

黃臘石的前世今世

國中組地球科學科第一名

臺北市立中正國民中學

作者：陳煥民

指導教師：王聖育

一、研究動機

前年暑假，爸爸和我去參觀基隆市的文化中心，看到了一種很有光澤的岩石，詳細閱讀了簡介以後，才知道這是一種價值不菲且稀有的台灣雅石—「黃臘石」。我對這個石頭產生了濃厚的興趣，它到底是三大岩石種類中的那一種？組成這石頭的主要礦物有那些呢？這種種皆值得我去深入探討，藉著研究黃臘石的真正面目來體驗當地質學家的滋味。於是便展開這項研究。

二、研究目的

- (一) 黃臘石是那一種類型的岩石。
- (二) 黃臘石的組成礦物有那些。
- (三) 黃臘石為什麼是黃褐色的。

三、研究設備

- (一) 鐵鎚、鑿子、放大鏡、地質圖
- (二) 岩石磨片機及拋光機
- (三) 偏光顯微鏡及附屬的照相機
- (四) 電子微探分析儀及碳鍍機

四、研究過程

利用中央研究院地球科學研究所電子微探儀實驗室的偏光顯微鏡及電子微探分析儀來研究黃臘石。在使用這兩種儀器之前，先將岩石樣本送去國立成功大學地球科學系製作九個黃臘石（其中一個為黃臘石內部的標本）及一個採自同地方基隆河河床邊出露的南港砂岩的光薄片。

光薄片的製作，得先將岩石切割成厚約1-2mm(10^{-3} m)的小塊(小於直徑2.5cm的圓)，接著將岩石標本之一面細磨至完全光滑，以特殊的膠將此面黏貼於

載玻片上，然後再以磨砂機將岩石磨成只有30 μm (10^{-6}m)的厚度，最後將沒有黏貼玻片的一面用極細的人造陶磁粉末及鑽石膏將之拋光成極為光滑，就可以在偏光顯微鏡下以透光方式來觀察了。

完成了光薄片的顯微鏡觀察以後，我們就可以初步了解岩石薄片內各種礦物的組成，以及岩石內不同礦物的相互關係了（亦稱為岩石組構）。記錄上述觀察後，再將光薄片的表面鍍上一層厚約20nm(10^{-9}m)的導電碳後，就可以應用電子微探分析儀來分析礦物化學成份及做更精確的礦物鑑定了。

（一）偏光顯微鏡

1. 岩石內礦物組合之初步鑑定：礦物因具有不同的結晶構造及光學特性，除了單折射率的物質（玻璃及等軸晶系礦物）以外，當光透過偏光顯微鏡的下偏光鏡、光薄片的礦物顆粒及其上面的上偏光鏡後，就會產生偏光的現象。光源會因偏光現象而產生二道速度不同的光，這兩道光到達觀察者眼睛的時間也不一致。這種關係反應在可見光譜上不同波長的段落時就會形成不同的顏色，我們稱為干涉色。不同礦物或相同礦物但不同切面均會造成不同的干涉色，干涉色的顏色及變化是鑑定礦物的好方法之一。

2. 觀察岩石組構：岩石組構係指岩石在偏光顯微鏡觀察下的各種特徵。岩石內組成礦物的顆粒大小、外形及其間的相互關係，可用來觀察岩石是結晶岩或是碎屑岩。結晶岩組成顆粒一般是緊緊鑲嵌在一起；而碎屑岩的礦物顆粒則是部分相接觸或是完全不接觸。

（二）電子微探分析儀

本精密儀器是利用高電壓(15000伏特)經由鎢絲產生的電子束撞擊欲分析的光薄片內礦物表面所激發出來的X—光來判定礦物化學成分的儀器。定量分析方法是很精準的，誤差只有1—2%。我們亦可以利用不同的元素組合針對光薄片內某一特定面積做掃描，如此可以定性的判別大面積的組成礦物分佈及所佔的百分比。上述定性或定量分析的方法均比偏光顯微鏡的礦物鑑定能力優異多了。

五、實驗結果

（一）偏光顯微鏡觀察結果

1. 岩石組構：黃臘石的主要組成礦物顆粒有大有小，9個標本平均顆粒大小在 $\leq 0.01\text{mm}$ 及 0.26mm 之間。大部分標本的組成顆粒大小頗為平均；但是在8號標本的薄片內，我們可以看到不同部位的顆粒大小並不一致，本標本有些部位顆粒與5、6、7三個標本類似($\leq 0.01\text{mm}$)。有些部位的顆粒大小(0.11mm)則與3號及9號標本類似。

大多數粗粒黃臘石的礦物顆粒並不十分渾圓，多數具有稜角；小顆粒標本的礦物外形則較渾圓。它們的組成礦物顆粒彼此並不十分互相接觸，顆粒間也或多或少存在著一些極細小的膠結物。它們可能是二氧化矽或是黏土礦物。另外還有一些大小不一(0.05mm—1mm)，且外形不規則的暗棕色不透光礦物存在於部分標本內，它們在不同的標本約佔有5%~20%的比率。在第6、7號標本甚至存在著脈狀不透光礦物。

2.可能的組成礦物：在偏光顯微鏡下的黃臘石薄片，我們可以觀察到兩種主要的礦物。一是石英，它們是最重要的組成礦物，干涉色為黑、灰白及淺黃色。礦物顆粒頗為乾淨，其表面少有風化物質存在。另一種礦物具有暗棕色及不透光的特徵，大小不一且外形不規則，甚至有小礦脈存在。我無法判定它是哪一種礦物。在下一節，我將利用它的化學成分來說明它較明確的名稱。

在第3號標本內，除了石英以外，我還看見二種不同的礦物。一種是具灰白、淺黃色干涉色，但表面似有風化物質存在，可能是長石類礦物。究竟是那一種長石，由於缺乏多晶的特徵，我無法判定它的確切名稱。第三種礦物數目不多，具有藍色干涉色，看起來像是綠泥石，為了更明確起見，我也利用電子微探分析儀來分析它的化學組成，這兩種礦物我將在下一節說明它的可能名稱。

(二) 電子微探分析儀結果

為了能夠更精確的鑑定黃臘石的組成礦物種類，我在陳正宏博士的指導下利用中央研究院地球科學研究所的電子微探分析儀，針對黃臘石的光薄片進行元素掃描作圖，以及礦物的定量化學分析。我們以1、2、3、6、7及10號黃臘石標本和南港砂岩(9號標本)分別做了矽(Si)、鋁(Al)、鉀(K)、鈣(Ca)、及鐵(Fe)的元素掃描作圖。

大多數黃臘石標本內的主要組成礦物是石英或／和不透光礦物。在上節曾提起黃臘石內可能有二氧化矽或黏土礦物的膠結物質，由於1、2、6、7及10號標本內除了不透光礦物及石英以外並沒有第三種礦物存在，所以它們的膠結物應該也是二氧化矽（這些二氧化矽膠結物有可能是因為金瓜石一帶的岩石遭受後火山熱液活動引起之矽化作用而形成的）。黏土礦物或碳酸鈣的膠結物並沒有存在於這五個標本內。2、6及7號標本經由電子微探儀的定量分析確認後，得知它們應該是褐鐵礦。褐鐵礦常和細小石英和黏土礦物或鋁礬土混合在一起。

3號標本與大多數的黃臘石不同。除石英外，不透光礦物並不存在。3號標本內有少數(~5%)的淡綠色礦物存在。經過定量分析後，可判定它是含鐵量頗高(FeO=31 wt%)的綠泥石。3號標本內還有鈉斜長石(SiO₂ = 69 wt%)及伊萊石(SiO₂ = 54 wt%)。至於用來相對比較南港砂岩則與所有分析過的黃臘石有幾項

明顯的不同。最大的差別在於南港砂岩有著碳酸鈣的膠結物質。第二個主要的不同則在於南港砂岩內有兩種含鉀的礦物，經由定量分析，可以判定其為鉀長石及反微紋長石。在偏光顯微鏡下(無網狀格子組構)判定鉀長石為正長石而非微斜長石。除了上述礦物外，9號標本(南港砂岩)尚含有與3號標本相同的伊萊石及鐵綠泥石。

六、討論

(一) 黃臘石的今世——沉積岩

1. 從偏光顯微鏡的觀察，我們可以判斷黃臘石是由碎屑沉積物形成的岩石。它們的組成礦物之間相互有著大小不一的孔隙，這些孔隙為一些細小的二氧化矽及黏土礦物所充填，這些充填於組成礦物孔隙間的應該是膠結物質。它們並不像火成岩或變質岩的組成礦物一樣緊緊的鑲嵌結合在一起。依黃臘石的組成礦物顆粒大小，與碎屑沉積岩的分類依據(國中地球科學課本上冊)做比較，我們可以將黃臘石歸類為碎屑沉積岩中的砂岩及粉砂岩(部分可能已受矽化作用影響)。

2. 通常碎屑沉積岩主要的組成礦物有兩類。一類是抗風能力強的礦物，如石英、重礦物。

另一類則是一些易受風化的長石及鎂鐵礦物和它們因風化所變成的次生礦物(以黏土礦物及綠泥石為主)。伊萊石是黏土礦物的一種，通常是長石的風化產物。綠泥石則通常是由黑雲母、角閃石風化而成的。而黃臘石的組成礦物主要有石英及褐鐵礦。鈉斜長石、伊萊石及鐵綠泥石也存在於某些黃臘石內。

黃臘石的礦物組成種類與一般碎屑沉積岩非常類似(例如採自基隆河暖暖橋下南港層的青灰色雜砂岩及海岸山脈鶯溪八里灣層的雜砂岩)，這也更加說明黃臘石不但具有一般碎屑沉積岩的組構以外，也含有與一般碎屑沉積岩極為類似的礦物組合。

由上述的討論，我相信砂岩及粉砂岩是我們採集到的黃臘石的今生，它們可能是來自於基隆河流域的中新統地層內的沉積岩，但是我們所研究的標本與南港層砂岩並不相同(南港砂岩的膠結物質為碳酸鈣)。我也相信有某些黃臘石可能是頁岩，因為基隆河流域有不少頁岩存在。

(二) 黃臘石的前生——花岡質岩

黃臘石內的組成礦物是以石英為主，所以它成岩前的沉積物應來自含石英很多的岩石，這可能是花岡質的岩石。最可能的候選岩石是花岡岩、流紋岩及片麻岩。3號黃臘石內也存在著一些鈉斜長石，這也是上述花岡質岩石所含的斜長石類礦物。雖然黃臘石並沒有含花岡質岩常有的黑雲母及鉀長石這兩種礦物，但是

黃臘石卻含有著一些伊萊石及鐵綠泥石，這兩礦物恰好是鉀長石及黑雲母的風化產物。鉀長石及黑雲母常常容易受風化作用影響而形成伊萊石及鐵綠泥石。經由上述的說明，似乎花岡質岩石是黃臘石前生的機率是頗高的。

(三) 黃臘石顏色的可能成因——黃袍加身

如果依照上述章節的說明，黃臘石的岩石組構及組成礦物和一般的砂岩（包括與黃臘石同一產區的南港砂岩）其實並沒有不同，但是為何它們具有不同的外觀呢（包括光澤和顏色）？這個問題應該也值得探討一下。

部分黃臘石和其他砂岩最大的不同，就是在於黃臘石的組成礦物中多了一種稱為褐鐵礦的礦物。這個主要由鐵所組成（可能混雜少量的細粒石英及鋁礬土）的礦物是黃褐色的。而為什麼其他的砂岩不存在這黃褐色的礦物呢？其實經過我們觀察的結果顯示褐鐵礦並不是原來就存在有的礦物，它只是一種次生礦物。簡單的說，就是褐鐵礦是沉積物變成沉積岩以後再進入岩石表面的物質。在鑿開的黃臘石內部（10號標本），並非是黃褐色且具光澤特徵的。而且這些只存在於黃臘石表面的褐鐵礦外形及顆粒大小均不一致。與其他的組成礦物（如石英、長石等）的外形及大小一致性的特性不大相同，況且，有些黃臘石的褐鐵礦具脈狀的特徵，似乎是沿著岩石裂縫而形成的。如果褐鐵礦是次生的，那它的來源又是什麼呢？我的推論應該是和以前金瓜石的開採及提煉金和銅礦有著密切的地緣關係。金瓜石工廠在提煉金和銅礦以後，所排放出的廢水，相信是含有大量的鐵質（黃鐵礦是金瓜石一帶與金、銅礦共生的主要含鐵礦物），這些廢水極可能會與金瓜石一帶中新統地層的岩石產生作用，而在這些岩石的表面沉澱，形成一些外形、大小均不一的褐鐵礦。沿著大小不一的岩石裂縫應該也會形成一些脈狀褐鐵礦了。

由於金瓜石的採礦歷史只有百年左右，排放廢水與附近岩石作用的時間不長，所以黃臘石只形成於轉石或基隆河沿岸岩石的表面。如果上述推論正確的話，由於金瓜石目前已停止採礦及提煉的工作，因此高鐵含量的廢水已不復存在與岩石作用形成新的黃臘石了。

但是1號和10號標本卻只含有石英這種礦物，並沒有褐鐵礦存在，10號為採自2號標本內部約15公分的青灰色標本代表的是尚未遭受到鐵水的作用。1號黃臘石可能是其表面由高鐵含量的水溶液浸漬染色而成，所以褐鐵礦存在只是黃臘石具有黃褐色的原因之一

七、結論

(一) 黃臘石的主要組成礦物有石英、褐鐵礦、鈉斜長石以及些許的綠泥石及伊

萊石，它們是屬於碎屑沉積岩中的砂岩及粉砂岩（部分可能已受矽化作用影響）。

- (二) 結論 (一) 之碎屑沉積岩成岩以前的沉積物可能來自花岡質岩。
- (三) 標本表面存在的黃褐色礦物（褐鐵礦）可能是形成黃臘石顏色的主要原因之一。另一原因則可能是由鐵鏽溶液染色而成。

八、參考資料

- (一) 台灣地質圖圖幅第四號（台北）：1988，經濟部中央地質調查所出版
- (二) 國中地球科學課本上冊：教育部國立編譯館出版
- (三) Deer, W. A; Howie, R.A.; and Zussman J.:1992, An introduction to the rock-forming minerals, Longman Scientific & Technical.

評語

- 1.能解開黃臘石究為何種礦物或岩石構成之謎。
- 2.對於研究課題有深入了解，儀器之操作之資料判讀也都十分熟練。
- 3.整體而言是一位不可多得之資優學生。