地球科學疑難問題討論

李春生
國立臺灣師範大學地球科學系

一、洋葱狀風化爲何屬於化學風化而非物理風化？

答：如你在林口台地上撿取一顆圓形或橢圓型礫岩，用榔頭敲開觀察其斷面，你一定會發現它內心還蠻新鮮，但最外層圈的外殼，其顏色跟內心截然不同，已形成一個風化皮殼。這是由於代表岩石圈的岩石跟代表水圈的水及代表氣圈的空氣在彼此的交界面產生化學風化的結果。這種化學風化反應通常是岩石中的含氧化鐵礦物在水的影響下已經氧化，造成新的針鐵礦（ FeO.OH ）礦物（參考化學反應式1 ）。這等於將舊成份分解成新成份，所以一般以分解作用（ Decomposition ）稱之。新生成的針鐵礦，稱爲次生礦物（ Secondary minerals ）。

$$4\,FeO + 2\,H_2O + O_2 \rightarrow 4\,FeO.OH \qquad (式1)$$

由於岩性之不同，有些岩石的風化皮殼不久會脫皮而去，例如像石灰岩，由於它受到碳酸作用溶解的很快（式2 ），所以很難發現有風化皮殼。

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca^{2+} + 2\,(HCO_3)^{1-} \qquad (式2)$$

至於像玄武岩的風化皮殼（圖1 ）則較不會脫去，它會隨著風化之持續進行，使得風化向內進展皮殼的厚度越變越厚。

另外一些岩石由於它脫去的風化皮殼，就座落在原來的石頭附近，所以看起來它就是具有剝離作用（ Exfoliation ）。有時剝離層只有一層，有時候有好幾層，外觀看起來就像洋葱狀，這就可稱它爲具洋葱狀（ Onion structure ）風化。

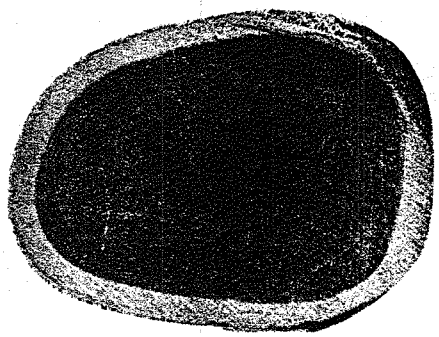

圖1　具風化皮殼的玄武岩，風化皮殼尚未剝離。

以上是針對石頭的外觀爲圓形或橢圓型而言，如果石塊很大，外觀認不出是否爲圓形或橢圓型，那麼剝離層很可能看起來是片狀，片狀也可以是一層，通常則有好幾層，那麼我們就稱這種剝離層爲頁狀節

理（Sheeting）。

如果石塊原來是正方形或長方形，這種形狀的岩石在角落地方受到3方向的化學風化，在面與面交界的鄰邊地方受到2方向的化學風化，在面上只受到1方向的化學風化。由於各處風化的速率不同，所以一定會逐漸修飾成圓形或橢圓型（圖2）。我們強調此點所以稱其爲球狀風化（Spheroidal weathering）。

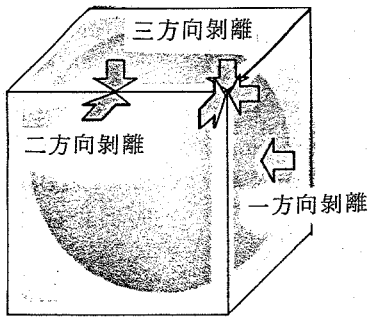

圖2　導致正方形岩塊朝向圓球風化礫的原因示意圖。

導致剝離現象的產生，主因當然是化學風化中，分解作用後的次生礦物在體積上有所改變（一般均膨脹變大），因此在岩石本身內產生一股應力，例如正長石風化成高嶺土（$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$，式3），體積一定膨脹，於是應力就因應而生。

$$4KAlSi_3O_8 + 4H^{1+} + 2H_2O \rightarrow 4K^{1+} + Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 + 8SiO_2 \qquad (式3)$$

如果強調洋葱狀風化那些剝離層均是應力所造成的，那自然是物理風化，所以何春蓀（民國78年）的普通地質學，均將剝離作用，頁狀節理及球狀風化歸入物理風化之列，但如果細究這些應力之所以產生，大都源自於化學風化作用，那麼將其歸之爲化學風化亦可，例如國中地球科學教科書上册或美國Skinner及Porter（1992）所著的普通地質學教科書等均是持這種看法的。

參考文獻

何春蓀（民國78年）普通地質學，第七章　風化和土壤，第125—148頁，五南圖書出版公司出版。

國立編譯館（民國84年）國中地球科學教科書上册，第四章　地表的地質作用，第41—65頁。

Skinner, B.J. & Porter, S.C. (1992) The Dynamic Earth-an introduction to physical geology, chapter 7, Weathering and soils, pp.189-212. John Wiley & Sons, Inc. New York.

★