 **โลก (Earth):**  
องค์ประกอบของเปลือกโลกและสภาพแวดล้อมของผิวโลก

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



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 13

---

---

---

---

---

---

---


---

---

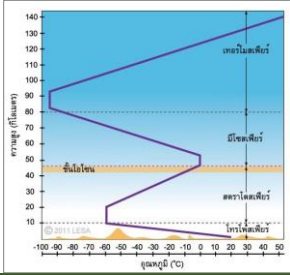
---

---

Slide 14

 **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<sub>3</sub>)



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### โลก (Earth): ชั้นบรรยากาศ

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



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 15

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---


---

Slide 16

 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)



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

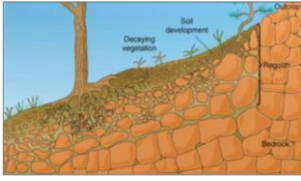
Slide 17

 การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

**Weathering processes (กระบวนการผุพัง)**

- 1. Physical weathering (การผุพังทางกายภาพ)**
  - Unloading
  - Thermal exfoliation แตกเป็นกาศคล้ายเปลือกหอย
  - Crystal growth
  - Others
- 2. Chemical weathering (การผุพังทางเคมี)**
- 3. Biological weathering (การผุพังทางชีวภาพ)**

Physical weathering Agent (ตัวเร่งการผุพังทางกายภาพ):  
**Water, Ice, Wind, Organism, Temperature**

 การผุพังทางชีวภาพของหินที่เกิดจากการร่อนโซของรากพืช

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

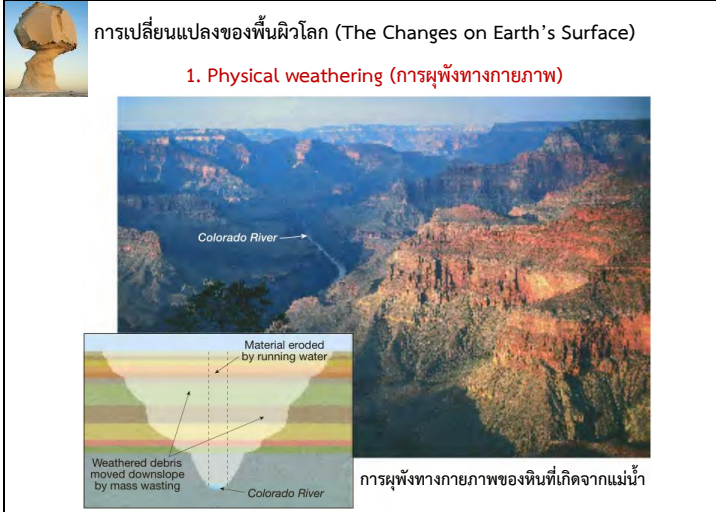
---

---

Slide 18

การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

1. Physical weathering (การผุพังทางกายภาพ)



การผุพังทางกายภาพของหินที่เกิดจากแม่น้ำ

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

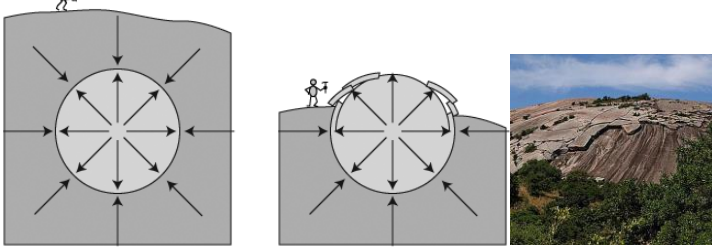
---

Slide 19

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

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 19

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



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**

$CaSO_4 + 2H_2O$ (anhydrite)	$\xrightleftharpoons[+H_2O]{-H_2O}$	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (gypsum)
$Fe_2O_3 + nH_2O$ (hematite)	$\xrightleftharpoons[+H_2O]{-H_2O}$	$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (limonite)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 21

 การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

2. Chemical weathering (การผุพังทางเคมี)

**3. Carbonation**


$$2\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HAlSi}_3\text{O}_8 + \text{K}_2\text{CO}_3$$

**4. Oxidation, Reduction**

$$4\text{FeO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}_2\text{O}_3$$

สนิม, ดินที่มีสีแดง (มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ)

$\text{Fe}_2\text{O}_3$



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 22




การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

3. Biological weathering (การผุพังทางชีวภาพ)

**Biological process**      **animal, plant**

**Combination of processes**



ไลเคน (Lichen) เติบโตบนก้อนหินและใช้แร่ธาตุบนหินในการเจริญเติบโต หินจึงมีอัตราการผุพังเร็วขึ้น

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---


---

---

 การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

ปัจจัยควบคุมการสลายตัวของหินและแร่

- 1. สมบัติทางกายภาพของหินและแร่
- 2. สมบัติทางเคมีของหินและแร่
- 3. ภูมิอากาศ (climate)



Feldspar Hydrolysis

Feldspar —————> Kaolinite (clay)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น <https://www.slideshare.net> 23

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



**การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)**

ผลของการสลายตัว

**1. ทางกายภาพ**

- หินและแร่มีขนาดเล็กกว่าเดิม ไม่เล็กกว่า 0.01 ม.ม.
- เกาะตัวกันอย่างหลวม ๆ

**2. ทางเคมี**

- ปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ความถ่วงจำเพาะต่ำลง
- แร่มีขนาดเล็กกว่าเดิม
- แร่ทนทานต่อการสลายตัวมากขึ้น

\*วัตถุดิบกำเนิดดิน (Soil parent material)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

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

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 25

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 26



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

Mass wasting (gravity transfer)  
ชนิดของการเคลื่อนย้าย แบ่งตาม

- อัตราการเคลื่อนย้าย (ช้า หรือ เร็ว)
- ชนิดของการเคลื่อนย้าย (falling, sliding หรือ flowing)
- ชนิดของวัสดุที่เคลื่อนย้าย (rock, soil หรือ debris (เศษหินจำนวนมาก))

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 26

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 27



การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)



Mass Wasting เป็นการพังทลายที่เกิดจากแรงโน้มถ่วง ที่ทำให้ชิ้นส่วนที่มีมวลมากตกลงมาจากที่สูง

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
27

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 28



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)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 28

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

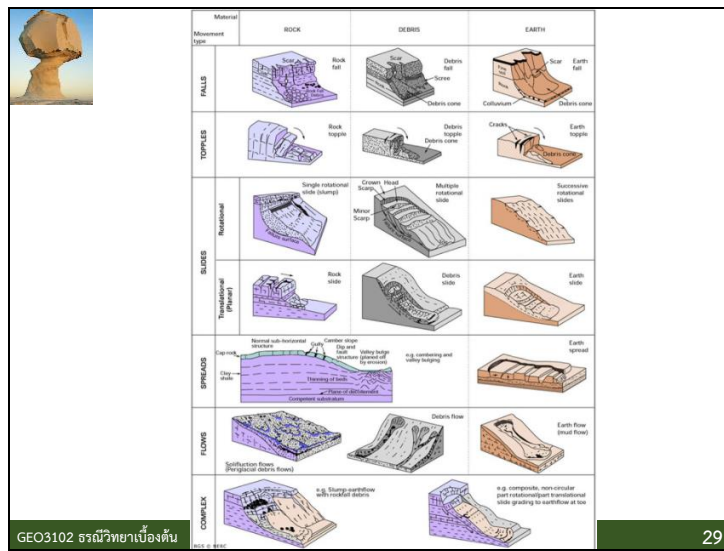
---

---

---

---

Slide 29




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 30

 การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้าย

1. ความชันของพื้นที่
2. การเกาะตัวของวัสดุบนพื้นที่ลาดชัน
3. ปริมาณน้ำ



Very fast ← Typical velocity of mass movement → Very slow

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 30

---

---

---

---

---

---

---

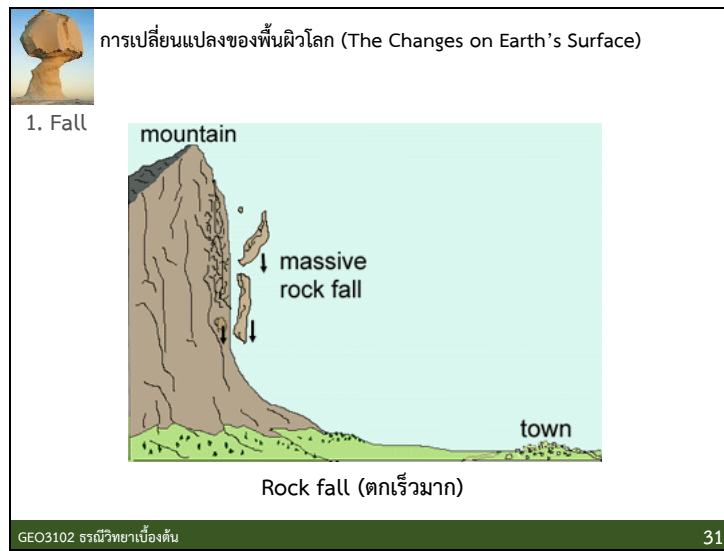
---

---

---

---

Slide 31



---

---

---

---

---

---

---

---

---

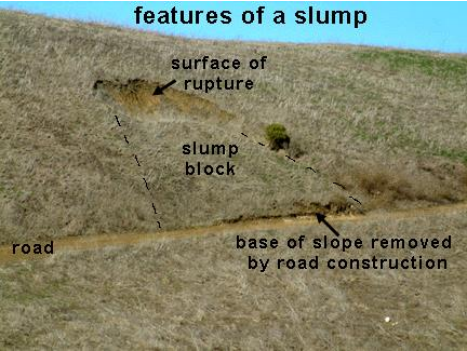
---

Slide 32

การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

2. Slide

**features of a slump**



Slump (เคลื่อนที่ช้า-ปานกลาง) บางส่วนของมวลดินมีการแยกตัวออกจากชั้น เนื่องจากน้ำหนัก

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 33

การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

3. Flow

Mudflow (เคลื่อนที่เร็ว) เป็นส่วนสุดท้ายของตะกอนน้ำพารูปพัด (Alluvial fan) ที่มาปิดทับที่หลัง

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 33

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Slide 34

การเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลก (The Changes on Earth's Surface)

3. Flow



Solifluction (เคลื่อนที่ช้า) เกิดในพื้นที่บริเวณขั้วโลกและภูเขาสูงชัน ในเนื้อวัสดุมีการอิ่มตัวของน้ำ

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 34

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

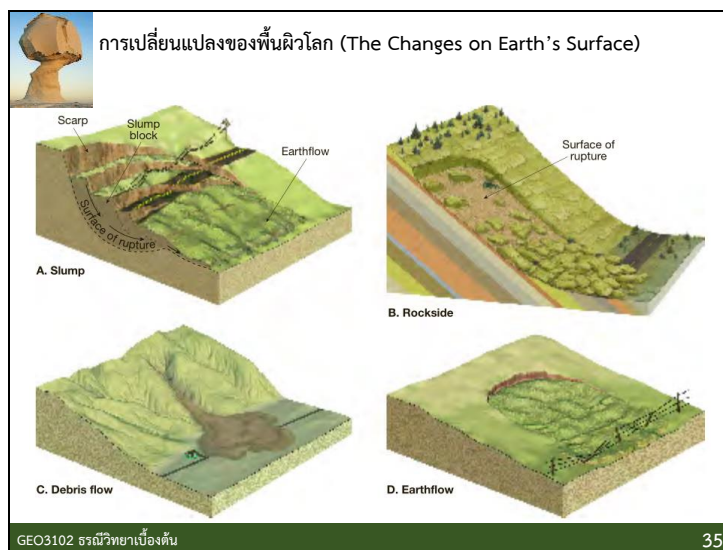
---

---

---

---

Slide 35



---

---

---

---

---

---

---

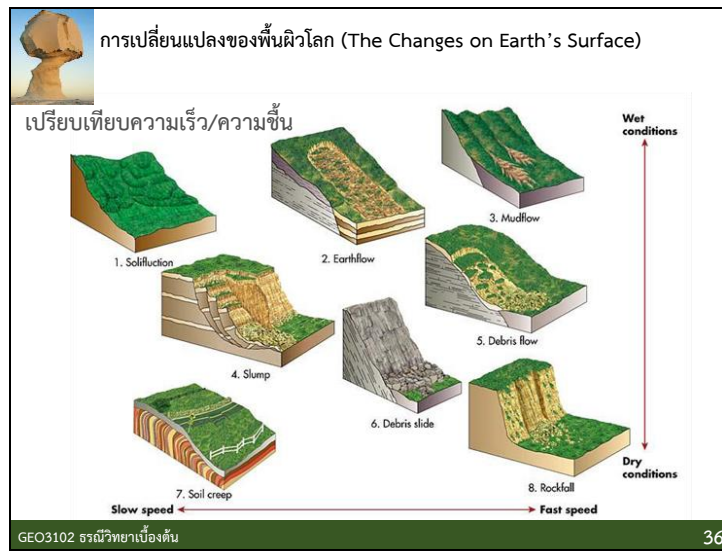
---

---

---

---

Slide 36




---



---



---



---



---



---



---



---



---

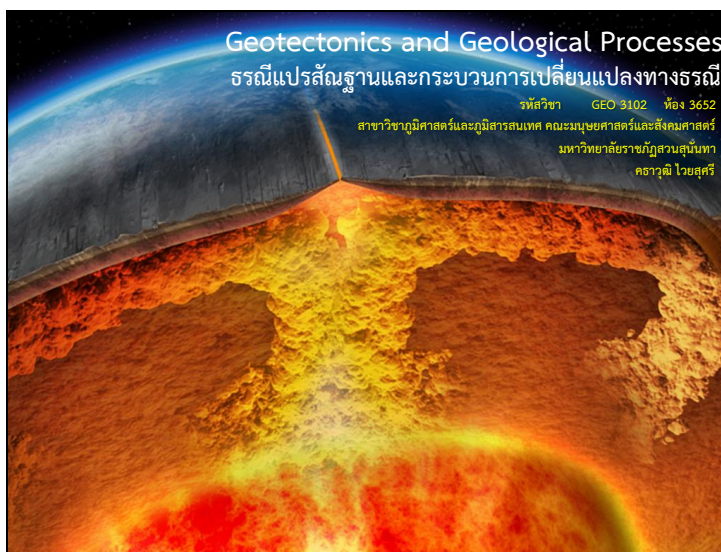


---



---

Slide 1



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 2

**ธรณีแปรสัณฐาน**  
**และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**

จริง ๆ แล้วถ้าเปรียบเทียบโลกกับผลองุ่น จะพบว่า  
แท้จริงแล้วโลกไม่ได้มีความต่งตึงเหมือนผลองุ่น แต่มีลักษณะ  
เหมือนลูกเกด ที่มีผิวขรุขระ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีพื้นที่  
สูงต่ำของภูมิประเทศ



เกิดจากกระบวนการ  
เคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก  
(กระบวนการเปลี่ยนแปลงทาง  
ธรณี)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 2

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 3



**ธรณีแปรสัณฐาน  
และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**



**นักธรณีวิทยาผู้คิดทฤษฎีทวีปเลื่อน  
(Continental Drift)**



PERMIAN  
225 million years ago



PRESENT DAY

ในปี ค.ศ. 1915 อัลเฟรด เวเกเนอร์ (Alfred Wegener) ได้นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีทวีปเลื่อนว่า เมื่อประมาณ 200 - 300 ล้านปีที่ผ่านมามีแผ่นดินทั้งหมดในโลกรวมเป็นผืนเดียวกัน เรียกว่า "แพงเจีย" (Pangaea) ซึ่งประกอบด้วยทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา ออสเตรเลีย อินเดีย และหมู่เกาะมาดากัสการ์ มากล่าวไว้โดยกล่าวว่า ในยุคไทรแอสสิก ทวีปที่เดิมเป็นผืนแผ่นดินเดียวกันจะเริ่มค่อย ๆ มีการแยกตัวออกจากกัน โดยทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้จะค่อย ๆ แยกจากทวีปแอฟริกา และทวีป ยุโรป จึงทำให้ขนาดของมหาสมุทรแอตแลนติกกว้างยิ่งขึ้น เราเรียกการเคลื่อนไหวดังกล่าวว่า "ทวีปเลื่อน" (Continental Drift)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
<https://www.baanjomyut.com>
3

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

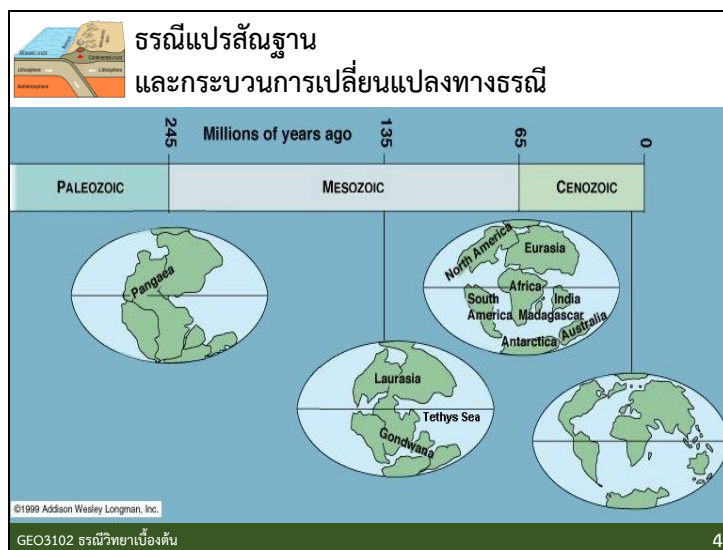
---

---

---

---

Slide 4




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 5

**ธรณีแปรสัณฐาน  
และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**

การศึกษาด้านฟอสซิลช่วยสนับสนุนทฤษฎีทวีปเลื่อน (Continental Drift)

The diagram illustrates the continental drift theory. It shows a map of the southern continents: South America, Africa, India, Antarctica, and Australia. Colored bands represent the movement of these continents over time. Labels include: 'Fossil remains of Cynognathus, a Triassic land reptile approximately 3m long' (pointing to South America), 'Fossil evidence of the Triassic land reptile Lytrosoaurus' (pointing to India), 'Fossil remains of the freshwater reptile Mesosaurus' (pointing to Antarctica), and 'Fossils of the fern Glossopteris, found in all of the southern continents, show that they were once joined.' (pointing to the southern continent assembly). A small inset map in the top left corner shows the global context.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น <http://publish.illinois.edu/alfredwegener/evidence/> 5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 6




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Slide 7

**ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**



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



South America     Mid-Atlantic Ridge     Africa

Seafloor spreading

Youngest     Older     Older

Oldest     Older     Oldest

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น **7**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Slide 9

**ธรณีแปรสัณฐาน  
และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**  
ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของโลกโลก มี 3 แบบ ดังนี้

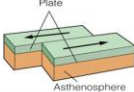


Plate  
Asthenosphere

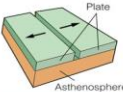


Plate  
Asthenosphere

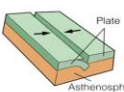
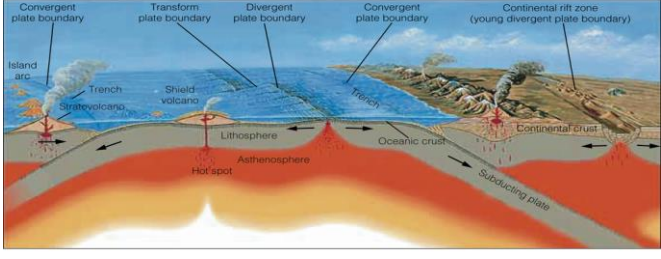


Plate  
Asthenosphere

1. Transform
2. Divergence
3. Convergence



© 2008 Brooks/Cole - Thomson

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Slide 11

**ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**  
การเกิดที่ราบสูง

1. Orogeny (กระบวนการสร้างภูเขาจากการชน)

The diagram illustrates the collision of the Indian-Australian Plate with the Eurasian Plate. A 3D block diagram shows the Indian-Australian Plate subducting under the Eurasian Plate, creating the Himalayas and Tibetan Plateau. A map on the left shows the "INDIA" landmass's position 71, 55, 38, and 10 million years ago, with the equator and the Indian Ocean labeled. A cross-section at the bottom shows the Orogeny: Himalayan Plateau with a 65 km crust and 40 km mantle depth.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

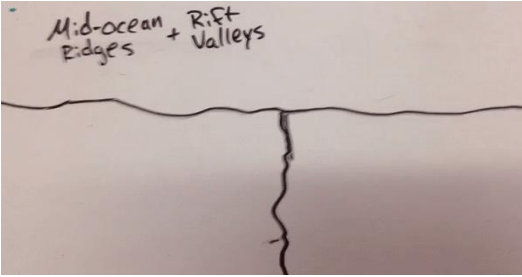
---

Slide 12

ธรณีแปรสัณฐาน  
และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

การเกิดที่ราบสูง

2. Epeirogeny (กระบวนการสร้างภูเขาจากการแยก)



Epeirogeny: Mid-Ocean Ridge

เกิดในมหาสมุทรที่มีการแยกตัวของแผ่นเปลือกโลก

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 13

**ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**

**รอยเลื่อน (Fault)**



The slide features a central satellite image of a fault line labeled "Pitang Fault". To the right are three schematic diagrams illustrating different fault types: "Normal" (where the upper block moves down relative to the lower block), "Thrust" (where the upper block moves up relative to the lower block), and "Strike-Slip" (where blocks move horizontally past each other). Each diagram shows a cross-section of the Earth's crust with a fault line and a tree on top of a block.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 15

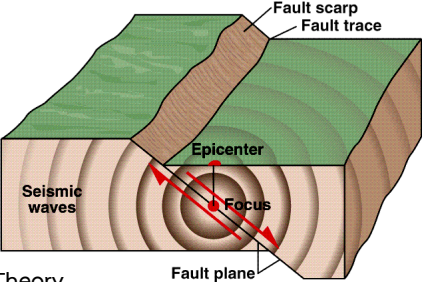
ธรณีแปรสัณฐาน

การไหวตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)

และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

**3. Earthquakes**

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



The diagram illustrates the mechanics of an earthquake. A fault plane is shown as a vertical crack in the earth's crust. A fault scarp is formed at the surface. The focus is the point where the seismic waves originate, and the epicenter is the point on the surface directly above it. Seismic waves are shown radiating from the focus.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
15

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

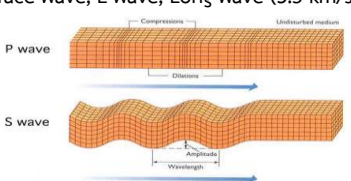
---

---

---

---

Slide 16



### ธรณีแปรสัณฐาน การไหวตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)

#### 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)
  - เคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทางการส่งผ่านคลื่น
  - เคลื่อนที่ขนานกับทิศทางการส่งผ่านคลื่น
  - ไม่สามารถผ่านของเหลวและก๊าซได้
3. Surface wave, L-wave, Long wave (3.5 km/sec)

The diagram illustrates two types of seismic waves: a P wave and an S wave. The P wave is shown as a longitudinal wave with regions of compression and dilation. The S wave is shown as a transverse wave with amplitude and wavelength indicated.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น16

---

---

---

---

---

---

---

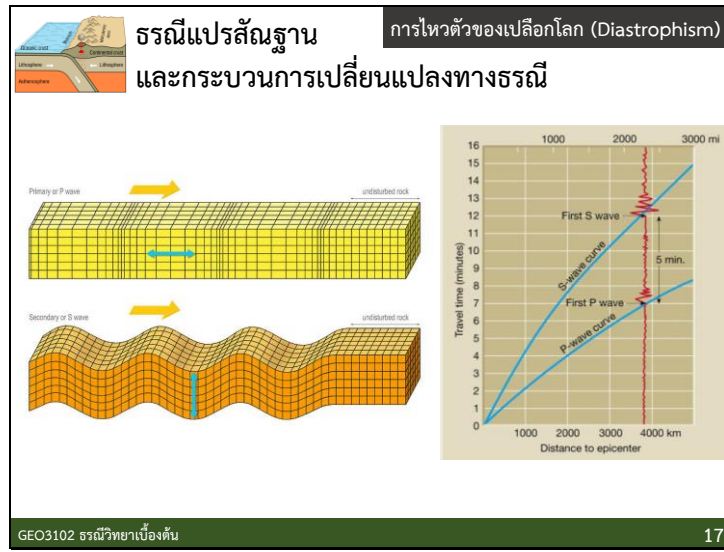
---

---

---

---

Slide 17



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 18

**ธรณีแปรสัณฐาน**      การไหวตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)  
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)



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 19



**ธรณีแปรสัณฐาน  
และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี**

**การไหวตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)**



**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)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
19

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

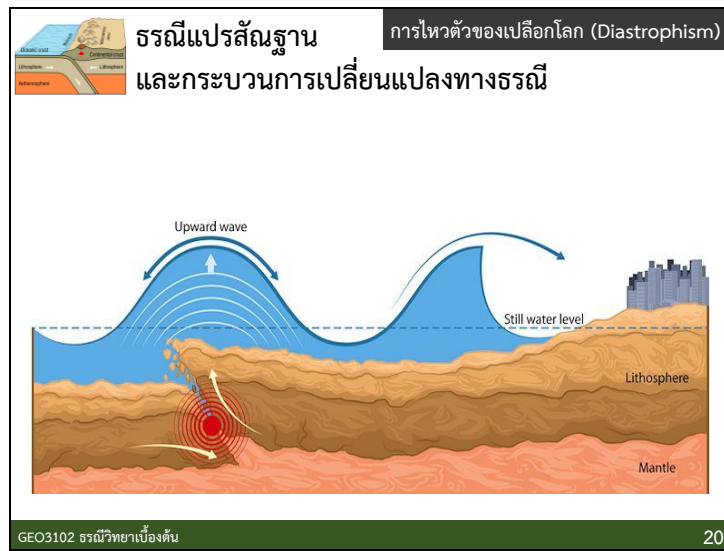
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 21



**ธรณีแปรสัณฐาน**      การไหลตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)  
และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี



Charles Richter

ความรุนแรงวัดเป็นขนาด มีดัชนีเรียก **Richter scale**  
ความรุนแรงสูงสุดที่เคยวัดได้ คือ 9.5 Richter

2.5 - 3	พอรู้สึก
3-6	เริ่มเสียหาย
6-7	ได้รับความเสียหาย
7.0 - 7.7	เสียหายมาก
7.7 - 9.5	เสียหายมากที่สุด

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น      21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

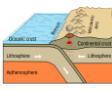
---

---

---

---

---



**ธรณีแปรสัณฐาน**

และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

การไหวตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)

การแพร่กระจายของพื้นที่เกิดแผ่นดินไหว

1. บริเวณรอบมหาสมุทรแปซิฟิก, ญี่ปุ่น, อะแลสกา, ฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกา นิวซีแลนด์ นิวินี ฟิลিপินส์ **80%**
2. Mediteranian, Asia minor **15%**
3. แหล่งอื่น 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 Izmit, Turkey, in 1999. (Photo courtesy of CORBIS SYGMA)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 23



### ธรณีแปรสัณฐาน

และการระบาดของเปลือกโลก (Diastrophism)

### และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

**การรับมือระหว่างเกิดแผ่นดินไหว**

1. อย่าตื่นตระหนก (panic)
2. ถ้าอยู่ภายในอาคาร อย่านออกไปข้างนอก หากกระจุกำบัง
3. ถ้าอยู่นอกอาคาร ให้อยู่ห่าง ๆ อาคาร และสายไฟ และอยู่ในที่โล่ง ๆ อย่าวิ่งข้ามอาคารหรือเข้าใกล้อาคาร
4. ถ้าอยู่ในรถที่กำลังเคลื่อนที่ ให้หาที่จอดโดยเร็วที่สุด และอยู่ในรถ



**DROP! COVER! HOLD ON!**

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 24



### ธรณีแปรสัณฐาน และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

การไหวตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)

การรับมือหลังการเกิดแผ่นดินไหว

1. เช็ก (ไม่ใช่เปิด) เครื่องใช้ต่าง ๆ
2. เปิดวิทยุ (ถ้าเป็นไปได้) ฟังข่าว
3. อย่าใช้โทรศัพท์ (นอกจากแจ้งข่าวฉุกเฉิน)
4. อยู่ห่างอาคารที่พังเพราะอาจเกิด aftershock ทำให้ตีกลับพังได้
5. อย่าออกไปเดินสำรวจ ทัศนอาจร ทำได้เพียงมองแสงไฟต่าง ๆ เตรียมเคลื่อนย้ายกรณีฉุกเฉิน




GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

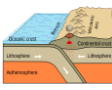
---

---

---

---

---



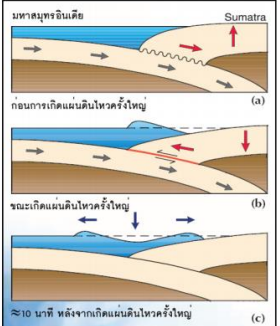
### ธรณีแปรสัณฐาน

#### และการกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณี

#### การไหวตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)

**สึนามิ (Tsunami)**

- คลื่นสึนามิเกิดขึ้นจากการกระทบกระเทือนที่ทำให้ น้ำปริมาณมากเกิดการเคลื่อนตัว เช่น แผ่นดินไหว แผ่นดินถล่ม หรืออุกกาบาตพุ่งชน
- เมื่อแผ่นดินได้ทะเลเกิดการเปลี่ยนรูปร่างอย่างกะทันหัน จะทำให้น้ำทะเลเกิดการเคลื่อนตัวเพื่อปรับระดับให้เข้าสู่จุดสมดุลและจะก่อให้เกิดคลื่นสึนามิ การเปลี่ยนรูปร่างของพื้นทะเลมักเกิดขึ้นเมื่อเกิดแผ่นดินไหวเนื่องจากการขยับตัวของเปลือกโลก ซึ่งจะเกิดบริเวณที่ขอบของเปลือกโลกหลายแผ่น เชื่อมต่อกันที่เรียกว่า รอยเลื่อน (fault) เช่น บริเวณขอบของมหาสมุทรแปซิฟิก นอกจากแผ่นดินไหวแล้ว ดินถล่มใต้น้ำที่มักเกิดร่วมกับแผ่นดินไหวสามารถทำให้เกิดคลื่นสึนามิได้เช่นกัน



มหาสมุทรอินเดีย Sumatra

ก่อนการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ (a)

ขณะเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ (b)

≈ 10 นาที หลังการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ (c)

แผนภาพจำลองแสดงลักษณะการก่อตัวของคลื่นจากพลังของการเคลื่อนตัวในแนวตั้งและทรุดตัวในแนวระนาบของรอยเลื่อนในบริเวณแนวการมุดตัวของขอบเปลือกโลก

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
25

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

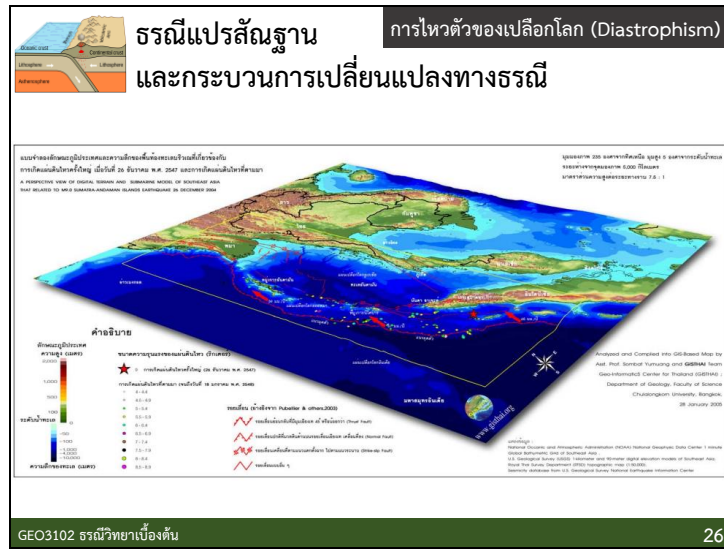
---

---

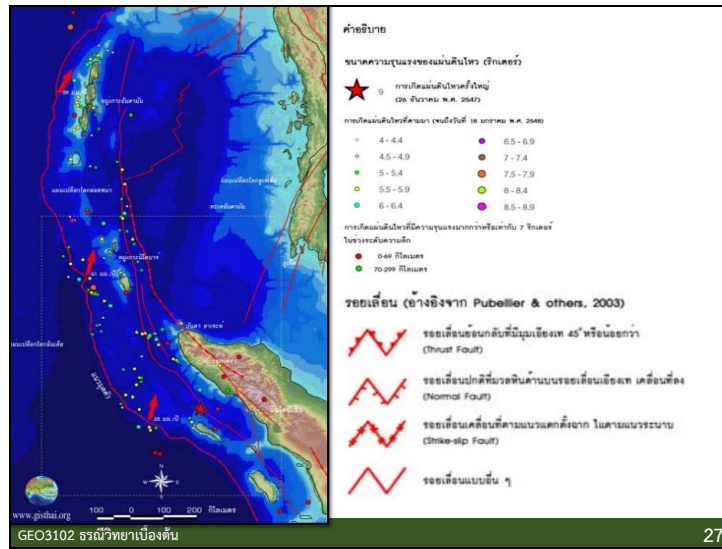
---

---

---



Slide 27



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

การเคลื่อนที่ของสันามิถังจากเกิด  
แผ่นดินไหวครั้งถ้วได้ใช้ระยะเวลา  
เคลื่อนที่จากจุดกำเนิดไปจนกระทั่ง  
กระทบชายฝั่งประเทศต่าง ๆ ใน  
ภูมิภาคนี้ แลกล่วงกันตั้งประมาณ  
30 นาทีถึงหกสุมครา 60 นาทีจึงถู่  
เกาะลันถัน 90 นาทีถึงเกาะภูเก็ต  
เขาหลัก และเกาะที่ถลนถัน ซึ่งที่  
ได้แสดงคือแผนที่ถันถ้าง โดย  
UNESCO UNDP และ GRID-Europe  
จะใช้ข้อมูลถ้าง ๆ เช่นความรุนแรง  
ของการเกิดคลื่นแผ่นดินไหว  
ลักษณะการเคลื่อนที่ของรอยถัน  
ความลึกและลักษณะภูมิประเทศได้  
ห้องทะเล ข้อมูลของเวลาจริงที่สันามิ  
กระทบชายฝั่งในถันถ้าง เป็นถัน  
นการจัดทำแบบถันถ้างลักษณะ  
เวลาในการเคลื่อนที่ของสันามิที่  
เกิดขึ้น

แผนที่แสดงระยะเวลาการเคลื่อนที่ของสันามิจากจุดกำเนิดไปจนกระทั่งกระทบชายฝั่งของประเทศต่าง ๆ (แหล่งข้อมูล : ระยะเวลาการเคลื่อนที่ของสันามิถ้างจากแบบถันถ้างของ UNESCO UNDP และ GRID-Europe)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 28

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

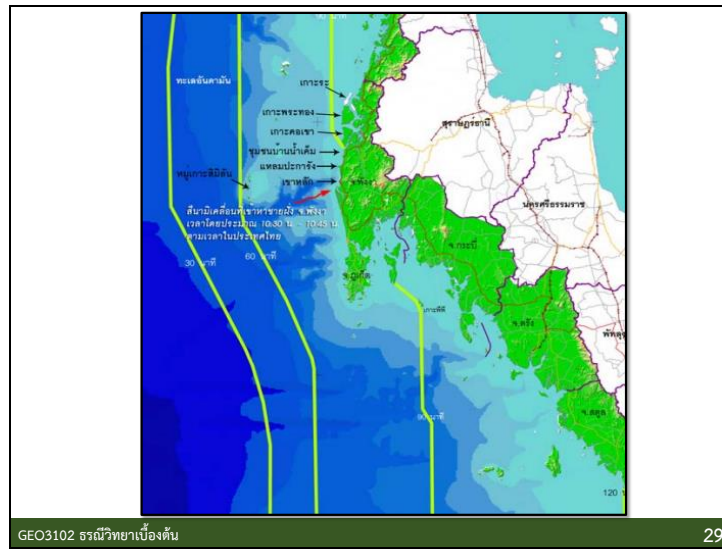
---

---

---

---

Slide 29



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

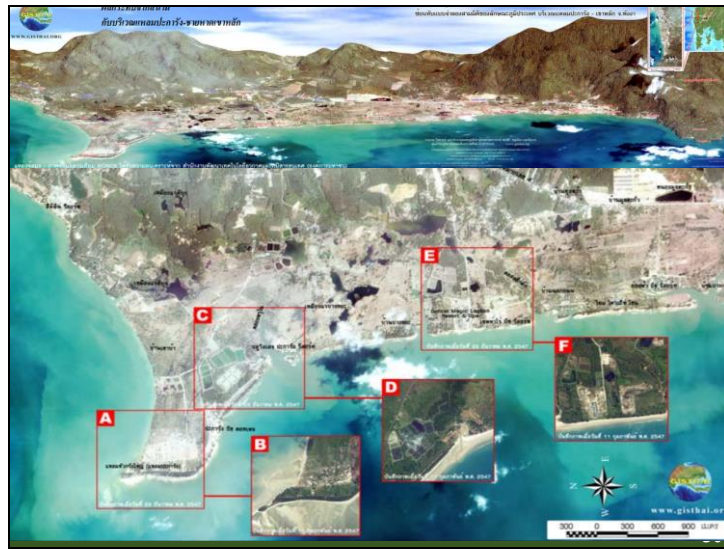
---

---

---

---

Slide 30



---

---

---

---

---

---

---

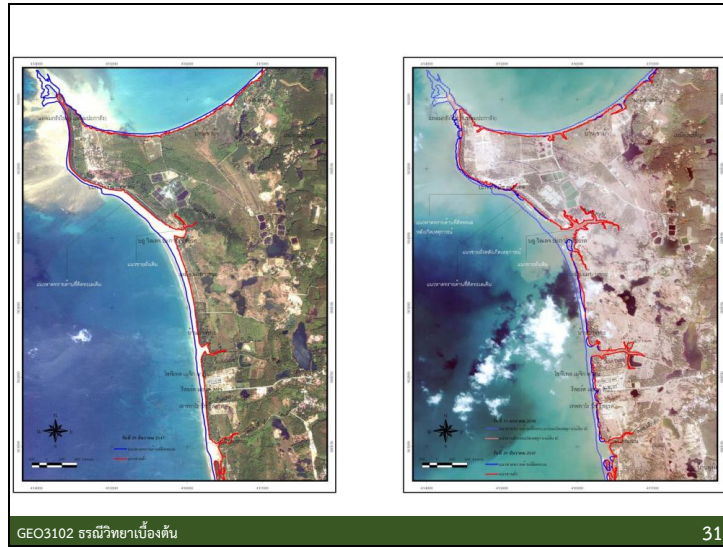
---

---

---

---

Slide 31



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 32




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Slide 33



แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS บริเวณบ้านน้ำเค็มหลังกีดสินามิ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547)  
(แหล่งข้อมูล : ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ได้รับความอนุเคราะห์จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน))

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 33

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 1



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 2

**นิยามของแร่**

“แร่ (Minerals) คือ **ของแข็ง**ที่ประกอบด้วยธาตุหรือสารประกอบที่**เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ** มี**ระบบผลึก** และ**สมบัติทางเคมีที่แน่นอน** หรืออาจจะผันแปรได้บ้างในขอบเขตที่จำกัด”

**ตัวอย่าง** NaCl (Na,K)Cl เป็นแร่หรือไม่?

ไม่ใช่แร่  
เพราะเกลือแกงเป็นสารสังเคราะห์  
ไม่ได้**เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ**



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 2

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 3

ตัวอย่างของแร่

- เพชร (Diamond) C
- ทอง (Gold) Au
- ควอตซ์ (Quartz)  $\text{SiO}_2$
- แคลไซต์ (Calcite)  $\text{CaCO}_3$
- แอลไบต์ (Albite)  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$



ทอง      ควอตซ์      แคลไซต์

เพชร

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 3

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 4

**ลักษณะของแร่**

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



โอปอล



ออบซิเดียน

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 5

**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

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 5

---

---

---

---

---

---

---

---















---

---

---

**การจำแนกแร่: ทางกายภาพ: Hardness (ความแข็ง)**

### Mohs Hardness Scale

	Mineral Name	Scale Number	Common Object
↑ Increasing Hardness	Diamond	10	
	 Corundum	9	 Masonry Drill Bit (8.5)
	 Topaz	8	 Steel Nail (6.5)
	 Quartz	7	 Knife/Glass Plate (5.5)
	 Orthoclase	6	 Copper Penny (3.5)
	 Apatite	5	 Fingernail (2.5)
	 Fluorite	4	
	 Calcite	3	
	 Gypsum	2	
	 Talc	1	

มาตรฐานความแข็งของโมส (Mohs scale of mineral hardness) เป็นมาตรฐานความแข็งของแร่ตามที่นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ ฟรีดริช โมส (Friedrich Mohs) กำหนดขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1812 ประกอบด้วยแร่มาตรฐาน 10 ชนิด เรียงลำดับตั้งแต่แร่ที่ทนทานต่อการขีดน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด ดังนี้

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
6

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 7

**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 (พบมากที่สุดบนเปลือกโลก)



Chromite  
FeCr2O4

Chromite เป็นแร่ประเภท Oxide และเป็น  
สินแร่ที่ให้โครเมียม (Cr) ซึ่งเป็นโลหะในอุตสาหกรรม

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 8

**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.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 8

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

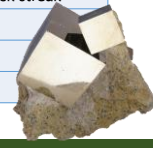


---

Slide 9

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 <sub>2</sub>
Crystal System	Isometric
Uses	Ore of gold




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 10

**ประเภทของการเกิดแร่**

**1. แร่ปฐมภูมิ (Primary minerals)**  
 เป็นแร่ที่ได้จากการเย็นตัวของ  
 หินหนืด (magma) โดยตรง

**2. แร่ทุติยภูมิ (Secondary minerals)**  
 เป็นแร่ที่ได้จากการผุพัง  
 สลายตัวของแร่ปฐมภูมิ โดยกรรมวิธี  
 ทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ




GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 11

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแร่ปฐมภูมิ			
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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 12

**ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแร่ปฐมภูมิ**  
ชนิดของหินหนืดมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ

<b>1. Sialic magma</b> <ul style="list-style-type: none"><li>ประกอบด้วย Si + Al (<b>Felsic magma</b> ประกอบด้วย Feldspar + Si) (หรือเรียกว่า Granitic magma, acidic magma)</li><li><math>SiO_2</math> 65-77%</li><li>อุณหภูมิ น้อยกว่า 850 °C หนืดกว่า</li><li>เมื่อดกผลึกแล้วจะได้ Quartz, K-feldspar, Na-feldspar</li></ul>	<b>2. Mafic magma</b> <ul style="list-style-type: none"><li>ประกอบด้วย Fe + Mg + Ca (หรือเรียกว่า <b>Basaltic magma</b>, basic magma)</li><li><math>SiO_2</math> น้อยกว่า 65%</li><li>อุณหภูมิตั้งแต่ 900-1,200 °C เหลวกว่า</li><li>เมื่อดกผลึกแล้วจะได้ Olivine, Pyroxenes, Amphiboles, Ca-plagioclase</li></ul>
---	---

Felsic vs. Mafic

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 12

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

Slide 13

**ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแร่ปฐมภูมิ**  
การแยก/ตกผลึก จากหินหนืด  
(Magmatic differentiation หรือ Fractional crystallization)  
แร่ที่ตกผลึกก่อน คือ

- สีเข้ม
- มีจุดหลอมเหลวสูง
- องค์ประกอบซับซ้อน
- ซิลิกา (silica) น้อย



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 14

**ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแร่ปฐมภูมิ**  
 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>

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

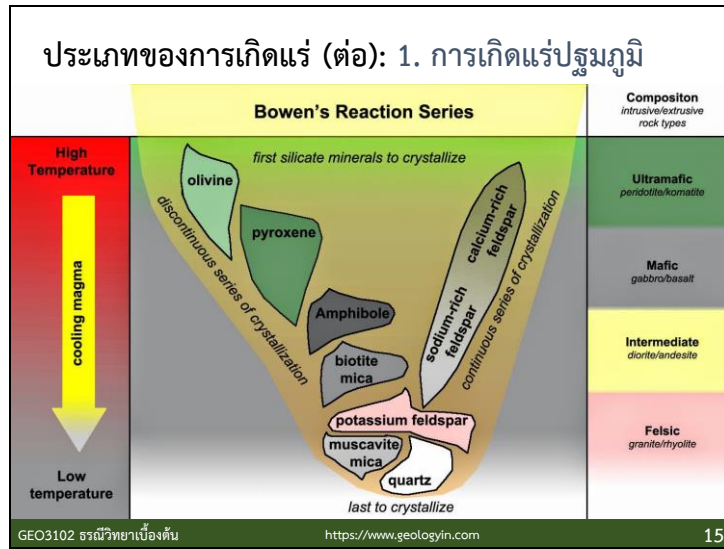
---

---

---

---

Slide 15



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 16

ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแร่ปฐมภูมิ

2) Pegmatite stage

- Magmatic water (น้ำจากหินหนืด)
- Dike (พนักหิน)

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



พนักหิน (dike)

<https://courses.lumenlearning.com/geo>

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแร่ปฐมภูมิ

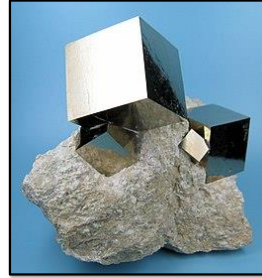
#### 3) Hydrothermal Stage

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

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

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

แร่ Pyrite



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 18

**ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 1. การเกิดแร่ปฐมภูมิ**

**4) การระเหิด (Sublimation)**

การเกิดแร่จากการแปรสภาพ (Metamorphism) ของหิน ได้แก่ Garnet และ Graphite

**ขนาดของผลึกแร่**

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

**ปัจจัยควบคุมการเกิดผลึก**

1. เวลา (Time)
2. ช่องว่าง (Space)

แร่ Garnet บนหิน Schist



<https://www.flickr.com>

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น **18**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**ประเภทของการเกิดแร่ (ต่อ): 2. การเกิดแร่ทุติยภูมิ**

1. การผุพังทางเคมี (Chemical weathering)

$\text{CaSO}_4$  (แอนไฮไดรต์) +  $2\text{H}_2\text{O}$  (น้ำ) →  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (ยิปซัม)

2. การเกิดผลึกจากสารละลาย

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

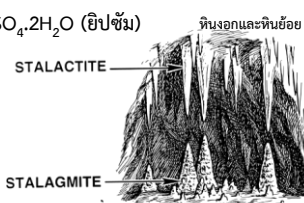

3. เกิดจากบ่อน้ำพุร้อน (Hot spring)

4. การสะสมของสารที่ละลายได้ยาก

Kaolinite, Fe-oxides, Bauxite, Laterite

5. เกิดจากสิ่งมีชีวิต

- หอย ปะการัง ( $\text{CaCO}_3$ )
- Diatom, Radiolaria ( $\text{SiO}_2$ )
- Flint, Chert, Opal, Chalcedony

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 19

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Slide 20

ชนิดแร่ที่ควรรู้

1. Quartz (แร่เขียวหนุมาน)

	
Allochromatic mineral (แร่ที่มีมลทินเป็นแร่ชนิดอื่น) เช่น Rutile Quartz (ดังภาพ)	Idiochromatic mineral (แร่ที่มีมลทินเป็นธาตุอื่นหรือโครงสร้างเปลี่ยนแปลง) เช่น Smoky Quartz (ดังภาพ)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 20

---

---

---

---

---

---

---

---

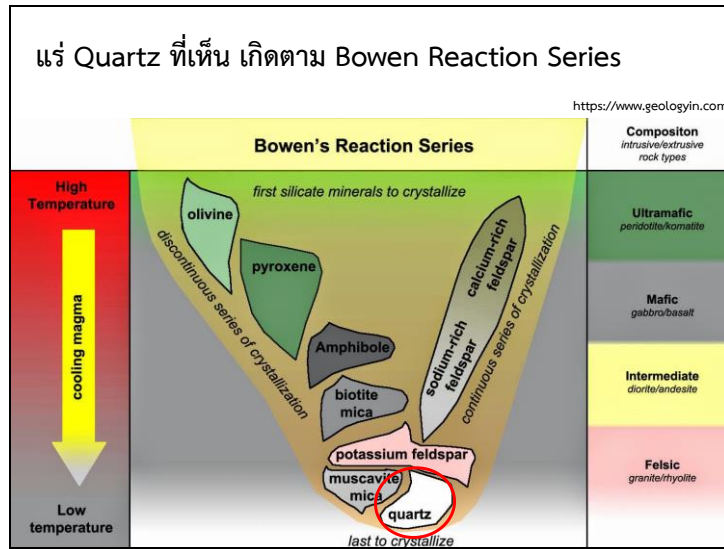
---

---

---

---

Slide 21




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 22

ชนิดแร่ที่ควรรู้  
2. Mica (แร่กสิบหิน)



Muscovite                      Biotite

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น                      22

---

---

---

---

---

---

---

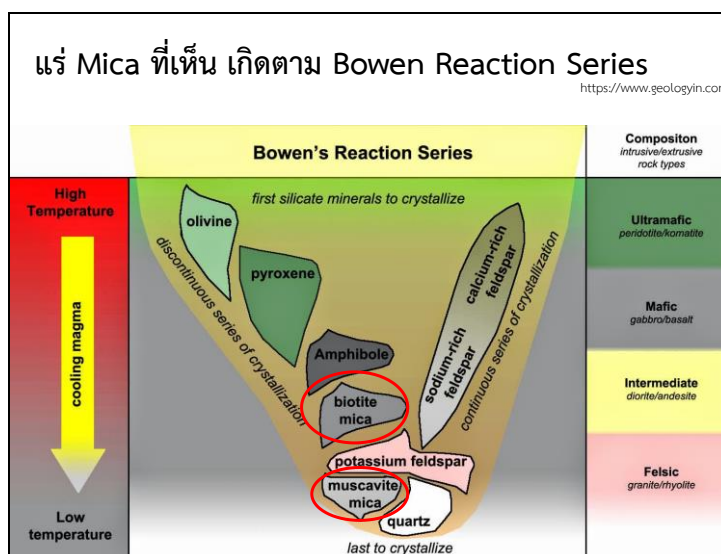
---

---

---

---

Slide 23




---



---



---



---



---



---



---



---



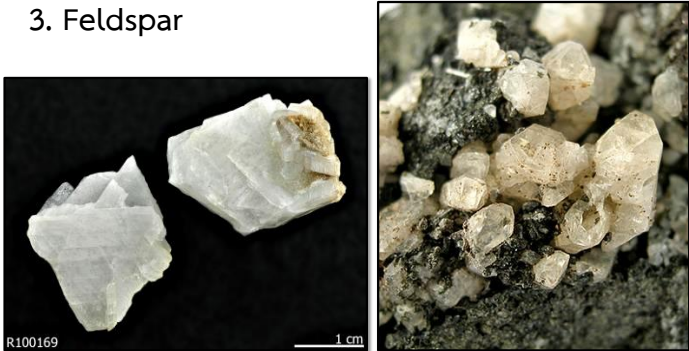
---



---

Slide 24

ชนิดแร่ที่ควรรู้  
3. Feldspar



Na-feldspar (Albite)      Ca-feldspar (Anorthite)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น      24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




Slide 26

ชนิดแร่ที่ควรรู้  
4. Pyrite (fool's gold)



● Iron (Fe)  
● Sulfur (S)



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 26

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 27

# ชนิดแร่ที่ควรรู้

## 5. Calcite



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## แร่เศรษฐกิจและแหล่งแร่ของประเทศไทย

ประเทศไทยมีแหล่งแร่ชนิดต่าง ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ที่จัดเป็นกลุ่มแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่

- **ดีบุก** พบมากทางภาคใต้ ในจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช
- **เหล็ก** พบมากที่เขาค้อควาย อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรีและภูเหล็ก ภูเขียะ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย



แร่ Cassiterite คือสินแร่ดีบุก



แร่ Magnetite คือสินแร่เหล็ก

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## แร่เศรษฐกิจและแหล่งแร่ของประเทศไทย (ต่อ)

- **รัตนชาติ** พบมากที่จังหวัดจันทบุรี ตราด และกาญจนบุรี



Blue Sapphire ของจังหวัดจันทบุรี เป็นสีหนึ่งของแร่ Corundum

- **ทองคำ** พบมากที่บ้านบ่อทอง จังหวัดปราจีนบุรี บ้านปาร์อน อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แหล่งทองโต๊ะไม้ อำเภอสุนทรารักษ์ จังหวัดนครราชสีมา **ปัจจุบันพบแหล่งแร่ทองคำที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ในระดับค่อนข้างสูงที่บริเวณรอยต่อระหว่างตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร ตำบลท้ายดง จังหวัดเพชรบูรณ์ และบริเวณอำเภอเชียงคาน อำเภอปากชม จังหวัดเลย**

นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีแร่อื่น ๆ อีก แต่ปริมาณไม่มากพบในเชิงพาณิชย์และเศรษฐกิจ

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ข้อสังเกตเกี่ยวกับแร่

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



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 1



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





**หิน (Rocks)**

หิน คือ อนินทรีย์สารที่เกิดจากการรวมกันอยู่ของแร่ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป และประกอบอยู่เป็นส่วนสำคัญของเปลือกโลก

หิน แบ่งตามการเกิดได้ 3 ชนิด คือ

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

**ROCK TYPES**



Igneous (Obsidian)



Metamorphic (Schist)



Sedimentary (Shale)

© AllAboutGemstones.com

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 3

---



---



---



---



---



---



---



---

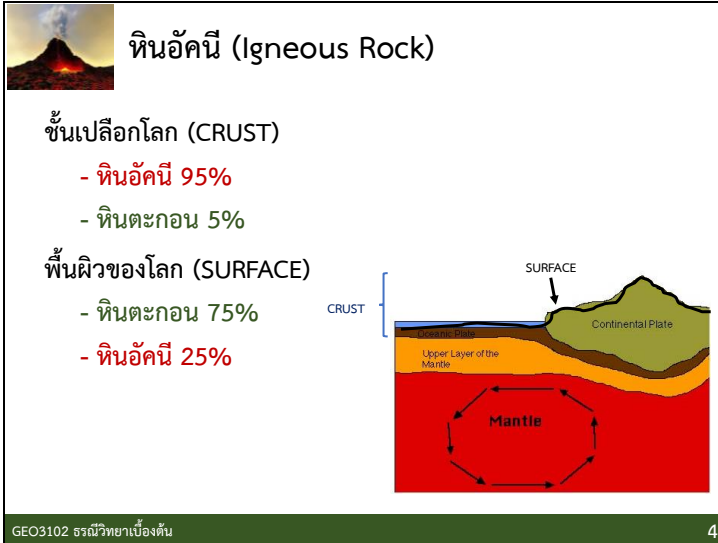


---



---

Slide 4



**หินอัคนี (Igneous Rock)**

**ชั้นเปลือกโลก (CRUST)**

- หินอัคนี 95%
- หินตะกอน 5%

**พื้นผิวของโลก (SURFACE)**

- หินตะกอน 75%
- หินอัคนี 25%

The diagram illustrates the Earth's crust and upper mantle. The crust is divided into the Oceanic Plate and the Continental Plate. The surface is labeled SURFACE. The upper layer of the mantle is shown below the crust, with arrows indicating convection currents. The word CRUST is written vertically on the left side of the diagram.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## หินอัคนี (Igneous Rock)

หินอัคนี เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดโดยตรง

แร่ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในหินอัคนี ได้แก่

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

ที่พบน้อยมี

- Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )
- Ilmenite ( $\text{FeTiO}_3$ )
- Apatite



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

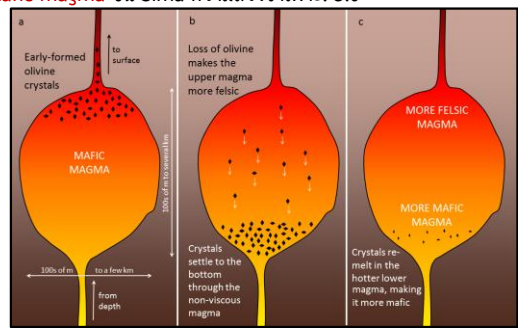
---

---

Slide 6

 **หินอัคนี (Igneous Rock)**  
ชนิดของหินหนืด (magma คือหินหนืดใต้โลก ถ้าขึ้นมาบนโลกเรียก lava)

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



The diagram illustrates the process of magma differentiation in three stages (a, b, c):

- a:** Shows a magma chamber with 'Early-formed olivine crystals' at the top and 'MAFIC MAGMA' below. The chamber is 100m to 1km deep and 100m to 1000m wide. Arrows indicate 'to surface' and 'from depth'.
- b:** Shows 'Loss of olivine makes the upper magma more felsic'. 'Crystals settle to the bottom through the non-viscous magma'.
- c:** Shows 'MORE FELSIC MAGMA' at the top and 'MORE MAFIC MAGMA' at the bottom. 'Crystals re-melt in the hotter lower magma, making it more mafic'.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น <https://opentextbc.ca/> 6

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Slide 8



หินอัคนี (Igneous Rock)  
ชนิดของหินตามองค์ประกอบ

Diagram showing four rock samples from left to right: Ultramafic (dark, smooth), Mafic (darker, crystalline), Intermediate (lighter, crystalline), and Felsic (lightest, crystalline with quartz). Below the samples is a color gradient from Dark to Light. A table below the diagram lists the chemical composition and major mineral content for each rock type. The SiO<sub>2</sub> row is highlighted with a red border.

	Ultramafic	Mafic	Intermediate	Felsic
Color	Dark			Light
SiO <sub>2</sub>	40%	50%	60%	70%
MgO	48%	15%	2.5%	0.95%
Major mineral content	Pyroxene and/or olivine	Pyroxene and Plagioclase feldspar	Biotite, Alkali Feldspar, Quartz	Quartz, Alkali Feldspar

<https://www.geologyin.com>

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 8

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 10

 **หินอัคนี (Igneous Rock)**

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

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

<p>Rhyolite</p> 	<p>Granite</p> 
---	---

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 11

**หินอัคนี (Igneous Rock)**

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

The diagram illustrates the formation of igneous rocks from a central magma chamber. It shows two types of igneous rocks: **Extrusive igneous rocks**, which form from lava that cools on the surface, and **Intrusive igneous rocks**, which form from magma that cools underground. Four examples of extrusive rocks are shown: **A. Fine-grained** (small crystals), **B. Coarse-grained** (large crystals), **C. Glassy (pumice)** (no crystals), and **D. Porphyritic** (large crystals in a fine-grained matrix). Purple arrows indicate the flow of magma from the chamber to these different rock types.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 11

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 12




### หินอัคนี (Igneous Rock)

1. Extrusive (lava เย็นตัว) โครงสร้างและชื่อเรียก


1. ธารลาวา (Lava flow)

- Pillow structure
- Lava Flow structure
- Columnar structure
- Joint structure


2. ภูเขาไฟ (Volcano)




Pillow structure



Lava flow structure



Joint structure



Columnar structure

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 13



### หินอัคนี (Igneous Rock)

1. Extrusive (lava เย็นตัว) โครงสร้างและชื่อเรียก

- ธารลาวา (Lava flow)
- ภูเขาไฟ (Volcano)

โครงสร้างของหินอัคนี

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



Pumice



Scoria



Amygdaloidal basalt

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 13

---

---

---

---

---

---

---

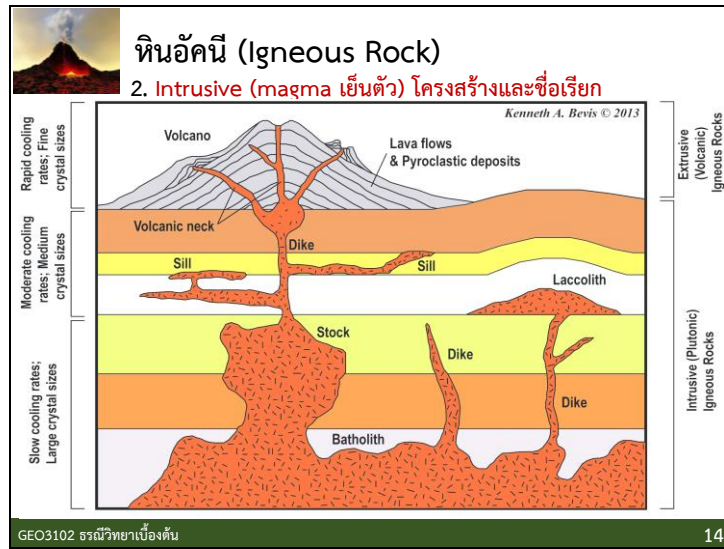
---

---

---

---

Slide 14



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 15



### 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)
		

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 15

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 16

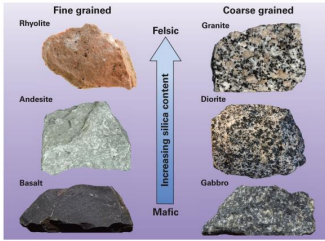


## หินอัคนี (Igneous Rock)

การจำแนกหินอัคนี (Classification of igneous rock)

2. จำแนกตามองค์ประกอบทางแร่ (%SiO<sub>2</sub>)

- Felsic/Acid igneous rock (SiO<sub>2</sub> >65%)
- Intermediate igneous rock (SiO<sub>2</sub> 53-65%)
- Mafic/Basic igneous rock (SiO<sub>2</sub> 45-52%)
- Ultramafic/Ultrabasic igneous rock (SiO<sub>2</sub> <45%)



Copyright © 2014 W. Hubert & Company, Inc.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---


Slide 17



### ภูเขาไฟ (Volcanoes)

**ภูเขาไฟ** คือ ที่หรือช่องเปิดที่หินหลอมเหลวหรือก๊าซ หรือทั้งสองอย่างจะออกมาสู่ผิวโลกและจะเกิดเป็นเนินและภูเขาขึ้นรอบ ๆ ช่องเปิดนั้น โดยการสะสมของวัสดุหิน

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



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

 ภูเขาไฟ (Volcanoes)

การเคลื่อนที่ของ magma มาสู่ผิวโลกมี 2 แบบ

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

Fissure eruption 

Volcanic eruption 

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ภูเขาไฟที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือ **Mauna Loa (ที่เกาะฮาวาย)**

- เส้นผ่าศูนย์กลางที่ฐานยาว 600 กม.
- สูง 10 กิโลเมตร จากระดับน้ำทะเล
- ทั่วมุม >1 ล้านปี



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 19

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 20



### ภูเขาไฟ (Volcanoes)

ภูเขาไฟที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือ **Mauna Loa** (ที่เกาะฮาวาย) (ต่อ)



Structure?

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 21



### ภูเขาไฟ (Volcano)

**ภูเขาไฟที่รุนแรงที่สุดในประวัติศาสตร์ คือ Krakatau (อินโดนีเซีย เมื่อปี ค.ศ. 1883)**

- เดิมเป็นภูเขาสูง 800 เมตร
- เกิดบ่อลึก 300 เมตร
- เกิดคลื่นสูง 30 เมตร
- คนตายประมาณ 36,000 คน



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

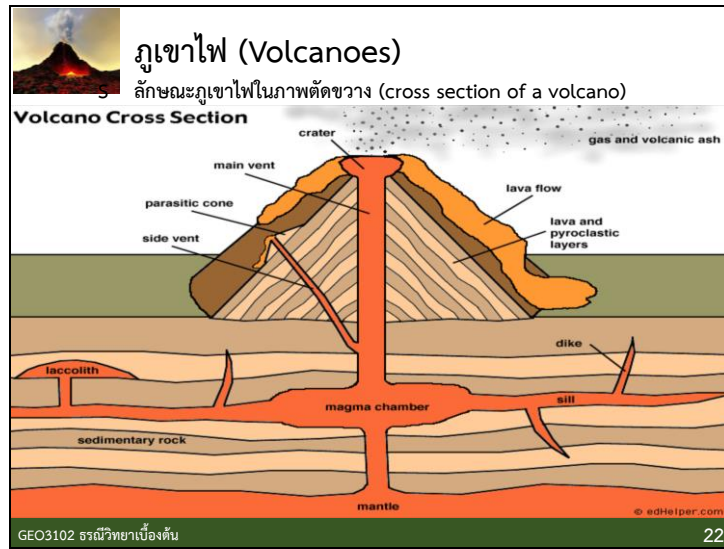
---

---

---

---

Slide 22



---

---

---

---

---

---

---

---

---

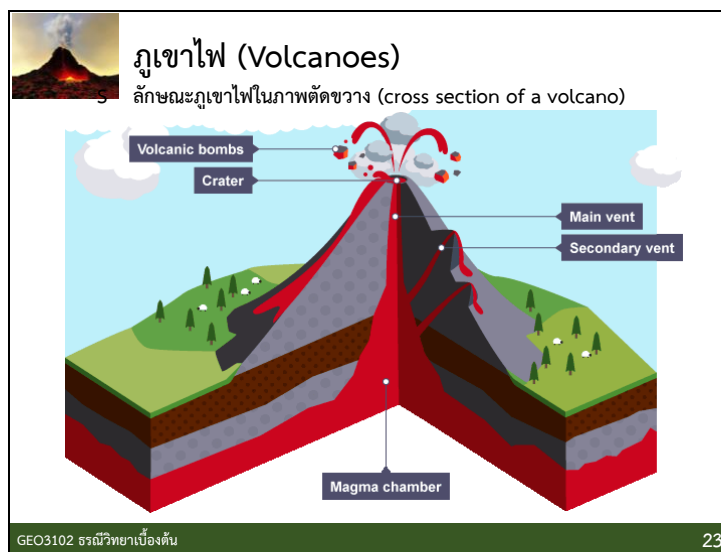
---

---

---

---

Slide 23



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 24



### ภูเขาไฟ (Volcanoes)

Pyroclastic debris (เศษหินที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ)

- Volcanic dust ขนาดประมาณ 10<sup>-4</sup> cm
- Volcanic ash
- Cinders    0.5-2.5 cm
- Lapilli     2.5-5 cm
- Block
- Bomb
- Pumice (หินอัคนีเนื้อแก้ว)





Pumice



Lapilli



Volcanic bombs



Volcanic ash

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

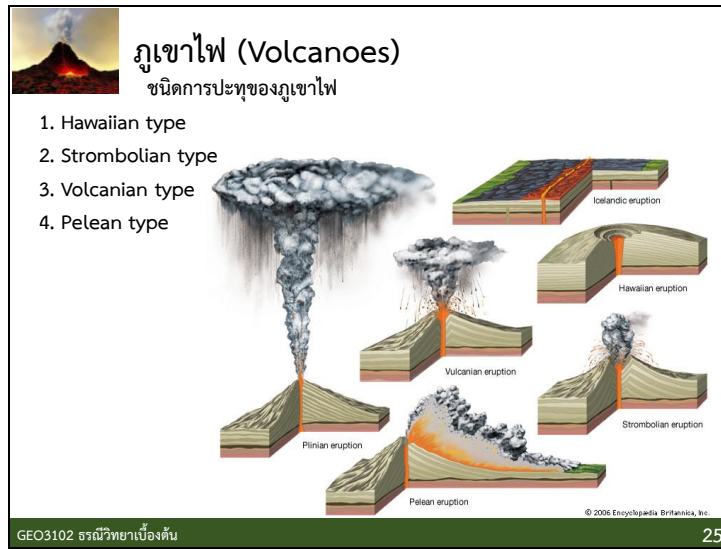
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

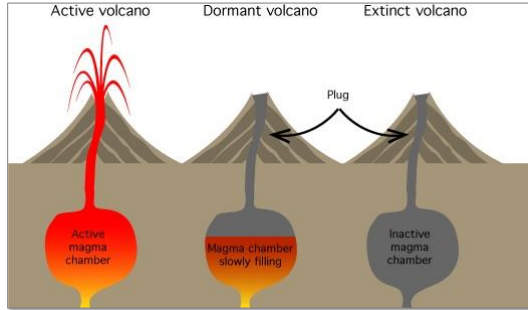
---

---



**ภูเขาไฟ (Volcanoes)**  
แบ่งภูเขาไฟตามประวัติ ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

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



http://www.aquatic-sports-adventures.com

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 26

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 27



### ภูเขาไฟ (Volcanoes)

อุณหภูมิและสีในขณะภูเขาไฟปะทุ

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



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 27

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

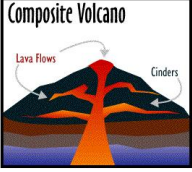
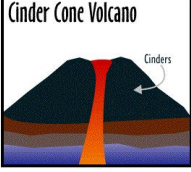
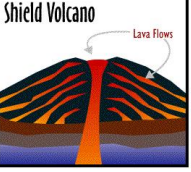
---

---

Slide 28

 **ภูเขาไฟ (Volcanoes)**  
การแบ่งชนิดของภูเขาไฟ

1. Composite volcano (Strato-volcano)  
ความเอียงที่ลาดประมาณ  $30-40^\circ$  ที่ฐานประมาณ  $10^\circ$
2. Cinder cone  
ความเอียงที่ลาดประมาณ  $30^\circ$  ที่ฐานประมาณ  $5^\circ$  สูงไม่เกิน 500 เมตร
3. Shield volcano (Lava cone)  
ความเอียงที่ลาด  $<10^\circ$ , ที่ฐาน  $<2^\circ$

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 28

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

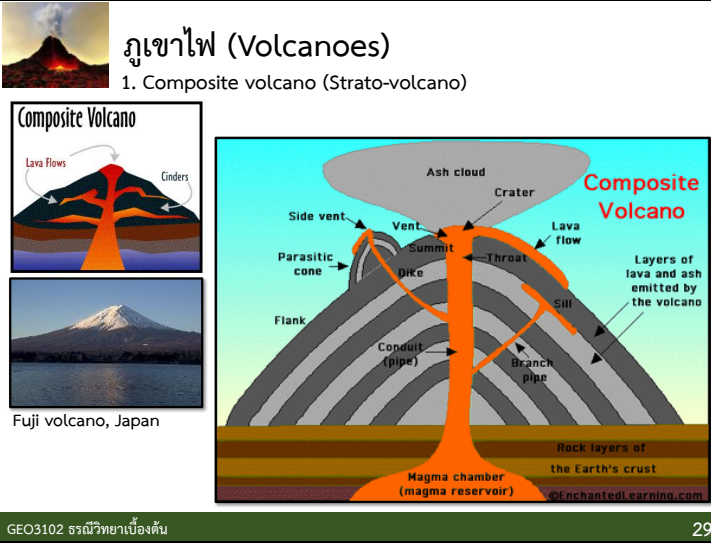
---

---

---

---

Slide 29



**ภูเขาไฟ (Volcanoes)**  
1. Composite volcano (Strato-volcano)

Composite Volcano

Lava flows  
Cinders

Ash cloud  
Crater  
Lava flow  
Composite Volcano

Side vent  
Vent  
Summit  
Throat  
Lava flow  
Parasitic cone  
Dike  
Sill  
Layers of lava and ash emitted by the volcano  
Flank  
Conduit (pipe)  
Branch pipe  
Rock layers of the Earth's crust  
Magma chamber (magma reservoir)

Fuji volcano, Japan

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 29

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

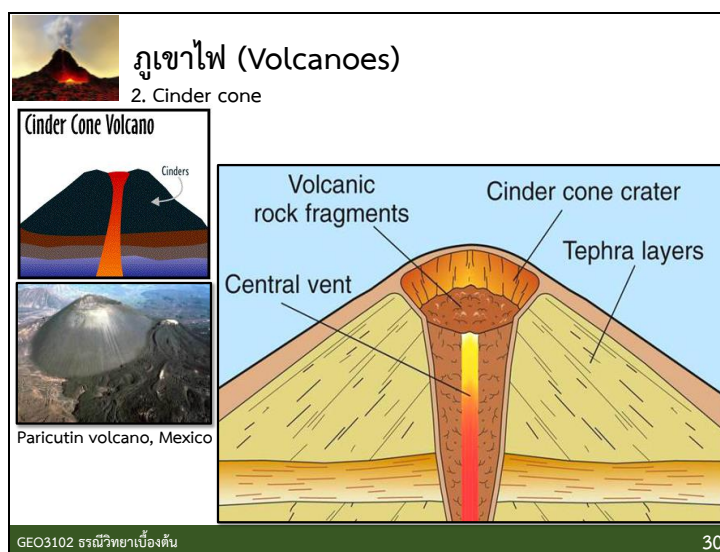


---



---

Slide 30



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 31

**ภูเขาไฟ (Volcanoes)**  
1. Composite volcano (Strato-volcano)

Shield Volcano  
Lava Flows

Mauna Loa, Hawaii

SHIELD VOLCANO COMPONENTS  
caldera  
vents  
magma chamber  
plumes

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 31

---

---

---

---

---

---

---

---

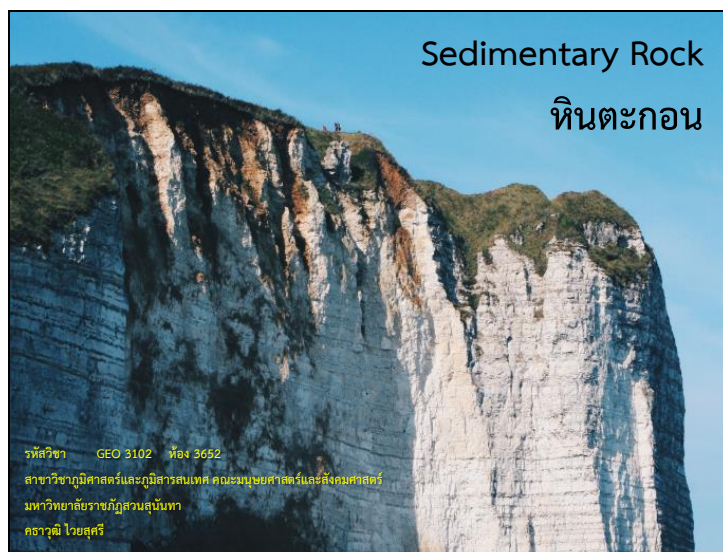
---

---

---

---

Slide 1



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 2

**หิน (Rocks)**

หิน คือ อนินทรีย์สารที่เกิดจากการรวมกันอยู่ของแร่ตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป และประกอบอยู่เป็นส่วนสำคัญของเปลือกโลก

หิน แบ่งตามการเกิดได้ 3 ชนิด คือ

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

ROCK TYPES

Igneous (Obsidian)

Metamorphic (Schist)

Sedimentary (Shale)

© AllAboutGemstones.com

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 2

---

---

---

---

---

---

---

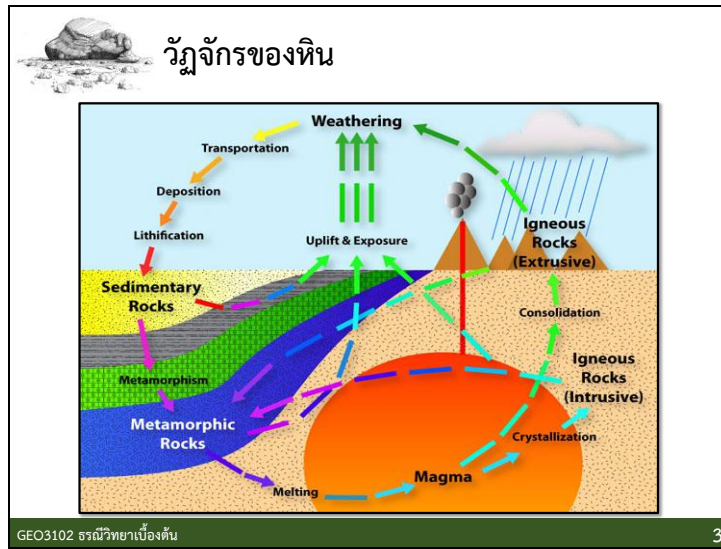
---

---

---

---

Slide 3



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 4



### หินตะกอน

หินตะกอน เป็นหินที่เกิดจากการทับถม อัดตัวของอนุภาคต่าง ๆ บนผิวโลกตามกระบวนการทางธรณีวิทยา และผ่านกระบวนการสร้างหินตะกอน บางที่เรียกว่า หินชั้น (stratified rock)



Grand Canyon, USA

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

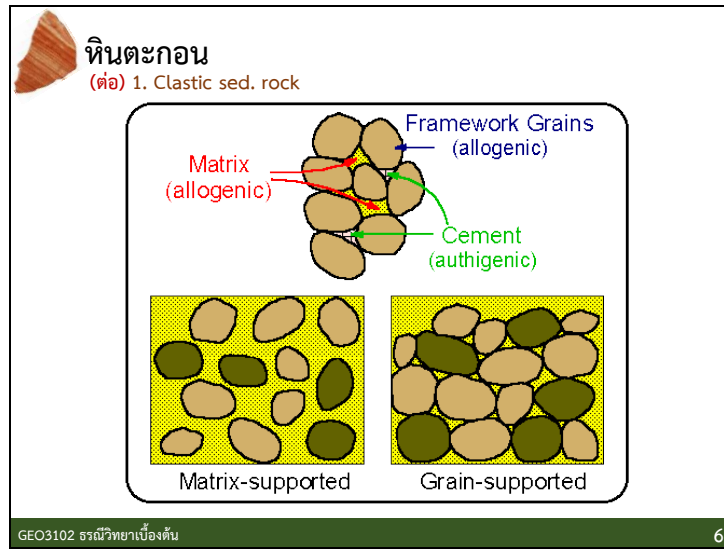
---

---

---



Slide 6



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 7

**หินตะกอน**  
 (ต่อ) 1. Clastic sed. rock

กระบวนการสร้างหินตะกอนชนิด Clastic (Lithification)

- การอัดตัว (Compaction)
- การเชื่อมตัว (Cementation)
- การตกผลึกใหม่ (Recrystallization)

ชนิดของสารเชื่อม

- Argillaceous
- Siliceous
- Ferruginous
- Calcareous
- Carbonaceous

The diagram illustrates the lithification process. It starts with 'Sediment' shown as a stack of horizontal layers. An arrow labeled 'Compaction' points to a thinner stack of layers, with '50-60% water' written above the arrow. A second arrow labeled 'Cementation' points to a stack of layers where the grains are held together by small brown cementation particles. A final arrow labeled 'Lithification' points to the resulting 'Rock', which is a solidified block. The text '10-20% water' is written below the rock. The word 'Lithification' is also written in a box at the bottom right of the diagram.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 8



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 9

 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.



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 9

---

---

---

---

---

---

---

---

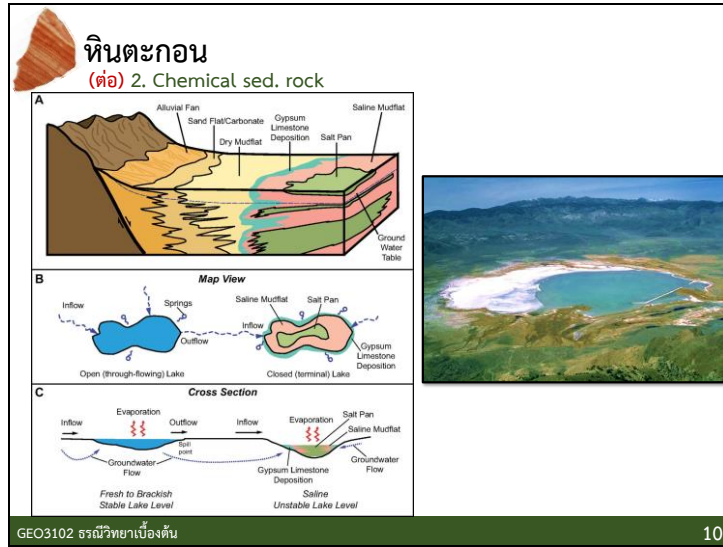
---

---

---

---

Slide 10




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---


---

Slide 11



**หินตะกอน**  
(ต่อ) 2. Chemical sed. rock

**Chemical Sedimentary Rock**  
Dissolved minerals left behind  
when water evaporates.



Gypsum                      Halite                      Limestone

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

Slide 12

 หินตะกอน  
(ต่อ) 3. Organic sed. rock

**Organic Sedimentary Rock**  
Formed from the remains of living things.

 © geology.com Anthracite Coal	 © geology.com Chalk	 Coquina
---	---	---

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 13



**หินตะกอน**  
ถ่านหิน แบ่งตามคุณภาพ ดังนี้

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



Anthracite Bituminous Subbituminous Lignite

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 14

 **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



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 15



### หินตะกอน

#### การแพร่กระจาย

- เป็นหินที่พบมากที่สุดในส่วนผิวโลก (surface)
- บริเวณที่เป็นทวีป มีหินตะกอนอยู่ประมาณ 3/4 ของบริเวณผิวโลกทั้งหมด
- ที่พบมากที่สุดคือ หินดินดาน (shale), หินทราย (sandstone) และกลุ่มหินปูน (limestone)



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
Grand Canyon, USA
15

---



---



---



---



---



---



---



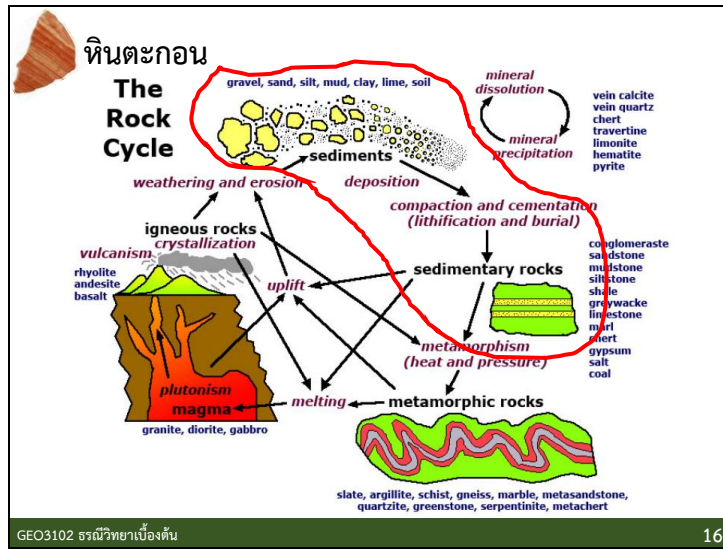
---



---



---




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Slide 17

 **หินตะกอน**

ลักษณะทั่วไปของหินตะกอน

1. ประกอบด้วยชั้นส่วนของหินดั้งเดิมหรือสารที่ตกตะกอนทางเคมี
2. มักจะเรียงตัวกันเป็นชั้น ๆ
3. โดยทั่วไปจะอ่อนกว่าหินอัคนีและหินแปร
4. มักมีซากดึกดำบรรพ์อยู่ในหิน



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 17

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

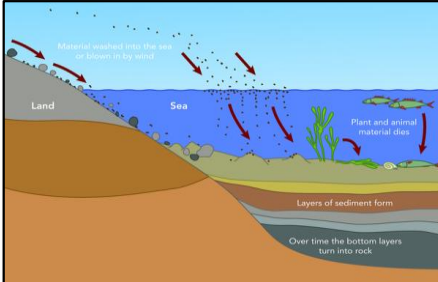
Slide 18



### หินตะกอน

วัฏจักรของหินตะกอน (The sedimentary cycle)

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



Material washed into the sea by erosion or blown in by wind

Land

Sea

Plant and animal material dies

Layers of sediment form

Over time the bottom layers turn into rock

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

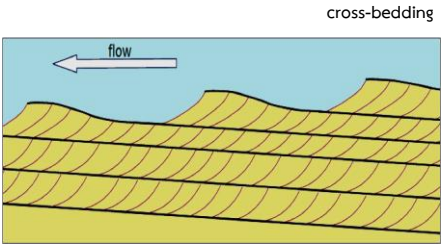


Slide 20

 หินตะกอน

ลักษณะของชั้นหิน

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



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 22



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 23



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 24



---

---

---

---

---


---

---

---

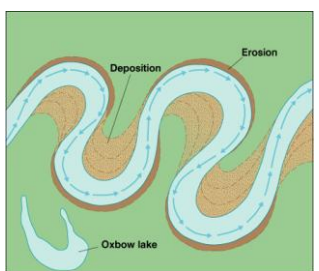
---

---



**หินตะกอน**  
**พาหะธรณี (Geologic agent)**

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



The diagram illustrates a meandering river with a central channel and two banks. The inner bank is labeled 'Deposition' and the outer bank is labeled 'Erosion'. An 'Oxbow lake' is shown as a separate body of water that has been cut off from the main river channel.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 25

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 26

 **หินตะกอน**  
การเกิดซากดึกดำบรรพ์ (Fossilization)

- Trace fossil
- Derived fossil

ความสำคัญของซากดึกดำบรรพ์

- อายุ
- สภาพแวดล้อม



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 26

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---

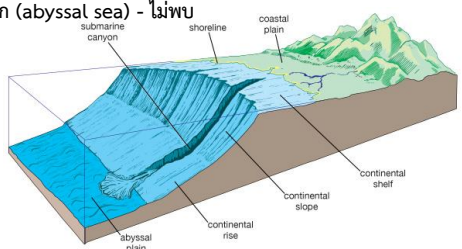


## หินตะกอน

### การแพร่กระจาย

- ที่สูง (upland) - น้อย
- ที่ต่ำ (lowland) - พบมากขึ้น เช่น ถ่านหิน
- ไหลทวีป (continental shelf) - พบมากที่สุด
- ที่ลาดชันทวีป (continental slope) - พบน้อยลง
- ทะเลลึก (abyssal sea) - ไม่พบ



© 2013 Encyclopedia Britannica, Inc.

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 27

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 28

 หินตะกอน  
ลักษณะโครงสร้างอื่น ๆ ในหินตะกอน

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

 ripple mark

 mud cracks

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 28

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 29

 หินตะกอน  
กระบวนการแยกตะกอนธรรมชาติ  
(Sedimentary differentiation)

ถ้าหากมีเวลาเพียงพอ กระบวนการนี้จะแยกตะกอนที่มีองค์ประกอบเหมือนกัน ตกทับถมในแหล่งเดียวกันหมด

องค์ประกอบของหินตะกอน

- quartz
- calcite
- clay minerals
- rock fragment:

 Conglomerate

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 29

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 30

 หินตะกอน  
กฎการตกตะกอน โดย Nicolas Steno 

2.1 Law of Original Horizontality  
การตกตะกอนของสารใด ๆ ก็ตาม ถ้าไม่มีอะไรรบกวน จะตกในแนวราบเสมอ

2.2 Law of Superposition  
ชั้นหินตะกอนที่ตกตะกอนก่อน จะเป็นชั้นที่มีอายุมากที่สุด ชั้นหินที่อยู่ถัดมาจะมีอายุน้อยขึ้นไปตามลำดับ ชั้นหินบนสุดจะมีอายุน้อยที่สุด



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 30

---

---

---

---

---

---

---

---

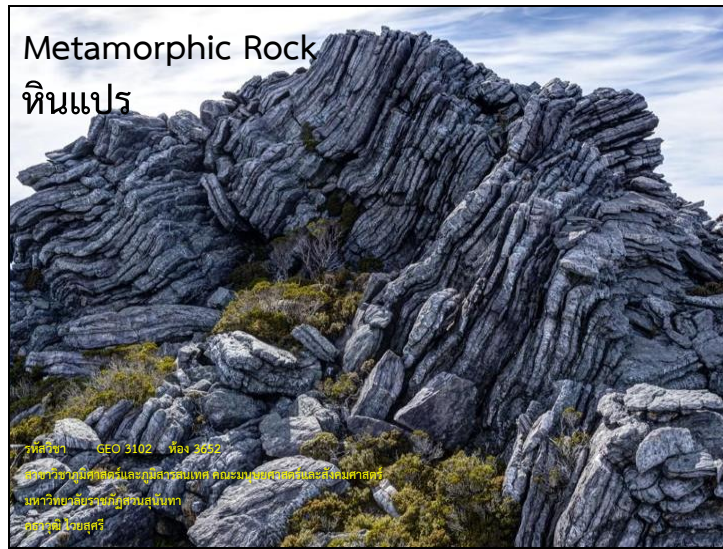
---

---

---

---

Slide 1



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 2



**หิน (Rocks)**

**หิน** คือ อนินทรีย์สารที่เกิดจากการรวมกันอยู่ของแร่ตั้งแต่ **1 ชนิด** ขึ้นไป และประกอบอยู่เป็นส่วนสำคัญของเปลือกโลก

หิน แบ่งตามการเกิดได้ 3 ชนิด คือ

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

**ROCK TYPES**



Igneous (Obsidian)
Metamorphic (Schist)

© AllAboutGemstones.com
Sedimentary (Shale)

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 2

---

---

---

---

---

---

---

---

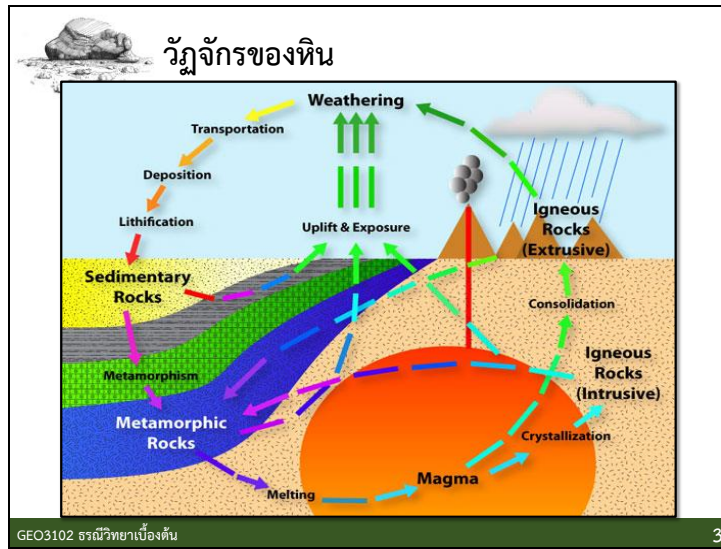
---

---

---

---

Slide 3



---

---

---

---

---

---

---

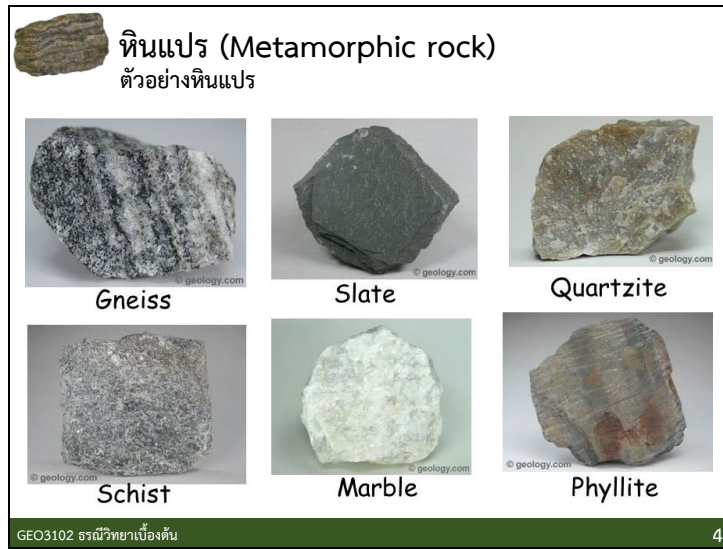
---

---

---

---

Slide 4



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

 หินแปร (Metamorphic rock)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแปรสภาพ

- 1. ความร้อน (Heat) 200-700 °C**
- 2. ความดัน (Pressure)**
  - ช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ค่อย ๆ ลดลง
  - อะตอมจับตัวกันแน่นมากขึ้น
  - ตกผลึกใหม่ของแร่และบางครั้งทำให้เกิดแร่ใหม่

บางครั้งทำให้เกิดแร่ใหม่

- เกิดการเคลื่อนที่ระหว่างเม็ดแร่ภายในหิน
- เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อหิน (โครงสร้าง)
- เกิดการจัดเรียงตัวใหม่ของแร่



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 5

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

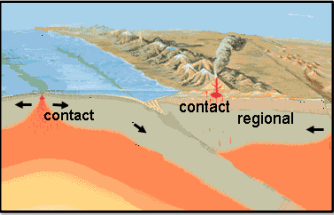
Slide 6

 **หินแปร (Metamorphic rock)**

ข้อสังเกต

การแปรสภาพ จะเกิดขึ้นภายในเปลือกโลก ในระดับลึกกว่าบริเวณที่หินมีการผุพังและแข็งตัว (zone of weathering and cementation) และ **ไม่** อยู่ในบริเวณที่มีการหลอมเหลวใหม่ของหิน (zone of remelting)

การแปรสภาพ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางโครงสร้างของหินเพื่อที่จะปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งผลที่ได้ก็คือ หินที่เกิดขึ้นใหม่จะแตกต่างไปจากหินเดิม



GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 6

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 7

 หินแปร (Metamorphic rock)

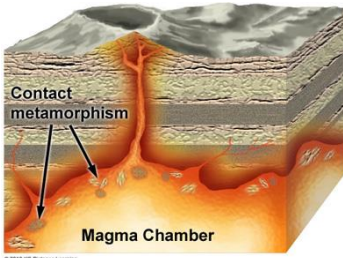
ชนิดของการแปรสภาพ

1. **Contact metamorphism** เกิดจากการแทรกดันของหินหนืดเข้าไปในหินข้างเคียง

- อุณหภูมิมีหลายช่วง
- ความดัน 100-3,000 บรรยากาศ (ใกล้ผิวโลก)

แร่ที่เกิดแบ่งออกได้เป็น 2 พวก ดังนี้

- พวกที่เกิดจาก **ความร้อนของ magma** ที่กระทำต่อหินข้างเคียง
- พวกที่เกิดจากสารละลาย **hydrothermal** ที่ทำปฏิกิริยากับหินข้างเคียง



Contact metamorphism

Magma Chamber

© 2010 AC Online Learning

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

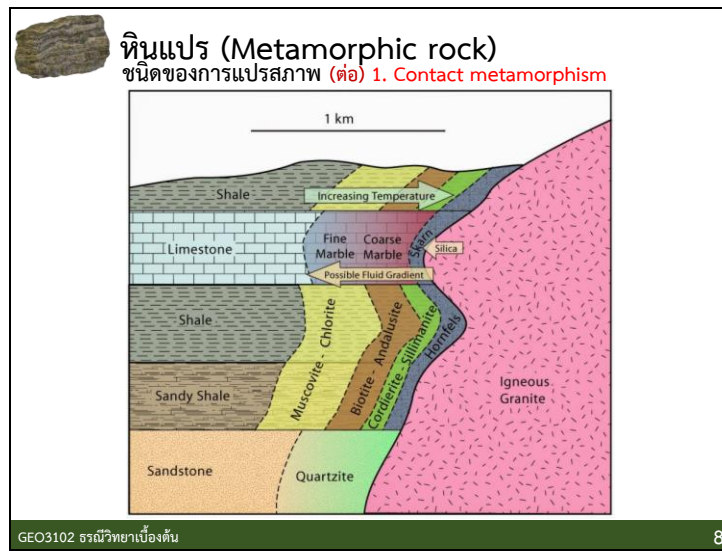
---

---

---

---

Slide 8



---

---

---

---

---

---

---

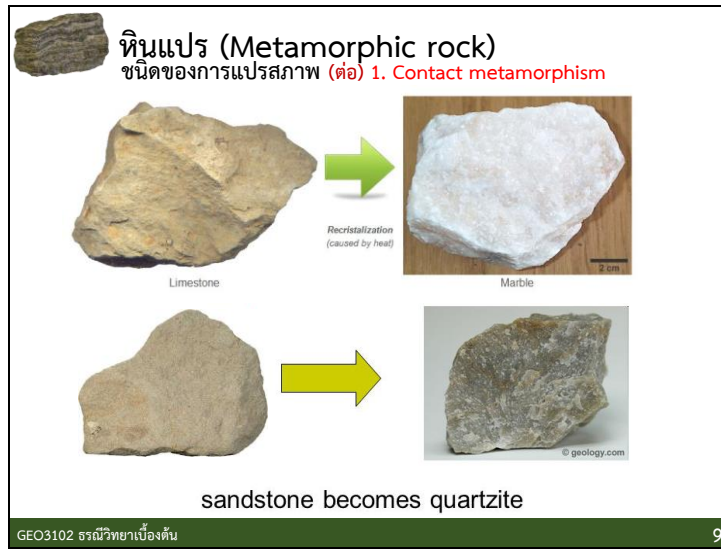
---

---

---

---

Slide 9



---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 10



**หินแปร (Metamorphic rock)**  
ชนิดของการแปรสภาพ

**2. Dynamothermal metamorphism**

- อุณหภูมิ
- ทิศทางของความดัน

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

**2.1) Dislocation metamorphism**  
เกิดในบริเวณเปลือกโลก มีการไหวตัวรุนแรง เช่น fault

**2.2) Regional metamorphism**  
เกิดเป็นบริเวณกว้าง ในเขตที่มีการไหวตัวของเปลือกโลก มักจะมี **อุณหภูมิและความดันสูง**

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

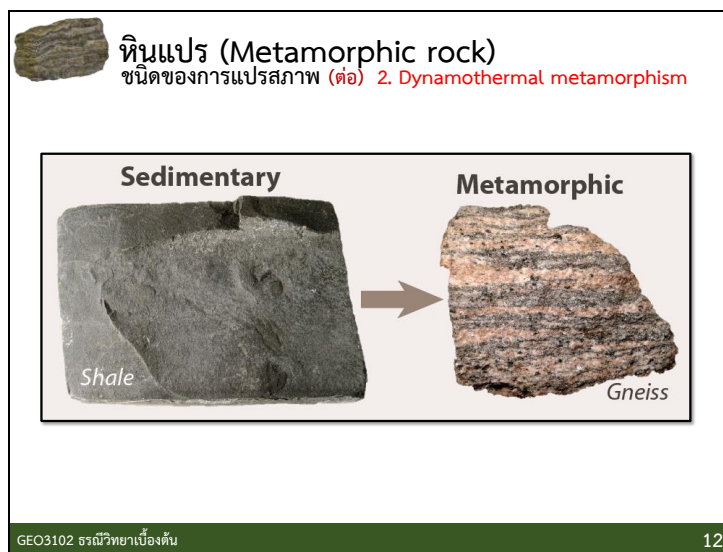
---

---

---



Slide 12




---

---

---

---

---

---

---

---

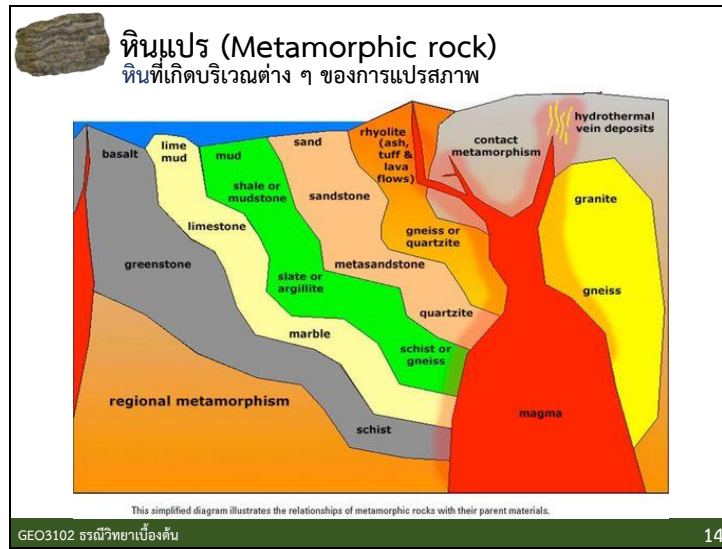
---

---

---

---





---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---







### หินแปร (Metamorphic rock)

#### โครงสร้างของหินแปร

(ต่อ) 2.2 Foliated metamorphic rock (ต่อ)

- ค. Schistose (ภาษากรีก schistos= divided = แบ่งออกได้)  
ทำให้เกิดแผ่น มองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า มีขนาดใหญกว่า  
slaty และ phyllitic
- ง. Gneissic (ภาษากรีก Gneis = spark = ประกาย)  
มีการแตกต้งแต่ไม่ก่มีลลิมเมตรจนถึงหนึ่งเซนติเมตร



Schist



Gneiss

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น
17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**หินแปร (Metamorphic rock)**  
เกิดการเรียงตัวของแร่ในหินเมื่อมีแรงกระทำ

Before metamorphism      After metamorphism

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น      18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Slide 19


**หินแปร (Metamorphic rock)**

**การจำแนกหินแปร**


- จำแนกตามโครงสร้างในเนื้อหิน
- แร่ที่พบมากในหิน

**ชนิดของหินแปร**

- ขึ้นอยู่กับหินเดิม
- ชนิดของการแปรสภาพ
- ความรุนแรงของการแปรสภาพ



Garnet gneiss



Chlorite schist

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น 19

---

---

---

---

---

---

---

---

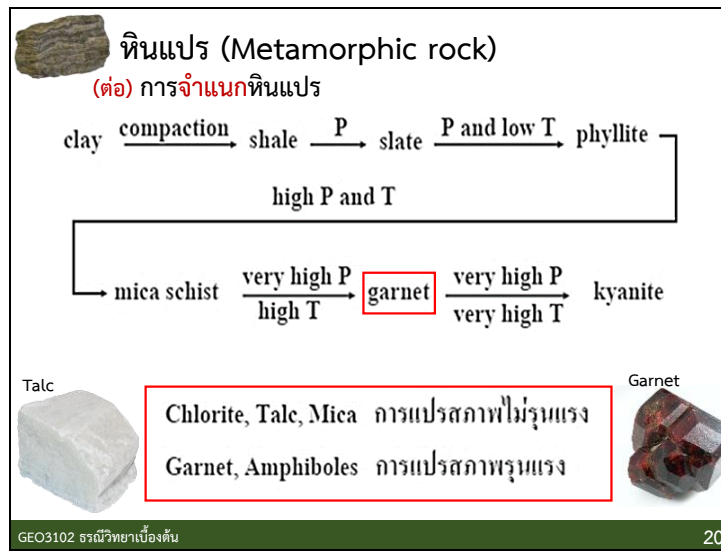
---

---

---

---

Slide 20




---

---

---

---

---

---

---

---

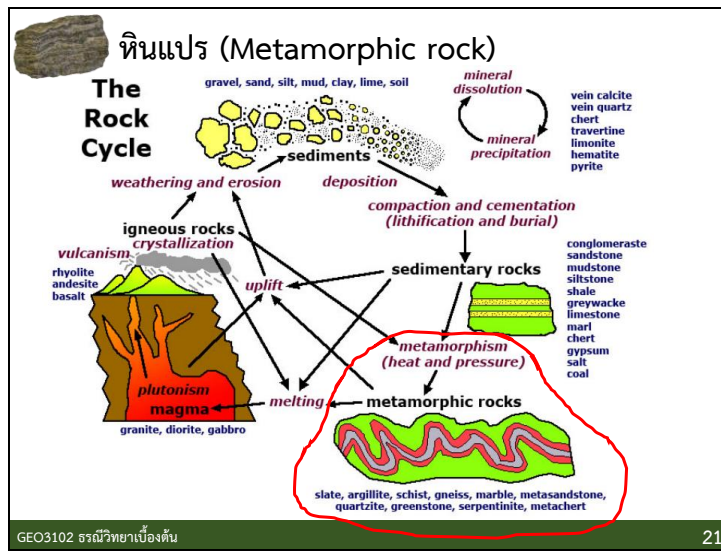
---

---

---

---

Slide 21




---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Slide 1



---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---









ดินและการเกิดดิน

**ปัจจัยที่ควบคุมการสร้างตัวของดิน**

1. ภูมิอากาศ (Climate)
  - ความร้อน ความชื้น และน้ำฝน เป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดดิน
  - ความชื้นสูง การทำปฏิกิริยาทางเคมีของดินจะทำได้ดี ทำให้เกิดชั้นดินหนา เกิดแร่ธาตุจำพวกเหล็กออกไซด์ (เกิดศิลาแลงง่าย)
  - บริเวณที่มีความชื้นและปริมาณน้ำฝนสูง จะอยู่บริเวณพื้นที่ที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (แถบศูนย์สูตร) ทำให้เกิดชั้นดินที่หนากว่าพื้นที่เขตภูมิอากาศแบบอบอุ่น และเขตทุนดรา (Tundra) พบชั้นดินที่บางมาก

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---







ดินและการเกิดดิน

ปัจจัยที่ควบคุมการสร้างตัวของดิน

4. วัตถุดิบกำเนิดดิน (Parent material)

- Parent Rock หรือ หินต้นกำเนิด เป็นตัวแปรสำคัญ
- **หินแกรนิต และหินบะซอลต์** มีแร่ประกอบหินมากกว่าหินชนิดอื่นๆ เมื่อเกิดการผุพังสลายตัว ทำให้แร่ธาตุสะสมตัวอยู่ในดิน ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์
- บริเวณเกิดการผุพังสลายตัวของหินบะซอลต์ ได้แก่ บริเวณภูเขาไฟ การแทรกดันตัวของหินหนืด
- ในประเทศไทยปรากฏบริเวณจันทบุรี และตราด เป็นแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ผลไม้ต่างๆ
- **หินปูน** มีเพียง  $CaCO_3$
- **หินทราย** มีแร่ควอตซ์เพียงอย่างเดียว และทนทานต่อการผุพังอีกด้วย

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น

8

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

Slide 9



ดินและการเกิดดิน

**ปัจจัยที่ควบคุมการสร้างตัวของดิน**

5. เวลา (Time)

- ดินเกิดการแบ่งชั้นใช้เวลาบร้อยถึงพันปี ไม่ได้เกิดขึ้นทีทันใด ต้องใช้เวลา
- ดินชั้น B (B-Horizon) เป็นชั้นการสะสมตัวของแร่ต่าง ๆ (Illviation) เป็นชั้นที่เห็นปฏิกิริยาเคมีอย่างชัดเจน และมีการสะสมตัวของแร่ดินเหนียวสูงที่สุด หากขุดนำมาใช้ (การทำเหมือง-ตักหน้าดินไปขาย) จะทำให้เกิดดินชั้น O และ A ได้ยากขึ้น เพราะไม่มีการทำปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้ดินบริเวณนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ในที่สุด

GEO3102 ธรณีวิทยาเบื้องต้น9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



























ดินและการเกิดดิน

popurmon 22 กุมภาพันธ์ 2559 เวลา 16:24 น.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





### Estuary Environment ในประเทศไทย

- ปากแม่น้ำกระบือ จังหวัดระนอง
- ปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี
- ปากแม่น้ำชุมพร
- ปากแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
- ดอนหอยหลอด
- ปากแม่น้ำกันตรัง จังหวัดตรัง
- อุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา
- ฯลฯ

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---