

國際百萬森林計劃 搶救氣候 種出未來  
The climate to save the future

停止空談 開始種植  
Arrêtez de parler et débutez de planter  
STOP TALKING START PLANTING

歡迎!  
Souhaiter la bienvenue~!  
Herzliche Willkommen!  
Welcome!

1

可持續發展單位 - 傳訊教育及宣傳科

風化子系統

STOP TALKING START PLANTING

2

- « 國際百萬森林計劃 (包括十億樹木行動及地球植林計劃) - 聯合國環境署 » 香港區項目
- Les événements de reboisement et de verdissement du projet mondial d'arbres (avec la campagne pour un milliard d'arbres et le programme de 'plantons pour la planète') sous PNUE - pour la région hongkongaise en
- The « International Million Trees ( Forest ) Project & Network (with the billion trees campaign and the "plant for the planet" program) under UNEP » - Trees Conservation & Planting Events for Hong Kong Region

GENU A Green Future, PNUE, UNEP, HIMA, WWN, etc.

3

## 風化子系統

- 各種風化的種類及影響因素
  1. 機械性風化
  2. 化學性風化
  3. 生物性風化
- 不同地方的風化
  1. 熱帶雨林
  2. 熱帶荒漠
  3. 苔原區

4

## 剝蝕作用

▶ 剝蝕作用 (denudation) 包括風化作用 (weathering)、塊體移動 (mass movement)、侵蝕作用及搬運作用 (transportation)；最終的效果是使地表物質不斷被移走，地面逐步下降，直至外力作用消失或造成平地為止。

5

## 風化作用

▶ 風化是將岩石及礦物在地球表面或接近表面的分解和轉變過程，使之與環境更呈平衡狀態。

投入物質 (岩石, 水分, 氣體, 能量, 陽光, 壓力) → 過程 → 產出 (風化溶液, 氣體)

6

### 風化作用

顏色、外形輪廓(較圓、稜角狀)、礦物結構(是否清楚)、堅實程度

點解無情情會變?

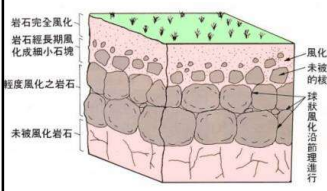


- ▶ 當岩石暴露於地表時，環境大為改變，與地下以至地殼深處截然不同。溫度及氣壓明顯下降；又因與大氣圈、水文圈和生物圈直接接觸，空氣成分、氣溫變化、水溶液及各種生物作用(等因素)，均使岩石及其礦物發生物理(分解)或化學(變化)，這些過程叫做風化作用。
- ▶ 石在結構上和成分上發生變化，逐漸
  - ▶ 由堅硬變為鬆散
  - ▶ 由大塊變為小塊
  - ▶ 礦物的結構也愈來愈模糊。

7

### 風化剖面

▶ 從風化殼剖面，可見到不同階段的風化效果。



層數	風化程度	主要物質	主要特徵
第一層	完全風化	似土壤物質	偶然有少量小石塊
第二層	高度風化	似土壤物質	石塊較多較大
第三層	輕度風化	岩石的結構仍然清晰可辨	巨石之間有少量土質及小石塊
第四層	未被風化	岩體	沒有土質或小石塊

8

### 風化種類

- ▶ 機械性/物理性風化
  - ▶ 物理風化作用是指岩石和礦物逐步疏鬆崩解成碎屑的過程，而它們自身的化學成分則不會發生改變。
- ▶ 化學性風化
  - ▶ 地表岩石與水、水溶液相空氣中的氧、二氧化碳等相互作用，發生氧化、溶解、水解、水化等一系列化學反應，因而改變了岩石的物理性質和化學成分，形成新的礦物，或者使岩石中可溶的礦物逐步被溶蝕流失。結果，原來岩石的結構被破壞，岩石變得疏鬆甚至逐漸變成鬆散的土層。這種對岩石的破壞作用，稱為化學風化作用。
- ▶ 生物性風化
  - ▶ 通過生物在新陳代謝過程中產生的各種有機酸及其它溶液，透過微生物的分解作用，對岩石進行腐蝕，使岩石分解。

9

### 1.1.1 機械性風化

- ▶ 物理風化作用是指岩石和礦物逐步疏鬆崩解成碎屑的過程，而它們自身的化學成分則不會發生改變。
- ▶ 形成原因/種類：
  - ▶ 凍融作用
  - ▶ 鹽結晶作用
  - ▶ 壓力釋放
  - ▶ 熱力風化

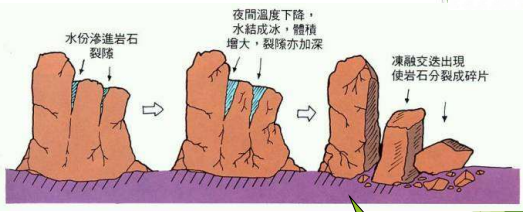
10

### 凍融作用

- ▶ 當氣溫下降至冰點，水便結冰，體積可增大9%，冰對岩石裂隙兩壁便產生巨大的壓力(-21°C→2100kg/cm<sup>3</sup>)
- ▶ 而當氣溫回升時，冰便融化，加於兩壁的壓力驟減，兩壁遂向中央推回。
- ▶ 在反覆的凍結和融化過程中，岩石的裂隙就會擴大、增多，以致石塊被分割出來，這種作用叫凍融作用(freeze and thaw action)。
- ▶ 岩石經此作用後可產生稜角狀的碎石。
- ▶ 常見於潮濕，及日夜溫度徘徊於冰點上下的地方

11

### 凍融作用



水份滲進岩石裂隙

夜間溫度下降，水結成冰，體積增大，裂隙亦加深

凍融交迭出現使岩石分裂成碎片

這是長期低於冰點的地方

12

## 鹽結晶作用

- ▶ 進入岩石裂隙中的水，常溶解有大量鹽分，一旦水分蒸發，溶液濃度逐漸達到飽和而成為鹽晶體，體積因而增大，並產生膨脹壓力，使岩石逐漸崩解。
- ▶ 這種過程常出現在熱帶荒漠以及海岸地區。
  - ▶ 在熱帶荒漠地區，含鹽分的水通過毛細管作用到達岩石表面，水分蒸發後出現結晶。
  - ▶ 而在海岸地帶，岩石終年受到含有鹽分的波浪沖擊，也有利於鹽結晶作用的進行。

13

## 壓力釋放

- ▶ 許多形成於高壓環境的火成岩如花崗岩等，一旦暴露於大氣之下，壓力便大大降低，因而引起了岩體膨脹。
- ▶ 當膨脹超過彈性極限後，岩石會發生破裂而產生許多大致平行地表的席狀節理，其厚度從十幾厘米到幾米不等。愈深入地下節理的厚度愈大，愈近地表節理愈薄愈多，結果造成了岩石的層狀剝離崩解。
- ▶ 這種過程在花崗岩分佈的地區最為常見，例如稱為頁狀剝落岡丘的巨大渾圓的花崗岩體便是這樣形成的。

14

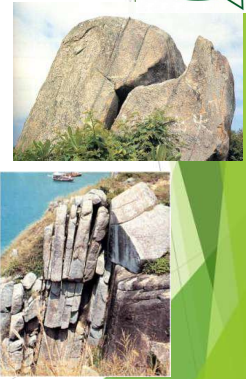
## 熱力風化

- ▶ 熱力風化是指岩石因其內部熱應力作用而產生的崩解破碎。
- ▶ 晝夜或季節的氣溫變化，使岩石或礦物反覆膨脹和收縮，最終導致了表面的剝落或破碎。
- ▶ 常見於日溫差大的荒漠
- ▶ 塊狀分裂、粒狀分裂和頁狀剝落

15

## 熱力風化—塊狀分裂

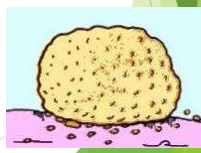
- ▶ 若日溫差較大，而岩石有明顯的或較多的節理時，便會產生塊狀分裂，常見於光禿山坡及荒漠，在香港亦很普遍。
- ▶ 岩石在白天受陽光照射後，吸熱增溫而膨脹；到了夜晚，岩石則放熱降溫，發生收縮。這種熱脹冷縮過程若反覆進行，岩石的裂隙就會增多，並擴大加深，導致岩石沿裂縫成塊裂開。



16

## 熱力風化—粒狀分裂

- ▶ 岩石往往由多種不同礦物組成，不同礦物的顆粒大小、顏色深淺等特性也不一樣，一些礦物膨脹較快，降溫時則收縮較多，此等礦物遂與其他礦物顆粒分離、鬆脫，祇要有輕微的外力（如風力、水力等），便能使顆粒脫離母岩。
- ▶ 粒狀分裂常見於粗粒岩石，如花崗岩、砂岩等。



17

## 熱力風化—頁狀剝落

- ▶ 由於岩石是熱的不良導體，日間受熱時，岩石表層增溫最快，膨脹最劇烈。
- ▶ 而表層以下卻增溫很慢，膨脹量較小。
- ▶ 這樣岩石表層與內部的熱膨脹變形量不同，兩者之間產生了張應力差。
- ▶ 夜間的情形則相反，表層散熱降溫快，迅速發生收縮；而下層散熱性，收縮量小。兩者之間產生了壓應力差。
- ▶ 岩石經過長時間的張應力、壓應力的交替作用後，產生了許多風化裂隙，既有與表面平行的橫向裂隙，也有與表面垂直的縱向裂隙，最終導致岩石的表面逐層剝落。
- ▶ 在各類形狀的岩石中，顆粒較細的岩石最容易發生頁狀剝落。

18



## 熱力風化—頁狀剝落



19

種類	塊狀分裂	粒狀分裂	頁狀剝落	凍融作用
成因	岩石沿節理膨脹及收縮引起	岩石表面各種礦物膨脹與收縮速度不一引起	岩石外圍與內部熱脹冷縮速度不一引起	交迭出現的結冰與融解作用使岩石裂縫增大而引起
岩石特徵	岩石上佈有節理或裂縫	組成岩石的礦物多於一種，且各自具有不同的膨脹速度	組成岩石的礦物顆粒較細	岩石上佈有節理或裂縫

20

## 其他

- ▶ 生物作用：生物的活動也可導致岩石的物理風化，如植物的根系沿岩石裂隙生長，使裂隙擴大而把岩石擠開；動物挖掘洞穴，可使岩石破碎、土粒變細等。



21

## 1.1.2 化學風化

- ▶ 化學風化改變石頭的成分，形成新礦物
- ▶ 部分石頭礦物與天然的酸有反應，如其溶於水的話，更會被帶走
- ▶ 氧化作用、水解作用、水合作用、碳化作用、溶解作用



22

## 化學風化 — 氧化作用

- ▶ 氧化作用是自然界最常見及最重要的化學作用，是指氧氣與各種礦物混合，產生新的氧化物（及熱量），以適應新的環境。
- ▶ 含鐵的礦物最易受到氧化，往往在岩石表面形成棕褐色的鏽斑。
- ▶ 氧化礦物的體積會增加
- ▶ 石頭本身會變得更脆弱及較易作進一步風化

23

## 化學風化 — 水解作用

- ▶ 水解作用是指礦物與水發生反應而分解。水中存在游離的H和OH<sup>-</sup>離子，能使某些鹽類礦物在水中出現離解，其離子與水中的H<sup>+</sup>及OH<sup>-</sup>結合，產生新的礦物。
- ▶ 例如花崗岩的主要造岩物之一的長石，經水解後變成了黏土性的高嶺石。

24

## 化學風化 — 水化作用

- ▶ 水化作用是指水與某些不含水的礦物相化合，改變了原來礦物的分子結構，形成較鬆軟的新礦物。
- ▶ 在水化過程中，礦物的特性發生了很大的改變，如硬度降低、密度變小等，而且引起了體積膨脹(如硬石膏水化成石膏後，體積約增大了30%)，對岩石內的其它礦物造成擠壓作用，加速了岩石的崩解。

25

## 化學風化 — 碳化作用

- ▶ 雨水在大氣中溶解了一些二氧化碳而帶上微弱的酸性，形成含碳酸的水。
- ▶ 當雨水中的碳酸與岩石中的金屬離子發生反應時，即形成碳酸鹽，這就稱為碳酸化作用。
- ▶ 石灰岩及其它含碳酸岩石，受碳酸化作用的影響尤其明顯。例如構成石灰岩的碳酸鈣在純水中溶解速度較慢，但它能與水中的碳酸發生快速反應，生成的碳酸氫鈣，易溶於水(比碳酸鈣易溶30倍)，並隨水流失。
- ▶ 在碳酸化作用下，石灰岩地區形成了奇特的岩溶地形，不論地上和地下都產生許多溶蝕而成的大小不一的洞穴和溶隙。
- ▶ 喀斯特地貌

26



27

## 化學風化 — 溶解作用

- ▶ 溶解作用是指水對礦物的直接溶解。
- ▶ 溶解的速度一般很緩慢，但在很長時間的作用下，不少較難溶的礦物也能逐步溶解。溶解作用對於由方解石、石膏、岩鹽等易溶礦物組成的岩石來說，破壞效果尤其明顯。
- ▶ 由於溶解作用增加了岩石的孔隙，破壞了岩石的結構，因而有利於其它風化方式的進行。

28

## 生物帶來的化學風化

- ▶ 生物和死後遺體所析出的有機酸及其他溶液，和透過微生物的分解作用，對岩石進行腐蝕，使岩石變成鬆軟物質。如青苔、地衣等植物，均可促進岩石作化學分解。

29

## 1.2 影響風化的因素

- ▶ 內在因素：石頭結構、成分、地形
- ▶ 外在因素：氣候、植被、時間

30

## 影響風化的內在因素

- ▶ 岩性
  - ▶ 質地
    - ▶ 粗粒 versus 幼粒
    - ▶ 表面積 versus 結構
  - ▶ 構造
    - ▶ 岩石若有節理，水及空氣較易進入岩石

31

## ▶ 地形

- ▶ 高度及坡度 → 風化？
  - ▶ 在平原及低緩的丘陵地區，由於坡度緩，地表侵蝕較慢，風化層較厚
  - ▶ 在地形高差很大的山區，一般風化的深度和強度大於低平地區，加上山坡較陡，地表侵蝕較快，風化產物較易被搬走，因而風化層很薄，地面往往由裸露的岩塊或岩體構成

32

## 影響風化的外在因素

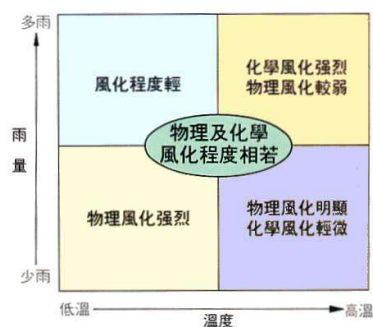
- ▶ 氣候
  - ▶ 對物理風化來說，凍融作用是溫度在0℃上下波動的地區佔主導地位，如果氣候太冷(常年冰凍)、太熱(不發生冰凍)、太乾(沒有足夠的水分凍結成冰)或太濕(如植物覆蓋地表)，都不利於凍融作用的進行。
  - ▶ 太熱和缺乏水分，很難發生物理風化作用。
  - ▶ 高溫多雨，地表覆蓋著厚厚的植被，大大減弱了陽光對岩石的作用，所以物理風化不明顯，但化學風化卻十分強烈，因各種有機酸最豐富，大量物質被溶解並隨水流失。

33

## 影響風化的外在因素

- ▶ 時間
  - ▶ 風化作用一般較為緩慢，因此要使岩石完全風化，往往要經過漫長的時間。例如，有人測定過在印度果阿地區的濕熱氣候條件下，由岩石變成磚紅壤風化殼，至少需要70—80萬年。
  - ▶ 一般來說，潮濕熱帶地區的岩石，約兩萬年才可形成超過1米厚的風化殼。

34



35

## 聯絡

- 電話：67782670 / 69762635 (行動單位)；28762855 (辦公室)
  - 無線電：409.8375 (8號頻道) - 參加者亦可使用 / 462.6875 (CTCSS-110.9MHz)
- (國際呼號 CALLSIGNS: VR2XGN)
- 電郵：info@hkgnu.org / pr@hkgnu.org 傳真：39711469
  - 活動網址：http://www.hkgnu.org
  - 香港區委員會聯絡處：尖沙咀新港中心2座907室
  - 香港區委員會郵政信箱：郵政信箱68046號

CIMTPNHK/HKGNU/HIMA/FPPLPHK-PFTPFHK/PNU-UNEP

36






**\*聯合國環境署 - 國際百萬森林計劃香港區委員會**  
 (包括十億樹木行動及地球植林計劃),  
 香港綠色自然聯盟(HKGNU)等

**\*\*Le comité du projet et du réseau mondial de million d'arbres - la division hongkongaise (avec la campagne pour un milliard d'arbres, et le programme de 'plantons pour la planète'), sous le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) ; et L'association d'écologie de Hong Kong (HKGNU), et caetera.**

**\*\*\* [ The committee of international million trees / forest project and network - Hong Kong Region (with the Billion Trees Campaign, and the the 'Plant for the Planet' Program), under the framework of United Nations Environment Programme (UNEP); Hong Kong Green Nature Union [HKGNU], etc. ]**

二零一零年九月 09/2010 (初版/Version 1.0)  
<http://www.hkgnu.org> info@hkgnu.org  
 TEL: 28762855 / 67782670 / 69762635

37








38







完 ~ 謝謝  
 La fin, merci  
 The end, thank you

二零一零年九月修訂

39