

台灣的岩石

陳文山 教授

國立台灣大學地質科學系

前言

台灣經過了數億年的演化史，期間歷經了多次的地殼劇烈的變動，火山噴發與板塊的造山運動等作用才形成今日的面貌。尤其 600 萬年以來至今還在作用的蓬萊造山運動，造成台灣島隆起形成了幾個不同的地質構造區塊。因為岩石形成時間的先後以及構造作用的不同，造成構造區出露地表的岩石種類與特性各有不同。以下先就探討各構造區塊的形成原因，之後再敘述各構造區岩石的種類與特性。

台灣的大地構造

600 萬年前，菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊發生碰撞開始形成了台灣島，數百萬年以來台灣島逐漸的擴大與升高，也就處在持續的抬升作用下，形成了幾個地質特性迥異的地質構造區。從地形、構造與岩層來看，這些構造區都呈現不同的地質現象與地形景觀。由東向西的板塊的擠壓力量，地殼也依序由東向西陸續的隆起，所以地質構造區也是由東向西的變化，分別為海岸山脈、中央山脈、西部麓山帶與海岸平原（圖 1）。以下描述各地質構造區的演化歷史以及岩石的特性。

（1）海岸山脈

約 2000-400 萬年前南中國海板塊隱沒到菲律賓海板塊之下，隱沒板塊融熔形成岩漿後在菲律賓海板塊上形成一系列的火山島嶼，計有海岸山脈、綠島、蘭嶼與小蘭嶼，稱為呂宋火山島弧。

（2）中央山脈

中央山脈受到板塊推擠隆起的山脈，碰撞初期中央山脈可能曾經一度被擠壓到菲律賓海板塊之下，之後又抬升露出地表，因此造成中央山脈岩層產生了變質作用。依照中央山脈的地質特性又可以分為東西兩個山脈為脊樑山脈與雪山山脈。脊樑山脈位於中央山脈的東側，脊樑山脈的岩層是台灣島出露最古老的岩石，也因為數億年以來曾遭受多次的造山運動形成了

種類繁多且複雜的變質岩並且所受到多次的變質作用。因此脊樑山脈的變質岩有片岩、大理岩與片麻岩。

雪山山脈的岩層比較年輕，僅受到最後期的造山作用並且受到的變質作用較小，所以雪山山脈出露的岩石有變質砂岩、硬頁岩與板岩，屬於輕度的變質岩。

(3) 西部麓山帶

西部麓山帶是近百萬年以來隆起的新生山脈較中央山脈年輕，地形高度比較低矮，一般在海拔 2000 公尺以下。西部麓山帶的岩石因埋藏深度較淺，尚未受到變質作用就被抬升露出地表，岩層的時代約 3000-50 萬年前堆積在大陸棚上的沈積岩，岩石種類計有礫岩、砂岩、頁岩與石灰岩，以及少部分新生代期間地殼的張裂作用形成的玄武岩。

(4) 海岸平原

麓山帶的西側是平緩的海岸平原，是由東側中央山脈注入的河流以及海水作用形成的沖積平原。海岸平原區是尚未受到擠壓的地區，地底的岩層還呈水平的狀態，因此地表地形非常的平坦。

台灣島構造線的分布皆呈南北走向，地形沿東西方向變化，高度由東向西漸低且漸緩。因為受到東側海岸山脈向西的擠壓，岩層由東向西逐漸的抬升降起；愈西側地區愈是近期隆起的地形，所以越西部的地形較為平緩如海岸平原。假若擠壓作用繼續進行平原終至會變成麓山帶，之後再升高成為中央山脈。

台灣島的岩石種類

台灣島出露的岩石種類非常豐富有變質岩、火成岩與沉積岩。從台灣島的地質構造分區來看脊樑山脈出露岩石有片麻岩、大理岩、片岩與板岩等常見的變質岩；雪山山脈出露輕度變質岩有變質砂岩、硬頁岩與板岩。西部麓山帶的岩石以沉積岩為主，有礫岩、砂岩、頁岩與石灰岩。火成岩出露的地區有海岸山脈與大屯山與基隆地區的安山岩，以及澎湖群島的玄武岩。下面就從台灣島上常見的岩石來敘述各種岩類的特性。

(1) 火成岩 (圖 2)

火成岩是熾熱岩漿冷卻後形成的岩石，依據岩漿冷卻環境將火成岩分為兩種類型，岩漿噴出地表形成的岩石稱為噴出岩，如玄武岩與安山岩；另一是岩漿侵入地底就冷卻形成的岩石稱為侵入岩，如花崗岩與輝長岩。侵入岩因冷卻的時間較為緩慢，所以生成的礦物顆粒較大。噴出岩中的礦物顆粒粗細不均，但一般都比較細。火山爆發時噴出的物質有粗細，火山灰形成的岩石稱為凝灰岩 (圖 3)，粗粒的火山塊形成的岩石稱為火山角礫岩 (圖 4)。

火成岩也因為岩漿成分相異形成的岩石種類則不同，花崗岩由酸性的岩漿形成，安山岩

由中性的岩漿，玄武岩則是由基性岩漿構成，因此火成岩中的礦物組成就會產生很大的差異。尤其石英含量的多寡是火成岩分類重要的根據，花崗岩中含有大量的石英，玄武岩中就不含石英。火成岩直接由岩漿凝固而成，因此岩石結構較沉積岩與變質岩不同，礦物外型都非常完整並且礦物都交織狀鑲嵌在一起，不像沉積岩的礦物外型都已被磨損；也不像變質岩大都具有一片片的片理結構，且礦物都具有定向的排列。火成岩是由多種的礦物組成因此外觀的顏色較為豐富多彩。

a. 安山岩

安山岩是火山噴發形成的岩石，大部分形成在板塊隱沒帶的環境；部份形成在大陸地殼的張裂環境。岩漿上湧時與地殼岩石產生熔融形成中性岩漿，之後岩漿噴出地表形成安山岩。東部海岸山脈、綠島與蘭嶼是在 2000-10 萬年之間形成的安山岩。台灣北部大屯火山群與基隆火山群是 100-10 萬年前，北部地殼張裂時岩漿上湧產生的安山岩。

安山岩中常見礦物有長石（白色長方形）（圖 5）、角閃石（黑色長柱形）、輝石（黑色短柱形）與黑雲母（黑色六角形），偶而含有石英（透明不規則外形）或則不含石英，其餘細粒物質是火山玻璃。所以安山岩的呈斑狀結構，黑色的角閃石、輝石或白色的長石夾在火山玻璃之中，礦物顆粒大小約 1-10 公釐（圖 6）。安山岩顏色有紅、綠、黑、灰、白等各種顏色，岩質堅硬緻密，顏色均勻，經常作為建築與石雕材料。

b. 玄武岩

玄武岩也屬於噴出岩，形成的環境大部分產生在海洋的中洋脊，部分形成於大陸地殼的張裂帶環境，因此海洋板塊都是由玄武岩構成。玄武岩岩漿從地殼深部快速上升到地表冷卻，礦物結晶的時間非常短，來不及長大成為粗粒的礦物，所以都由細小的礦物結晶以及大量來不及形成礦物的火山玻璃構成（圖 7）。玄武岩的礦物主要為斜長石、角閃石或輝石等礦物，顏色呈墨綠色，風化顏色呈綠色。玄武岩常有氣孔構造，後期常有方解石、沸石或燧石等礦物充填在孔洞中（圖 8）。玄武岩是台灣地區常見的火成岩之一，分布範圍以澎湖群島最廣；也零星分布在麓山帶地區。玄武岩質地堅硬且均質，經常當建築或雕刻石材。

c. 花崗岩

花崗岩都是在地殼深部生成的深成岩，因此地表出露花崗岩的地區都是地殼曾經發生大規模抬升的區域，才能使地殼深處的花崗岩露出地表。花崗岩岩漿冷卻速度較緩慢，所以岩漿中的礦物有足夠時間生長成為粗粒的礦物。礦物顆粒可達 0.5-5 公分，主要礦物有石英、正長石、白雲母與黑雲母（圖 9）。花崗岩的顏色也具有多種顏色常見有灰白色、粉紅色或肉紅色；粉紅色或肉紅色的花崗岩因為含有紅色的正長石。

金門島岩石部份由花崗岩構成，生成時代約 1 億年。台灣本島出露花崗岩的地點非常少，只有在南橫與太魯閣地區發現。台灣較老的廟宇石材都是採自福建的花崗岩，因此廟宇中的

龍柱或雕花石牆都是以花崗岩為石材。現代建築的地磚或牆壁的石板大部份也是花崗岩。

d. 輝長岩 (圖 10)

輝長岩是形成在海洋地殼深部的基性火成岩，主要的礦物有輝石、角閃石與白色長條狀的斜長石，礦物顆粒可達數公分；顏色為綠色夾有長條狀的白色條紋；主要分布在海岸山脈與中央山脈。

e. 蛇紋岩

蛇紋岩也是形成在海洋地殼深部的基性火成岩，含有大量鎂、鐵成分，是海洋板塊岩石群中常見的岩石。台灣的蛇紋岩都分布在東部海岸山脈與中央山脈。蛇紋岩的顏色呈墨綠色，礦物顆粒非常細 (圖 11)，主要礦物為蛇紋石，岩石表面非常潤滑。經常有白色或淡綠色帶狀的石綿脈。時常使用於建材或水泥原料。

(2) 沉積岩 (圖 12)

地表岩石遭受侵蝕與風化後形成岩石碎屑，經過搬運沉澱為沉積層，之後經過膠結形成堅硬的沉積岩。碎屑在搬運過程中會被磨損，所以沉積岩中的礦物外型都以損毀，但沉積物顆粒都具有良好的淘選度，沉積岩的主要特徵是具有一層層平行的層理 (圖 13)。沉積岩分類以沉積物顆粒大小區分有礫岩、砂岩、粉砂岩與頁岩。砂岩與粉砂岩中的沉積物大都由堅硬的石英所構成，所以外觀呈灰白色或白色，風化後呈黃色或褐色。

a. 礫岩

礫岩顆粒較粗，直徑須大於長 0.2 公分 (圖 14)，台灣處在造山帶，因此高聳的山脈上大量岩石被侵蝕成為礫石，搬運至平原區沉積形成數千公尺厚的礫石層與礫岩層。礫石層與礫岩的區別是礫石層還沒有膠結成為岩石，如河川兩側河階的礫石層。礫岩是已經膠結並且非常堅硬不易侵蝕，地形上經常突出成為山峰如三義火焰山、霧峰九九峰、六龜十八羅漢山、台東小黃山等奇特的山峰景觀都是由礫岩構成。

礫岩或礫石層中的孔隙大不易含水，因此地表或土壤層中無法蓄含大量的地下水，耕地經常成為旱地不適易耕作，林口、桃園、三義、大肚與彰化台地就是屬於礫岩或礫石層，因此地下水位低，地表乾旱，主要以種植高粱、花生、蕃薯等旱作物為主。

b. 砂岩

砂岩外觀呈層層的岩層，單層砂岩厚度從數十公分至數公尺，砂岩中具有各種不同的沈積構造，如交錯層理或平行層理。砂岩主要的礦物是石英，因此外觀顏色呈白色或青灰色，風化後呈黃色。礦物顆粒大小為 1/16 至 2 公釐，用手觸摸有沙紙般的顆粒感 (圖 15)。砂岩分布範圍非常廣，沈積岩地區都有砂岩，分布台灣全島。

台灣山區居民經常以砂岩作為房屋的建材，東北角沿海漁村或山區部落的房屋就是由砂岩築成。沈積岩區砂岩屬於較堅硬的岩石，受到侵蝕風化後地形較為突出，經常成為山脊或

峽谷地形。

c. 頁岩

泥的顆粒非常細容易被搬運至遠處，因此頁岩的沈積環境是在靜水環境如沼澤地、湖泊或大洋。泥岩與頁岩同屬於細粒的沈積岩，相異之處是頁岩具有細微的頁理構造。頁岩中的礦物無法用肉眼辨識，因為它的顆粒小到 $1/256$ 公釐以下，觸摸時沒有顆粒感；外觀的顏色一般為青灰色到黑色（圖 16）。

頁岩分布範圍非常廣，和砂岩分布的區域一樣，沈積岩區都有頁岩。台灣頁岩分布最廣的地區是台南縣到高雄縣的丘陵地，俗稱月世界。頁岩出露地區的地形特徵較為獨特，頁岩軟弱容易被風化侵蝕，經常成為谷地或低地；膠結更差的頁岩地區常形成惡地地形。頁岩的地表土壤層不易保持且不易蓄含水份；因此地表乾旱，種植以旱作物為主。頁岩顆粒較細可以製造磚瓦，因此磚瓦廠都設置在有厚層頁岩的地區。

d. 石灰岩

石灰岩是由生物作用形成的岩石，生物吸取海水中的二氧化碳與鈣質轉化為碳酸鈣成為生物殼體或，生物死後殼體堆積在海床中形成石灰岩（圖 17）。新生代的石灰岩中常見的生物化石有珊瑚、貝類或藻類（圖 18）等。台灣的石灰岩中化石主要也是由珊瑚構成，形成時間約一百多萬年至數萬年前，主要出露在南部的大小岡山、半屏山、壽山以及恆春半島。

石灰岩最主要的用途是製造水泥；碳酸鈣加熱燃燒時產生氧化鈣製成水泥。另一種用途是做為建材，如地磚或牆壁的石板。珊瑚礁石多孔隙輕且堅硬稱為咕咾石，南部沿海村落常以珊瑚礁石作為建材。

（3）變質岩（圖 19）

變質作用是指岩石所處環境的物理或化學條件改變時，造成岩石中礦物組成或結構改變，例如頁岩發生變質作用時其中的黏土礦物會轉變成為絹雲母，並且絹雲母會集中生長在同一個面上造成岩石容易破裂。這種裂面稱為劈理面，此時頁岩就變質成為板岩或片岩。變質作用經常造成是大範圍的作用，大規模的變質活動都與板塊擠壓作用有關。因為板塊碰撞擠壓會造成大範圍岩石的溫度與壓力產生改變，形成岩石內部礦物組成產生變化，且強烈變形（圖 20）。台灣東部正是處於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊的碰撞帶，使得歐亞大陸邊緣的岩層產生變質，因此中央山脈出露多種變質岩有片麻岩、大理岩、片岩、板岩。

a. 板岩

板岩是由頁岩變質而成，被深埋的頁岩受到擠壓產生變形並形成新生長的礦物。新生成礦物集中生長在某些面，這些面稱為劈理面。劈理面之在陽光下閃閃發亮，因為劈理面上新生許多的絹雲母。板岩含的礦物不同時會形成不同的顏色，常見的有黑色或灰黑色，外表呈現層層平板狀的平面（圖 21）。板岩主要出露在中央山脈，因岩石中具有劈理面構造，風化

或敲擊時呈現板狀裂面。板岩岩質易碎搬運過程中易呈細粒泥沙，所以凡是流經板岩區的河流並會攜帶大量的泥沙造成混濁的河水，因而有大濁水或濁水溪的稱呼，反之稱清水溪的河流一定沒有流經板岩區。濁水溪河水含有大量的泥沙，因此沈積量太大，造成水壩使用壽命短。原住民的房屋常以板岩做為建材築成石板屋，史前人類石器也經常以板岩製成石刀、箭、矛或其他用具。

b. 片岩

片岩較板岩的變質度高，原來的岩石也是沈積岩如頁岩、砂岩，受到擠壓時因變質環境的溫度與壓力較高，所以生成礦物的顆粒較大且具有緻密的片理構造，風化或敲擊後呈片狀剝落。片理面的裂面寬度較板岩細窄，裂面的寬約數公釐，無法形成板岩般巨大的劈理面。沉積岩岩性不同時會變質成不同的片岩，如頁岩可以變成石墨片岩，凝灰岩變質為綠泥石片岩，砂岩則變質為石英-雲母片岩（圖 22）；脊梁山脈出露片岩的種類就是上述三種。

c. 片麻岩

單純以片麻岩的礦物組成來看，與花崗岩及砂岩的礦物組成非常相似，因此片麻岩在未變質之前的岩石可能是花崗岩或砂岩。片麻岩的變質程度又較片岩為高，因此沈積岩在變質過程中隨著變質度的增高會有下列的變化關係，沈積岩？板岩？片岩？片麻岩。片麻岩中主要的礦物有石英、正長石、黑雲母與白雲母；礦物顆粒較粗約 0.3-0.5 公分。雖然礦物組成與花崗岩極為相似，但片麻岩具有片麻理構造，長條狀礦物沿著一定的方向生長排列（圖 23）。台灣島出露的片麻岩蘇花公路沿線至花蓮的木瓜溪。

d. 大理岩

大理岩又稱為結晶石灰岩，由石灰岩產生變質作用，變質過程石灰岩中的方解石會重新結晶長大，造成石灰岩中的化石遭受破壞，所以大理岩中非常不容易發現化石。大理岩不具有片理構造，但質地堅硬受擠壓時易形成節理面。

大理岩主要出露在脊梁山脈，出露最廣的區域是太魯閣九曲洞，顏色有白色、灰色或黑色（圖 24），礦物種類只有方解石，因此岩石的硬度非常軟，以刀片或硬幣刮磨時大理石的表面會產生白色粉末。大理岩的成份與石灰岩相同，因此可以作為水泥的原料。

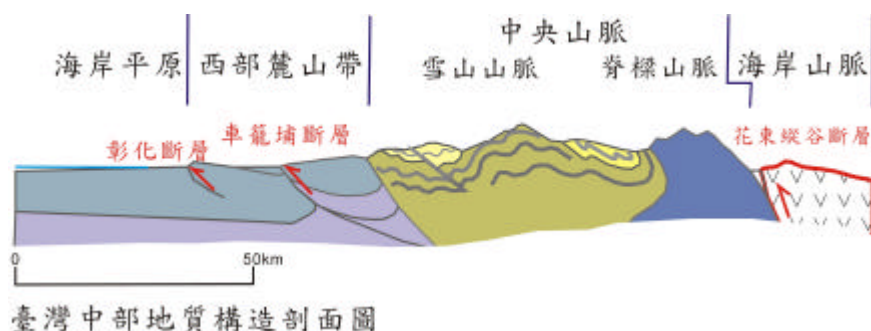


圖 1、台灣中部地質剖面，由東向西的地質構造分區為海岸山脈、脊梁山脈、雪山山脈、西部麓山帶與海岸平原。

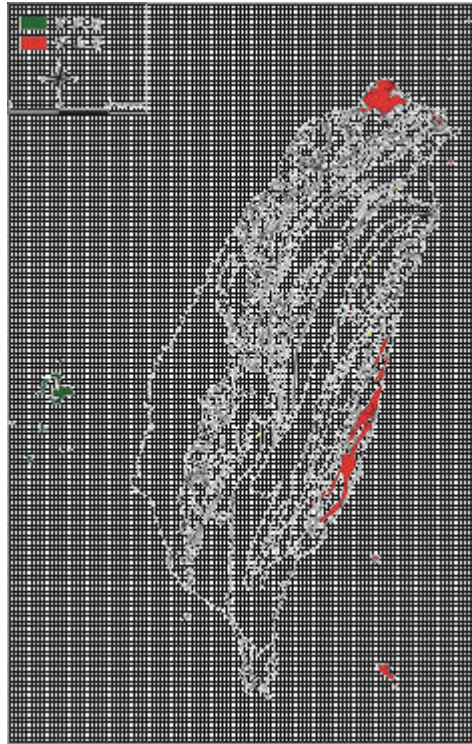


圖 2、台灣島火成岩分布圖。

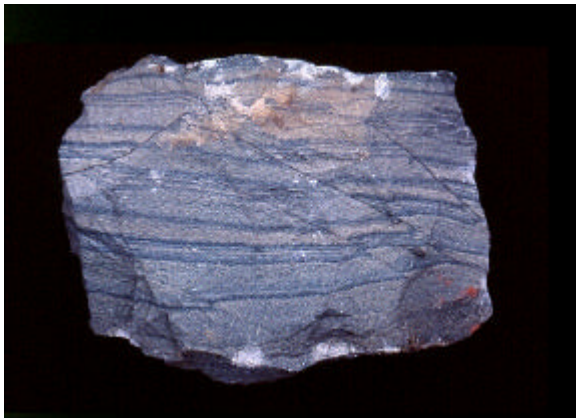


圖 3、成層的火山凝灰岩。



圖 4、火山角礫岩。

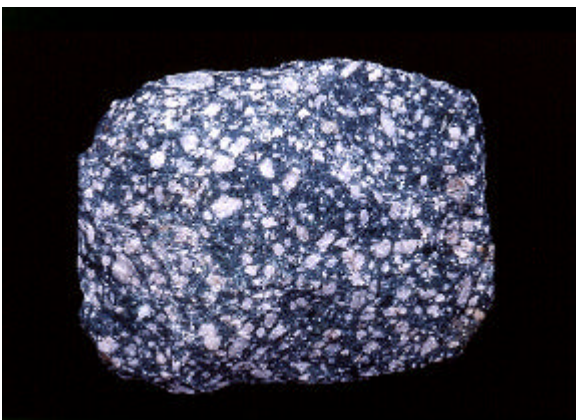


圖 5、海岸山脈的安山岩，白色礦物為斜長石，綠色部分為火山玻璃。

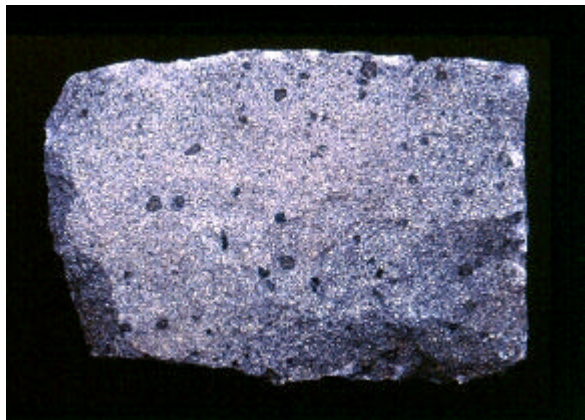


圖 6、大屯山的安山岩，白色礦物為斜長，黑色柱狀礦物為輝石，其餘為火山玻璃。



圖 7、新鮮玄武岩的顏色呈墨綠色，玄武岩的成分以火山玻璃為主，其餘的礦物顆粒也較細，所以肉眼無法看見礦物。



圖 8、玄武岩常具有氣孔構造，氣孔中經常充填後期生長的礦物，如方解石、沸石與燧石。



圖 9、金門的花崗岩，花崗岩的礦物顆粒較粗，粉紅色礦物為正長石，透明礦物為石英，黑色礦物為黑雲母。



圖 10、台東利吉層的輝長岩，白色礦物為斜長石，綠色礦物為輝石。



圖 11、蛇紋岩的顏色呈墨綠色，礦物顆粒非常細，肉眼無法觀察。

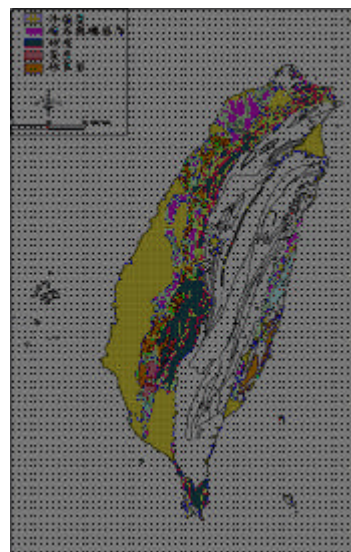


圖 12、台灣島沉積岩分布圖。



圖 13、東北角海岸常見呈層的砂岩與頁岩。



圖 14、礫岩含直徑大於 0.2 公分以上圓型的礫石。



圖 15、白色砂岩主要含石英的砂粒。



圖 16、灰黑色的頁岩，肉眼無法看見礦物的顆粒。



圖 17、含許多生物碎屑的石灰岩。



圖 18、含抱球藻的石灰岩。

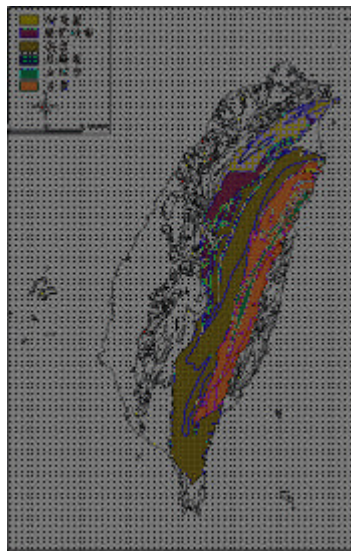


圖 19、台灣島變質岩分布圖。

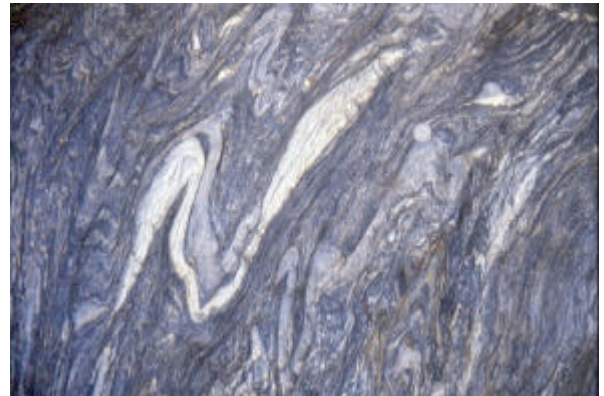


圖 20、變質岩中經常可以看見小型的褶皺構造。



圖 21、黑板岩，外表呈現層層平板狀的劈理面。



圖 22、石英 - 雲母片岩，片裡面上閃閃發亮的礦物是由黏土礦物變質形成的絹雲母。



圖 23、金門的片麻岩，受壓時礦物呈平行的排列，長條狀的白色礦物為斜長石，黑色礦物為黑雲母。



圖 24、太魯閣的黑色大理岩，其他常見大理岩的顏色有白色與灰色。