

條紋長石結晶之演變

王 錕

(四川省地質調查所)

(插圖二)

一、條紋長石之性狀

正長石中常見有多數鈉長石之透鏡狀小晶，沿正長石之 100 等面作平行排列，二者之 010 面則彼此平行，具有同一之光學位置。此種構造稱為條紋結構 (Perthitic Structure)，具有條紋結構之長石名條紋長石 (Perthite)。條紋長石之底晶曰主晶 (Main Crystal)，其中之包體曰分晶 (Partial Crystal)。分晶在顯微鏡下由其特有之聚片雙晶 (Polysynthetic Twinning)，不同之折光率及不同之消光角易與主晶區別；但亦有在顯微鏡下，其主晶與分晶甚難辨認者。主晶之為正長石者曰條紋正長石 (Orthoclase Perthite)，主晶之為鉀微斜長石者曰條紋鉀微斜長石 (Microcline Perthite)，此外尚有一種條紋長石其主晶及分晶之成分適與條紋正長石相反，即以鈉長石為主晶而以正長石為分晶，此種條紋長石稱為逆條紋長石 (Antiperthite)，殊不常見，普通所稱條紋長石均指條紋正長石而言。

二、條紋長石之成分範圍

正長石除純粹之鉀長石 (Or) 外，常為含有鈉長石 (Ab) 之混晶 (Mixed Crystal)，稱為鈉正長石 (Soda-orthoclase)，而正長石有高溫之玻璃長石 (Sanidine) 及低溫之冰長石 (Adularia) 兩種，同樣鈉長石亦有高溫之單斜鈉長石 (Barbierite) 及低溫之三斜鈉長石 (Albite)，故正長石與鈉長石之混溶 (Miscibility) 關係可分為高溫之玻璃長石——單斜鈉長石系及低溫之冰長石——三斜鈉長石系。此外正長石變種之鉀微斜長石 (Microcline) 與鈉長石變種之鉀鈉微斜長石 (Anorthoclase) 亦形成一混溶系。玻璃長石——單斜鈉長石系為高溫安定之連續系，無條紋結構生成，至低溫之冰長石——三斜鈉長石系及鉀微斜長石——鉀鈉微斜長石均屬不連續系，其間有混溶間隙即限制混溶 (Limited miscibility) 存在。限制混溶之範圍即條紋長石生成之範圍，由此更可知條紋正長石屬於鈉冰長石 (Soda-adularia) 之一種。

混晶之混溶關係基於混溶物質間之量比與結晶作用之溫度，其混溶狀態有三：即二種或二種以上之混溶物質 (一)、在某種量比時無論其溫度如何變化均可完全混溶

*註條紋長石種類頗多此文所論係指普通狹意之條紋長石——編者附註。

，(二)、在某種量比時無論其溫度如何變化均不混溶 (Immiscibility)，(三)、在某種量比時高溫時可混溶，低溫則不混溶。後者即所謂限制混溶，限制混溶之混晶在高溫時可以暫時安定名曰淮安定 (Metastable condition)，亦即二者暫時保持平衡，當溫度低降時，此暫時平衡亦難保持，欲求其新平衡 (即安定)，超出其混溶量之部必行分離，此即條紋長石生成之主要原因。

正長石與鈉長石混溶之成分範圍，據 Vogt 氏之研究，正長石中混溶之鈉長石分子不能超過28%，反之鈉長石中混溶之正長石分子不能超過12%。正長石結晶之初，其中之鈉長石分子雖可及28%，但隨溫度之下降，其量亦遞減。據 Warren 氏之研究，常溫時正長石中混溶之鈉長石分子不能超過18%，故含鈉長石分子在18%以上之正長石熔融體 (Melt) 結晶之初雖能成均一之混晶，及溫度降至常溫之中途，其超量之鈉長石分子必與母體分離。綜合二氏之說，可確定正長石與鈉長石限制混溶之成分範圍即條紋長石生成之成分範圍當在 $\text{Or}_{72}\text{Ab}_{28}$ 與 $\text{Or}_{82}\text{Ab}_{18}$ 之間，前者為其高溫極限，後者為其低溫極限。原熔融體成分中之鈉長石量小於其低溫極限時率成均一之混晶，大於其高溫極限時率成不混溶之共晶 (Eutectic crystal)。

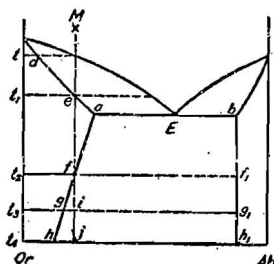
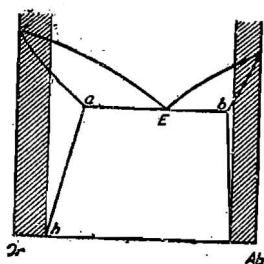
三、條紋長石結晶作用之演化

條紋長石生成時其熔融體結晶之演化據 Bowen 氏之研究有如下述。

第 I 圖為正長石與鈉長石之化學平衡圖， $a(\text{Or}_{72}\text{Ab}_{28})$ 及 $h(\text{Or}_{82}\text{Ab}_{18})$ 各為限制混溶之高溫及低溫兩極點，斜線區域為完全混溶之均一混晶生成區域， a 與 b 間為不混溶之共融區域， E 為其共融點 (Eutectic point)。條紋長石結晶之演化如第 II 圖* 所示。設 M 為一正長石與鈉長石之熔融體，其中鈉長石之含量在28%與18%之間，當溫度冷却至 t 時，開始結成正長石與鈉長石之混晶，其成分為 d ，溫度下降至 t_1 時，混晶成分由 d 漸變為 e ，至 e 時熔融體已全部結晶，其混晶 e 與原熔融體 M 之成分

第 I 圖正長石與鈉長石之化學平衡圖

第 II 圖條紋長石之結晶演化圖



* Bowen 氏原圖見 Amer. Jour. Sci. XXXIII. 1937, 筆者手中無此書，僅按其理論敘述，故未與其原圖盡合。

完全相同，但此混晶溫度仍甚高，其中鈉長石之量超過其低溫混溶極限，呈准安定狀態。溫度繼續下降至 t_2 時，准安定之混晶欲求其安定，超量之鈉長石分子遂開始由混晶中分離，其成分為 f_1 (分晶)，其量僅 f 一點，此時主晶 f 之成分尚無變化。由 e 至 f 即由混晶完全固結至分晶開始分離之溫度為其准安定範圍 (Metastabl. interval)。溫度繼續下降分晶之量逐漸增加，主晶之成分逐漸向 h 變化。溫度降至 t_3 時，主晶成分為 g ，分晶成分為 g_1 ，主晶與分晶之量比為 $ig_1 : g_1$ 。溫度降至 t_4 時，主晶成分為 h ，分晶成分為 h_1 ，主晶與分晶之量比為 $jh_1 : h_1$ ，此時主晶成分已達限制混溶之低溫極限，溫度即仍下降亦無分晶產出， M 熔融體之結晶作用至此即告終止。

由 Bowen 氏之圖解中，吾人可得條紋長石生成時之下列諸重要觀點：

1. 分晶在固體狀態中生成。
2. 主晶與分晶各自為混晶，其成分相差甚鉅。
3. 分晶之成分無大變化，而其量隨溫度之低下而逐漸增加。
4. 主晶之量無甚變化，而其成分隨分晶量之增加而逐漸變化。
5. 在限制混溶範圍內無論其原熔融體成分如何，其最後生成之主晶成分常一定。
6. 原熔融體成分離高溫混溶之極限愈近者，其分晶開始分離之溫度愈高，即准安定之範圍愈小，最後結晶中分晶之量亦愈多。反之則為相反現象。

至於以鈉長石為主晶正長石為分晶之逆條紋長石，由第 I 圖中可以看出其限制混溶之範圍極小，即條紋長石生成之機會甚少，故此種條紋長石亦極少見。若主晶易為鉀微斜長石，則分晶為鉀鈉微斜長石，其結晶之演化仍與條紋正長石相似。

四、條紋長石之產狀

較純或含鈉長石分子較少之正長石多產於普通酸性深成岩中，條紋長石（條紋正長石）則產於岩漿固結末期之酸性脈岩中，尤以偉晶花崗岩中最為常見。天然產之鉀鈉系長石中常含有少量鈣長石 (Anorthite) 分子，而鉀鈉系長石間之混溶度極小，故條紋正長石之分讀及逆條紋長石之主晶常為酸性斜長石 (Acid plagioclase) 所代替。條紋構造之粗細，視岩漿固結時之冷卻速度而定，如偉晶花崗岩冷卻較慢，其條紋長石之條紋構造肉眼或放大鏡即可見及，其他酸性脈岩冷卻較急，其條紋長石之條紋構造須顯微鏡甚至 X 光線始能察知。

五、條紋長石之類似礦物

具有類似條紋構造之礦物，普通造岩礦物中甚不常見，但在金屬氧化物及硫化物中則屢見不鮮，如磁鐵礦或赤鐵礦晶體中常含有鎢鐵礦 (Ilmenite) 薄片沿磁鐵礦或赤鐵礦之劈開方向交成規則之網狀結構，其化學平衡關係與正長石鈉長石系相同，其成

因當與條紋長石類似。此外閃鋅礦中之黃銅礦，斑銅礦中之輝銅礦，方鉛礦中之輝銀礦等亦具有同樣結構，其成因當亦與條紋長石類似，矽酸鹽礦物中若干比較規則之紋像連晶(Graphic intergrowth)易與條紋構造相混，但造成紋像連晶之兩礦物乃同時或極近同時生成，無一定結晶學的關係，而條紋構造之分晶發生於主晶生成之後，故常受主晶結晶方位之限定，在顯微鏡下極易看出。

附 記 此文草成後承本所熊永先楊登華兩先生熱心指正謹此誌謝。

主 要 參 考 書

木下龜城

晚近礦物學

何作霖

光性礦物學

F. H. Hatch

Text-Book of Petrology

The Igneous Rocks