



108.01

工程地質

Engineering Geology

第五週

原生與次生不連續面

三大岩類及其原生地質構造、節理

授課教師：邱雅筑

2019/10/28



回顧：不連續面的類型

- 根據成因可分為原生、次生及表生三種
- 原生不連續面：成岩的過程中就形成的不連續面
- 原生不連續面因三大岩類而異

表 9.1 不連續面的類型

成因分類	原生不連續面			次生不連續面	表生不連續面
	沉積岩 不連續面	火成岩 不連續面	變質岩 不連續面	構造作用	解壓 及風化作用
主要地質類型	a. 層理層面 b. 不整合面 c. 軟弱夾層	冷縮節理	葉理	a. 斷層 b. 節理 c. 劈理 d. 層間錯動 e. 剪裂帶	a. 風化裂隙 b. 風化軟弱夾層 c. 解壓節理 d. 泥化夾層

火成岩
Igneous rock



沉積岩
Sedimentary rock

變質岩
Metamorphic rock

三大岩類：沉積岩

沉積岩的分類

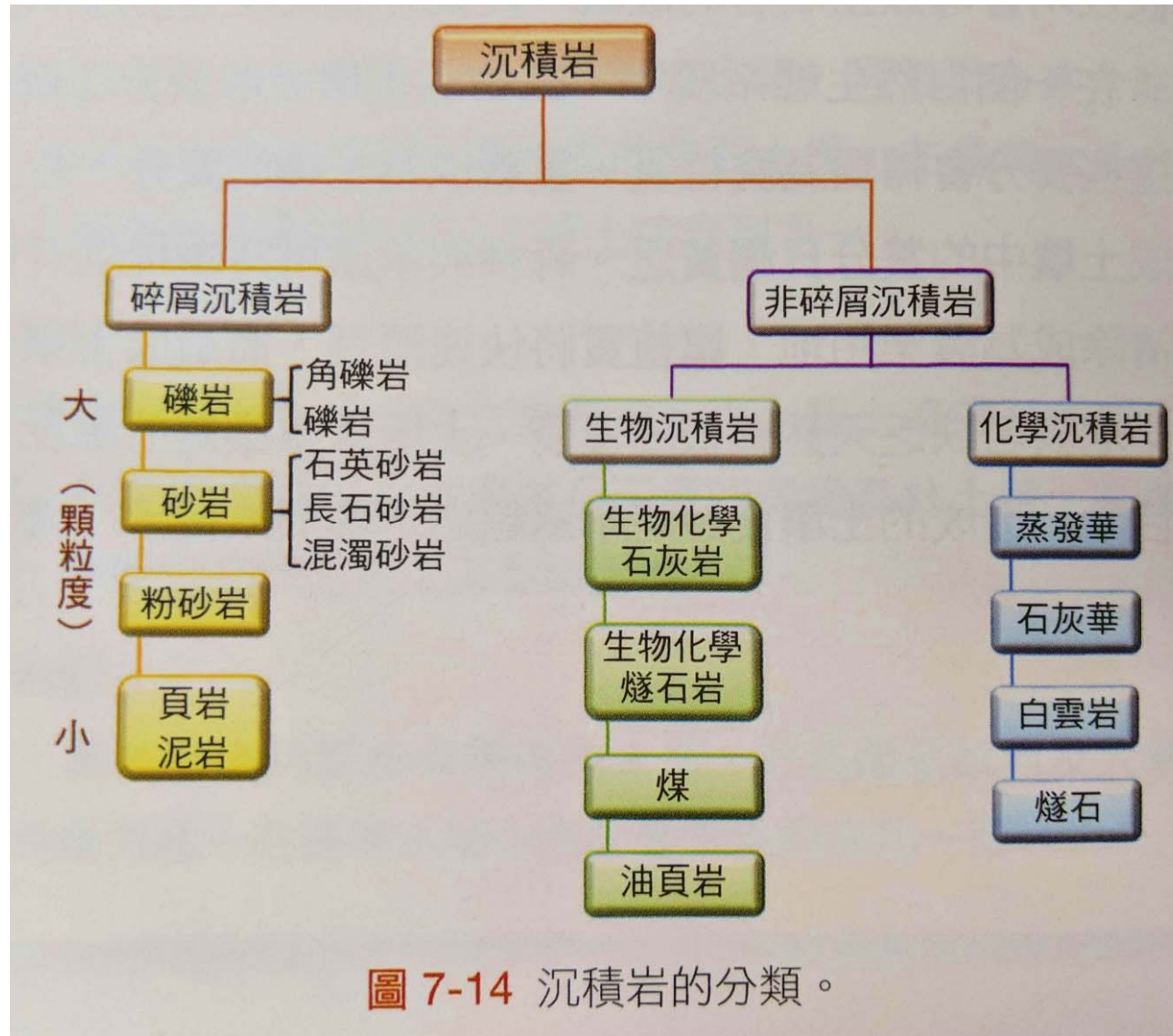


圖 7-14 沉積岩的分類。

沉積岩的風化

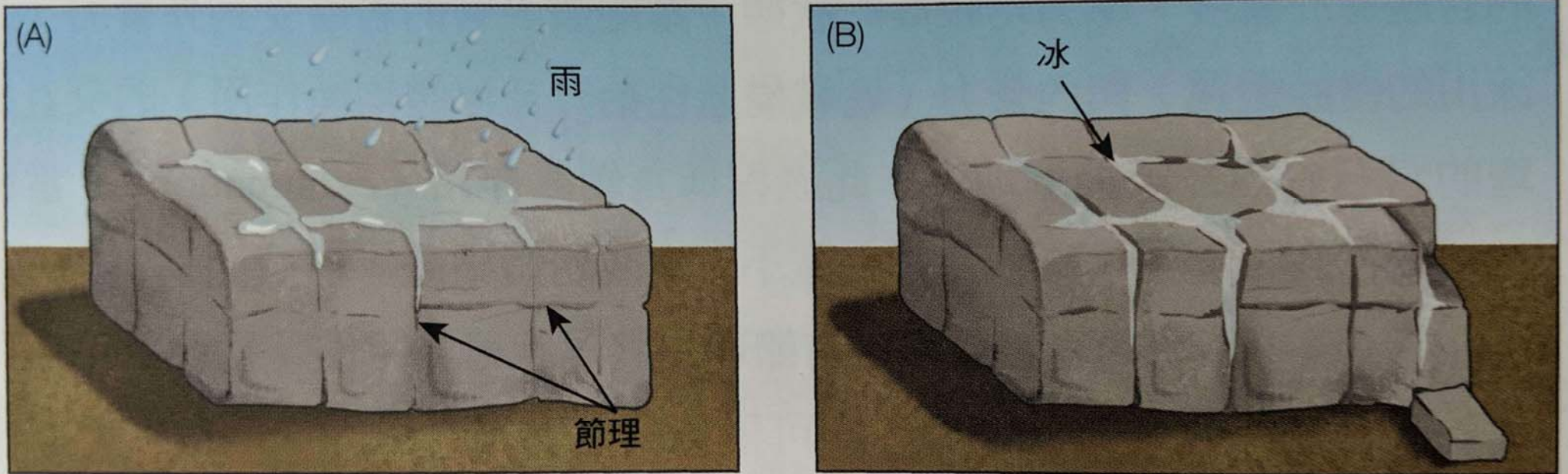


圖 7-3 冰楔作用的過程。(A) 降雨填充在岩石裂縫中；(B) 岩縫中的水結成冰，冰膨脹撐大岩縫，導致岩體破壞成較小的岩塊。

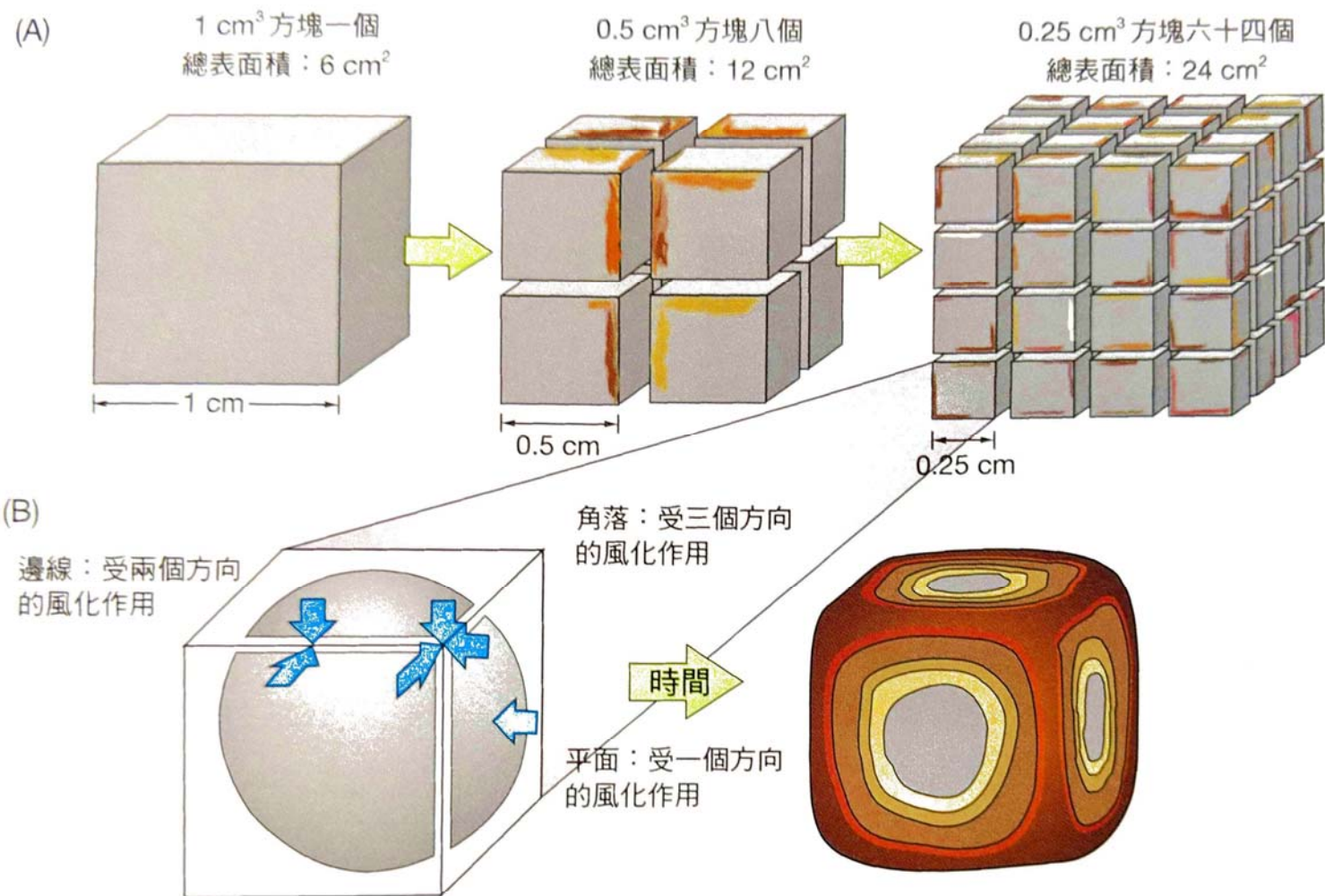


圖 7-6 (A) 化學風化作用中岩石顆粒的體積、大小和表面積的關係。各圖中岩石體積並無改變，但顆粒不斷變小，因此表面積不斷增加，可加速化學風化作用的進行；(B) 球狀風化作用，角比邊更容易受風化作用影響，因此均質岩體常被風化成球形的岩塊。



礫岩

- 粒徑 > 2 mm
- 主要分布在台灣西部廣大區域及台灣東部海岸山脈，中央山脈也有少量
- 級配良好且固結的礫岩，孔隙率甚低，岩體多程塊狀，可形成陡直崖壁而長久不崩塌
- 級配不良或壓密不足且未固結的礫石層，其結構疏鬆，孔隙率大，透水性良好，也容易被水沖刷流失。
- 邊坡遭受風化侵蝕後，容易發生破壞。
- 礫岩層往往含有品質良好的礫石，可作為混凝土的骨材



六龜礫岩

頭崙山層 (地點：火炎山)

砂岩

- 粒徑2-0.0625 mm
- 主要賦存在台灣北部及西部出露之新第三紀及更新世的沉積地層中，東部海岸山脈亦出現少量砂岩
 - 汐止群(新第三紀)：五指山層、木山層、大寮層、石底層、南港層、湊合層
 - 三峽群(新第三紀)：南莊層、桂竹林層
 - 苗栗群：卓蘭層(新第三紀)、頭嵛山層(更新世)



北投貴子坑主要由五指山層粒粒白色砂岩構成



高雄甲仙北方小林的桂竹林層砂頁岩互層

大安溪峽谷(卓蘭層)



頁岩

- 具頁理的細粒泥質岩石，一般呈灰黑至黑色
- 台灣北部出露的沉積岩層及中央山脈以西各地層皆可見
- 頁岩主要由細粒薄片狀的黏土質物質沉積岩化而成，性脆緻密，除了頁理及破碎帶外，新鮮的岩層為不透水層。
- 頁岩抗風化能力小，風化後，岩體變得鬆軟，強度更弱，極不適合做基礎
- 頁理為一相當之弱面，抗剪強度很小，且容易受水下滲後吸水膨脹，並使剪力強度更低



沉積岩的原生地質構造

- 層理：岩層的交界面
- 層內構造：岩層的內部結構
 - 原生擾動構造(primary disturbed structures)
 - 沉積過程中，受擾動而發生同時變形，並將變形保留至成岩後
 - 交錯層(cross-bedding)、旋捲構造(convolute structure)、原生褶皺、原生斷裂、生物痕跡、崩移構造、荷重構造...
 - 粒級配層理(graded bedding)：同一岩層中的顆粒分布粗者在最底部，向上逐漸變細，至頂部的最細。
- 不整合面

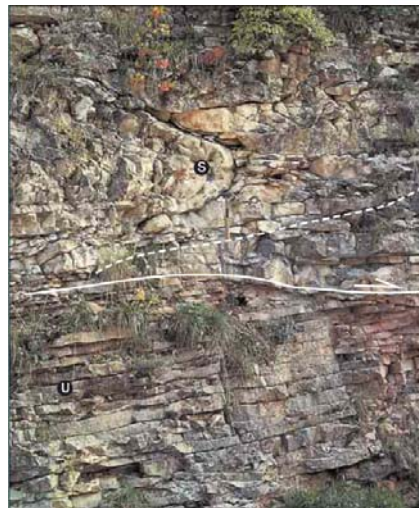
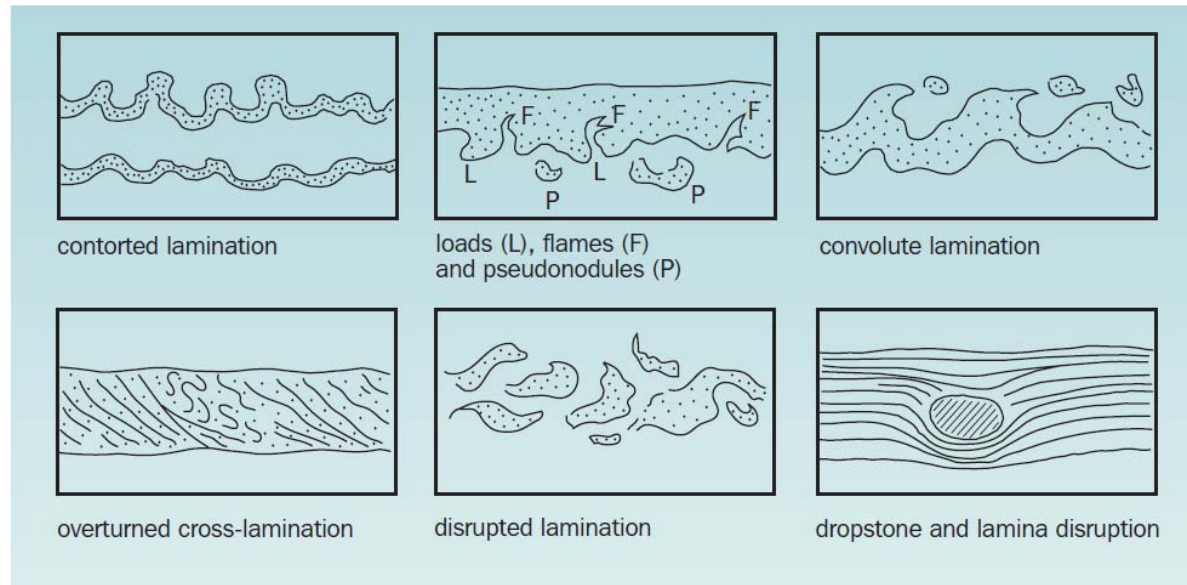


層理



交錯層(cross-bedding)

崩移/滑移構造 Slumps and slides



3.66 Slump unit 2.5m thick between undisturbed beds (U) above and below. Basal slip plane (solid line with arrow), internal thrust (dashed line), and slump fold (S) indicate sense of downslope movement from left to right. Cretaceous, Umbro-Marche, central Italy



3.77 Solution collapse breccia of limestone blocks and overlying alluvial gravels into karstic cavity or solution hollow in underlying Miocene limestone succession. Karst surface marked with dashed line. Width of view 5m. Pissouri Basin, S Cyprus.



3.76 Ice-wedge fissure breccia fill through lacustrine mudstone succession. Width of view 1m. Pleistocene, Rocky Mountains, Alberta, Canada.



3.68 Part of relatively thin (4–5m) and laterally extensive (approximately 25km²) slide-slump unit in carbonate slope succession. Undisturbed beds (U) at top and base, basal slip plane (solid line), zone with internal thrust planes (dashed lines) passes laterally into more chaotic section (right). Height of section 10m. Miocene, southern Cyprus.

沉積岩的工程地質性質

- 沉積岩是所有岩類中，工程地質性質變化最大的一種岩類
- 沉積岩的強度通常受到膠結、壓密及岩溶的影響很大
 - 矽質及鐵質膠結的岩層，強度較大，如石英砂岩
 - 鈣質及泥質膠結的岩層，強度較小，如泥岩
 - 受過地下水溶解的岩層，因為含有溶洞，強度會被弱化，如石灰岩
- 礫岩或角礫岩
 - 強度及透水性主要受其固結程度影響
 - 一般是很好的含水層
 - 礫岩的基質(matrix)容易被沖刷帶走，引致落石墜落

-
- 砂岩
 - 砂岩膠結作用不均勻，孔隙率隨處而異
 - 影響強度的因素有膠結物、孔隙率、基質、固結程度、孔隙水等
 - 粉砂岩
 - 砂質膠結者堅硬，但亦可能鬆散未膠結
 - 頁岩
 - 少數頁岩內黏土礦物水化後膨脹
 - 深度風化的頁岩常呈泥狀
 - 透水性低
 - 泥岩：浸水後慢慢膨脹，強度隨時間減弱，遇水成泥狀。具膨脹性與回彈性。
 - 石灰岩：潮濕氣候下有可溶性。性脆，節理普遍開口大，是地下水的通道

火成岩
Igneous rock



沉積岩
Sedimentary rock

變質岩
Metamorphic rock

三大岩類：火成岩

火成岩

- 由岩漿結晶凝固而成的岩石
- 岩漿如在地下深處凝結成火成岩，名叫侵入岩(intrusive rock)或深成岩(plutonic rock)
- 岩漿沿地下裂縫流到地面上，就成為熔岩(lava)，在冷卻凝固形成的火成岩名叫噴出岩(extrusive rock)或火山岩(volcanic rock)
- 深度介於兩者之間，則稱為淺成岩(hypabyssal rock)
- 台灣火成岩的種類很少且分布零星，出露面積僅佔總面積約3%



花崗岩granite



輝綠岩diabase



玄武岩Basalt



黑曜石Obsidian

火成岩的化學組成

- 火成岩的化學組成涵蓋的範圍很大，變化最大的是二氧化矽，佔岩石總量的40-75%
- 二氧化矽含量高→酸性(岩漿黏滯性較高)，石英、長石
- 二氧化矽含量低→基性(岩漿黏滯性較低)，鐵鎂類礦物(橄欖石、輝石、角閃石、黑雲母)

表 6-2 火成岩依二氧化矽含量的分類

SiO ₂ (%)	岩類
> 63	酸性火成岩 (acidic rock)
52 ~ 63	中性火成岩 (intermediate rock)
45 ~ 52	基性火成岩 (basic rock)
< 45	超基性火成岩 (ultrabasic rock)

台灣火成岩的分布

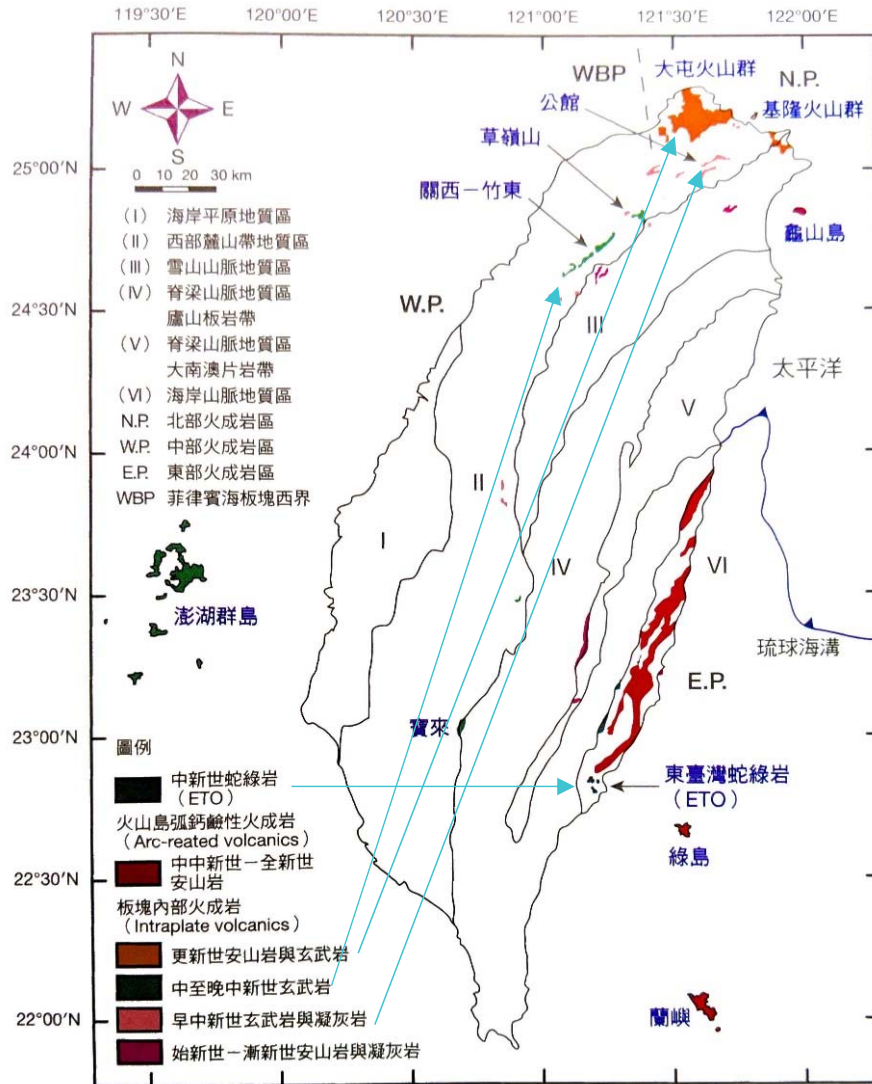


圖 6-30 臺灣火成岩的分布。

- **西部火山岩區：**西部麓山帶的中新世地層，公館凝灰岩、桃園角板山、新竹關西竹東、高雄寶來、澎湖群島
- **北部火山岩區：**大屯火山群、基隆火山群、觀音山火山、草嶺山，北部外海的火山島
- **東部海岸山脈及綠島、蘭嶼的火山岩區**
- **龜山島：**安山岩質

火成岩的原生地質構造

- 入侵構造(intrusive structure)
 - 不和諧入侵的岩脈(dyke)
 - 和諧入侵的岩床(seal)
 - 和諧入侵的火山岩株(laccolith)
 - 火山頸構造、火山岩幹(stocks)、火山岩基(batholith)
- 噴出構造(eruptive structure)
 - 流狀構造(flow structure)
 - 集塊岩構造(agglomerate)
 - 火山碎屑岩構造(volcanic breccia)

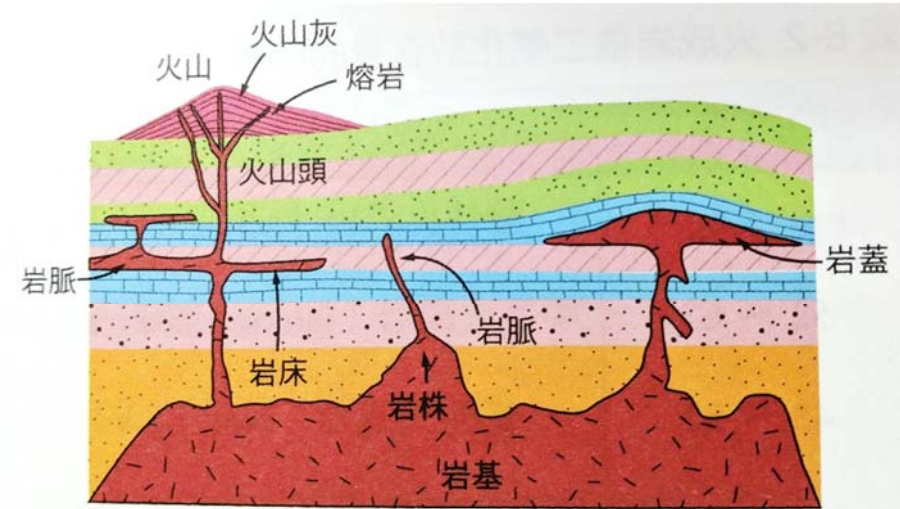


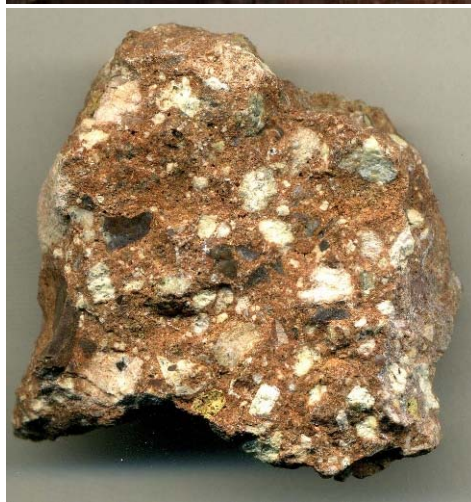
圖 6-14 火成岩體的產狀。



照片 4.8 台灣東北岸三貂角海邊之一岩脈露頭
(洪如江拍攝)



流狀構造(flow structure)



火山碎屑岩構造(volcanic breccia)

集塊岩構造(agglomerate)

火成岩的工程地質性質

- 深成岩

- 緻密堅硬，孔隙很少，強度較高，透水性較差
- 易風化，且風化殼的厚度很深(5-100 m)

- 淺成岩

- 細粒岩石：強度比深成岩高，抗風化能力較強
- 斑狀結構：強度及抗風化能力較差

- 噴出岩

- 易沿多期火山噴發疊置的層狀發生順層滑動
- 礦物顆粒很細，淺部有氣孔及杏仁構造。厚層熔岩岩體長為塊狀構造，薄層的則呈層狀結構
- 均質性較差，異向性顯著，連續性差，透水性強

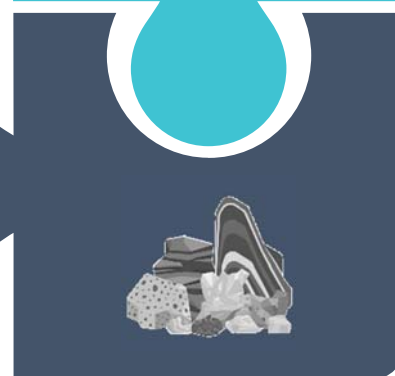
火成岩
Igneous rock



沉積岩
Sedimentary rock



變質岩
Metamorphic rock



三大岩類：變質岩

變質岩的原生地質構造

- 板岩劈理(cleavage)

- 頁岩因變質作用成為板岩，含許多垂直於最大壓縮方向的平行弱面，稱為板岩劈理

- 片理(schistosity)

- 片岩特有之弱面，因變質作用產生
- 平行排列之礦物顆粒遠較板岩粗，肉眼可辨識

- 片麻狀構造(gneissic structure)

- 片麻岩特有之原生構造，呈帶狀或薄帶狀，帶寬從數公分(cm)到數公厘(mm)。
- 顆粒呈順向排列者不到50%

- 變質程度：片麻岩>片岩>板岩

- 顆粒大小：片麻岩>片岩>板岩



板岩



片岩



片麻岩

(這些都是葉理)

變質岩的工程地質性質

- 變質岩孔隙較小，透水性弱，強度較高
- 葉理使岩石的連結減弱，強度降低且呈異向性
- 有葉理變質岩
 - 強度與葉理方向有密切關係
 - 荷重方向平行葉理時，強度最強；荷重方向與葉理時呈30-45°時，強度最弱
- 無葉理變質岩：力學性質較佳
- 板岩：性脆，裂隙發達，強度較低，容易沿劈理滑動。近地表的板岩因解壓容易裂解呈碎片。
- 片岩：因礦物成分、結晶程度、片理構造的不同，性質差異大。
- 片麻岩：黑雲母含量增多及片麻理發育發達時強度較低



次生不連續面

次生不連續面

- 定義：岩石成岩後受到構造應力作用，而在岩體內形成破裂面或破碎帶
- 節理、劈理、斷層、層間錯動、剪裂帶等。

節理(Joint)

- 斷層、節理、層理、葉理、不整合面都屬於不連續面
- 節理乃是岩石中的裂隙，屬於一種沒有明顯位移的斷裂，也是地殼中發育最廣泛的一種地質構造
- 依據節理與岩層的空間關係分類
- 依據節理與褶皺軸的空間關係分類
- 依據節理的力學性質分類

依據節理與岩層的空間關係分類

- 走向節理：節理走向大致平行岩層走向
- 傾向節理：節理走向大致平行岩層傾向
- 斜向節理：節理走向與岩層走向斜交
- 順層節理：節理走向與岩層大致平行，為走向節理的一種特殊類型

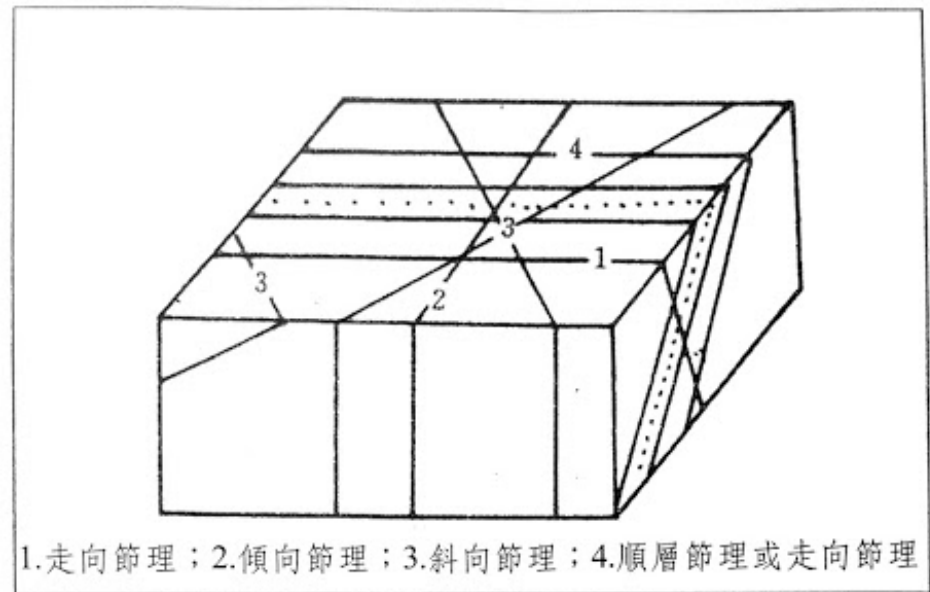


圖 9.8 根據節理位態與岩層位態的空間關係之分類法

依據節理與褶皺軸的空間關係分類

- 縱節理：節理的走向與褶皺軸大致平行
- 橫節理：節理的走向與褶皺軸近乎垂直
- 斜節理：節理的走向與褶皺軸斜交

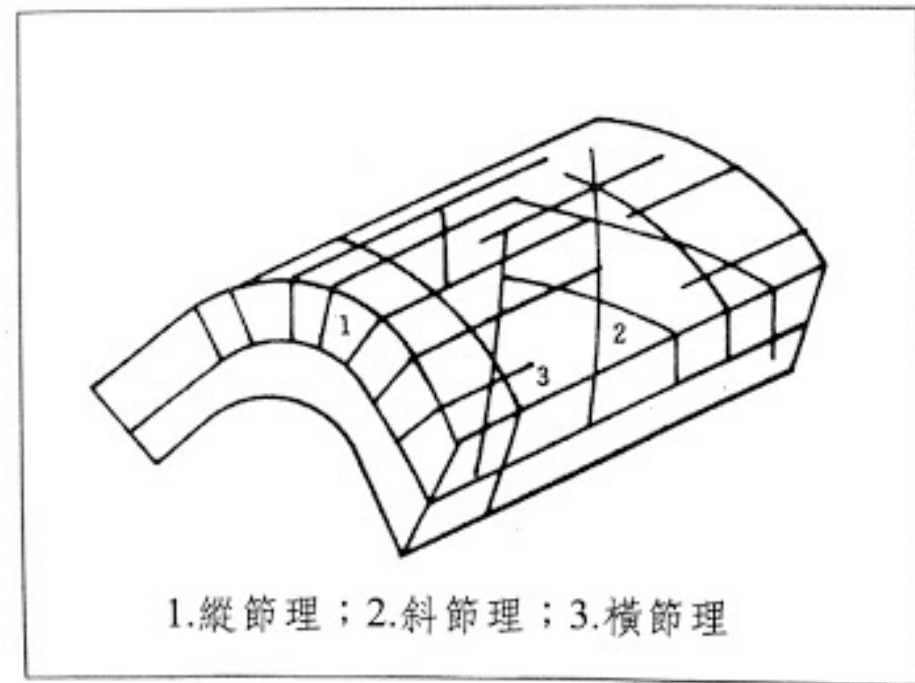
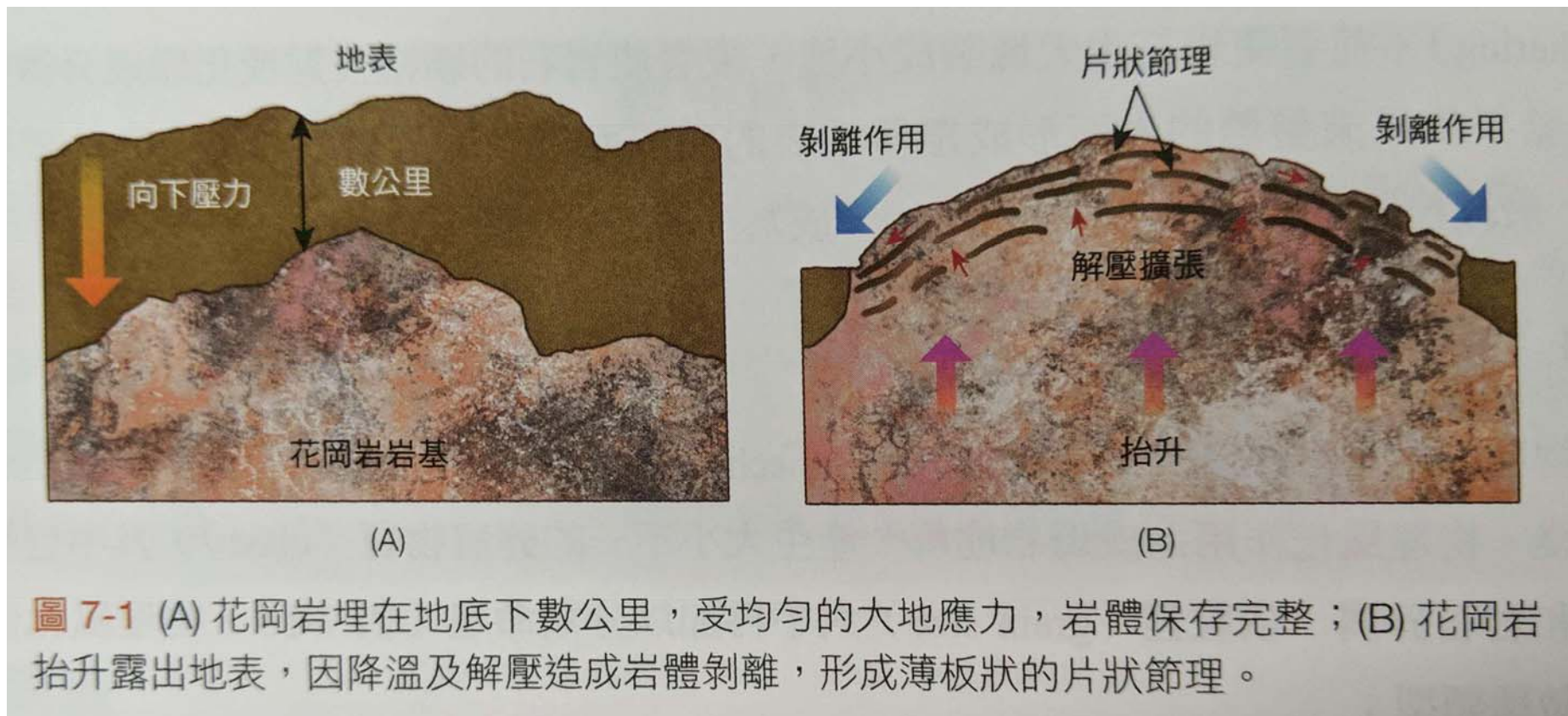


圖 9.9 根據節理與褶皺軸向的空間關係之分類法

依據節理的力學性質分類

- 張(力)節理：岩石在張應力的作用下所形成的破裂面是為張力節理。
 - 位態不如剪力節理穩定，且延伸不遠
 - 發育稀疏、間距較大、分布不均勻
 - 節理面粗糙不平，常無擦痕
 - 多呈開口狀，常充填有呈脈狀的方解石、石英以及鬆散黏性土或岩屑等。脈寬變化大，脈壁也不平直



依據節理的力學性質分類

- 剪(力)節理：由剪力所造成的脆性破裂面，一般呈X型共軛節理系
 - 位態比較平穩，延伸較遠
 - 常呈對發育，交叉成X型
 - 通常一系列剪力節理可能由多條互相平行，且呈雁型排列的微節理所組成，稱為雁行節理(En Echelon Joints)
 - 發育密度較大、間距大致相等
 - 節理面較平滑，面上常可見輕微的擦痕
 - 節理比較平直、緊閉



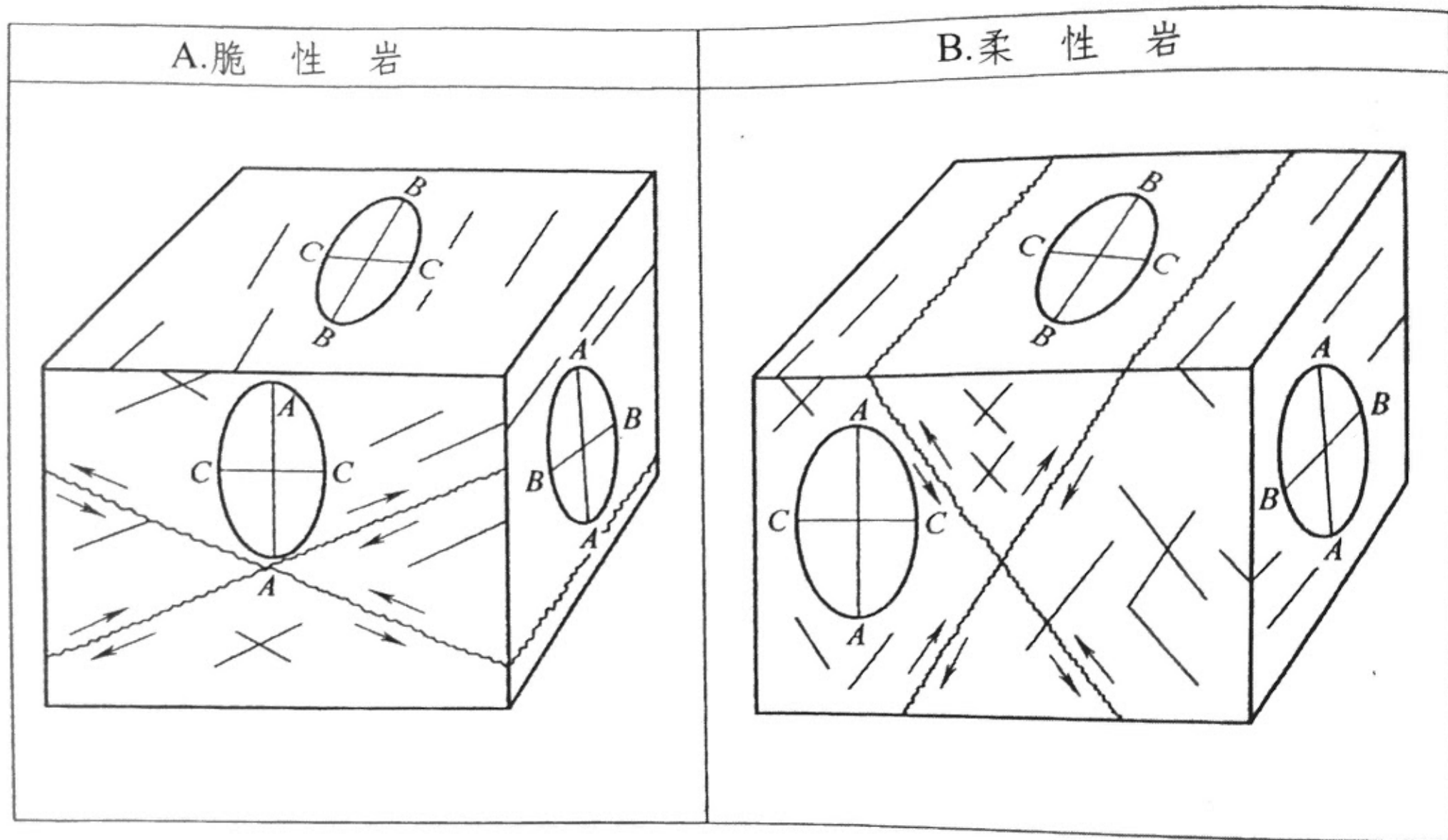


圖 9.12 剪節理與應變橢圓球的關係

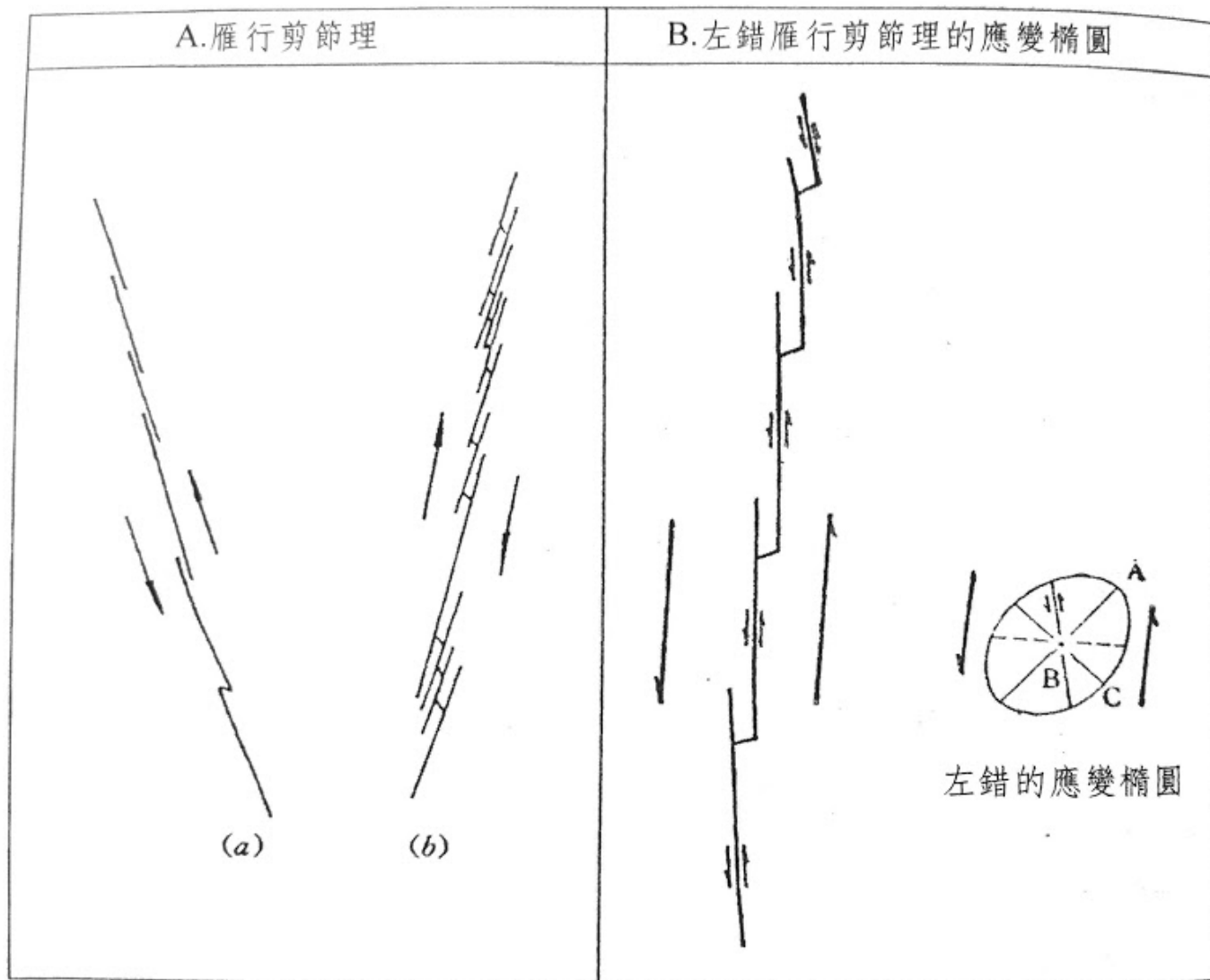


圖 9.13 由雁行排列的微節理組合而成的主剪裂面及左旋應變橢圓

頭汴坑溪野外

2019/11/09(六) 07:30-12:30

- 07:30 惠蓀堂前集合(07:40 出發)
- 08:00-12:00 野外實作
- 12:30 回到惠蓀堂(領餐盒)

<https://goo.gl/maps/YUCRaKGVVoZJNEz66>

Google

頭汴坑溪

集德企業有限公

集德堂五路財神廟

台灣媽媽實業股份有限公司

東燁興業有限公司

石壁仔

頭汴坑溪

RC攀岩場

傑駿實業股份

長龍

Google
美東橡膠工業股份有限公司

頭汴坑溪野外









野外注意事項

- 防曬用具
- 記錄版(板夾)
- 飲用水、零食(補充熱量)
- 請穿著包覆性佳的鞋子(防水尤佳)
- 如需涉水請特別小心
- 留意腳下、注意安全



地質羅盤app

Android



地質羅盤
捷連科技 工具
★★★★★ 128 人
3+
這個應用程式與你所有的裝置都相容。
已安裝

還在使用傳統的地質羅盤嗎？
這可能是最好用的地質羅盤！
僅需幾個步驟，即可輕鬆顯示測量之走向、傾向、傾角，並為每次測量用照片做記錄。
1. 記錄
將手持裝置擺置於欲測量的層面上，點選記錄按鈕，即可記錄位態以及座標資訊於手持裝置中。
一張照片勝過千言萬語，點選照相按鈕，將圖片及其座標資訊記錄於手持裝置中。

[閱讀完整內容](#)

iOS



GeoCompass 2 - 地質羅盤 4+
HUNG HSUN LIN
★★★★★ 5.0 · 4 則評分
NT\$ 90



FieldMove Clino 4+
Petroleum Experts Limited
★★★★★ 4.4, 7 Ratings
Free