

## 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

### 社會組 科學文章表單

文章題目：岩石-無聲歷史的紀錄

文章內容：( 限 500 字~1,500 字 )

岩石是世界中常見的物體，變質的岩石一生至少曾在兩種不同的地質環境中居住過。這些岩石所代表的是多元文化，而非文化熔爐。變質作用與熔融無關，而與固態狀態下的再結晶有關，就跟粉狀的新雪被埋起並變得易碎一樣。因此，變質岩的結構和成分風格各異，是其所棲環境的混合產物。

變質沉積岩是最易閱讀的一種，因為它們可能尚保有分層、漣漪紋，甚至化石等可見的特徵，於是可以由所形成的變質沉積岩（也就是它們的原岩，意為「第一岩石」）中分辨出此種岩石。這就好像你憑著耳朵上一道疤痕的形狀，而認出一位你自孩提時代後就再沒見過面的老朋友。但即便再結晶作用和變形作用已然抹去這些特徵，變質岩的成分還是記錄著自己的起源身分。大理岩是由石灰岩加熱所形成，而這兩種岩石主要也都由方解石礦（碳酸鈣， $\text{CaCO}_3$ ）所組成。

大理岩之所以呈半透明狀，單純就是因為再結晶顆粒的平均尺寸較大之故。板岩、千枚岩和片岩是頁岩（泥岩）不斷經由高溫烘烤而成。晦暗無光澤的黏土會依變質作用壓力與溫度條件的不同，而形成閃亮的雲母、耐看的紫色石榴石或天藍色的藍晶石，全都是由原來黏土中本來就有的鋁和矽重組而成。

此只在相當嚴格的物理條件範圍內才會形成的礦物，稱為指標性礦物，是烙印在岩石生涯旅程各個不同關卡的印記。地質學家研讀指標性礦物，便能夠就特定岩石從其起源一路追溯到最深的掩埋處所，再回到他當初無意間撿起這塊岩石的地表。像鑽石這種主要藉由壓力而形成的礦物，是良好的地壓計，提供了礦物形成之時，岩石所處深度的測量讀數。其他只在特定溫度下才會結晶形成的礦物，則被當成地熱計使用。

這些受壓力和溫度影響的礦物即便在旅行前往地表時，依然是其宿主岩石的亞穩成分，這就像大雪堆在氣溫升至冰點上之後，還可以繼續存在一段時間。不過，從熱動力學的角度來看，鑽石不盡然恆久遠。與在地表的情況不同的是，鑽石會慢慢劣化成另一種平凡得多的碳結晶形態——石墨，也就是用來製造鉛筆芯的「鉛」。好在對珠寶商和客戶而言，鑽石劣化要耗去好幾段的地質時間。藉由壓力而形成的鑽石，是良好的地壓計。指標性礦物是辨識岩石變質時構造環境的關鍵。在地球大陸地殼的洞穴裡，溫度會以每公里攝氏二十度的速率穩定上升。

此種變化在礦坑深處便可直接觀察得到，在礦坑的較深處，溫度之高可能使人熱到無力。有些變質岩所含有的礦物集合與這種地熱梯度一致。也就是說，礦物所記錄下的溫度，正與我們預期中岩石所經歷受的壓力（深度）相當。這種以常見方式發展成熟的岩石所經歷

過的，稱為一般性的深埋變質作用。

但許多其他的變質岩石所記錄下的溫度和壓力高峰情況，卻與這種典型的地熱梯度並不一致，亦即就岩石所到達的深度而言，這些岩石成分所暗示的溫度要不是太高，就是太低。

這意味著岩石是在熱混亂的情況下產生變質，而這正是岩漿或構造活動的標記。若一塊岩石所含的指標性礦物在低壓下記錄到高溫，那麼這岩石必然曾在接近熱源處產生再結晶，熱源則多半是地底的大塊岩漿。經歷接觸變質作用的岩石，所接觸的熱源大部分為地底的岩漿。

此種岩石所經歷的，稱為接觸變質作用。相反地，若一塊岩石含有高壓礦物（如石榴石、玉、罕見的鑽石等），卻從未經歷過相應的高溫，那麼這塊岩石位於深處之時，必然有某種東西使之冷卻，或至少將之隔絕開來（就像一個天真的成人過著異乎尋常受保護的生活）。

岩石是效能極低的熱導體，因此一塊岩石（尤其是大塊的岩石）是有可能在被熱得多的岩石包圍的情況下，依然保持著涼爽。

「隱沒帶」是海洋地殼因自身重量的拉扯而下沉（就像厚重棉被掉下床去）回到溫暖地函之處，此處便是此種隔絕現象可能出現的地質場景。海洋地層運動進入地函（對流循環的下降部分）的速率，較其因傳導而升溫的速率快了許多倍（岩石很不容易因傳導而增溫），因此海洋地層在隱沒到地函裡千百萬年後，依然能夠保持異常冰冷的表層，這一點甚至可由地震「觀察」得到，因為穿行地球內部的震波在通過這些較冷地帶時，運動速率會提高一些。

已進入隱沒帶的岩石有時候又會再度回到地表，但我們對這種地球消化不良的現象所知極少。這些岩石含有高壓低溫礦物的特徵，很容易被辨識出來。這些岩石稱為藍片岩，因為其中一種富含鈉、稱為「藍閃石」的礦石呈牛仔布色而得名。藍閃石非常罕見，但科學期刊討論它們的篇幅卻很多，因為它們明確地訴說進入隱沒帶的旅程。

#### 參考資料

註：

1. 沒按照本競賽官網提供「表單」格式投稿，不予錄取。
2. 建議格式如下
  - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
  - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的所有文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
  - 字體行距，以固定行高 20 點為原則