

浙江普陀山朱家尖產條紋長石的成因

司 幼 東

(山東大學地質礦物系)

一、 引 言

浙江省普陀山朱家尖產出的條紋長石，係何作霖先生1928年赴浙東調查時所採集者，其有關成分及結構等情況已詳見前中央研究院地質研究所叢刊第四號 *The Anorthoclase Perthite from Chu Chia Tsien Island near Potoshan, Cheking*. 文內。條紋長石生於花崗岩的氣穴裏，呈晶簇狀，晶體形狀如圖一所示，常常具有貝文歐雙晶 (Baveno twin)。薄片在顯微鏡下呈非常微細的條紋結構，與普通鉀鈉正長石 (Anorthoclase) 的構造相似，乃由於固溶體的分相作用所生成，惟在晶體內靠近邊緣的部分，往往有較厚的鈉長石 (Albite) 的薄片包裹在內，常平行 (010) 晶面，並且鈉長石與條紋長石的光性方位也完全一致，如圖二所示。

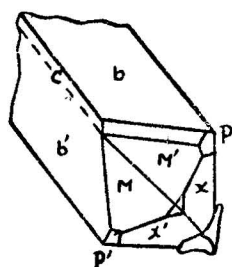


圖 一

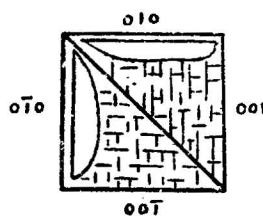


圖 二

鈉長石淨潔透明，何氏稱為鈉長石條帶。關於鈉長石條帶生成的原因，原文並未提示，本文乃就原文敘述的結構和分析的結果，試論條紋長石凝結的過程及其所以發生如此罕見的結構原因。

二、化學成分的比較

下列表中成分係就原文 No. 2 及 No. 3 兩晶體分析的結果，前者不含鈉長石條帶，後者包裹有鈉長石條帶。分列如下：

	No. 2 (無鈉長石條帶)	No. 3 (有鈉長石條帶)
SiO ₂	65.72	67.00
Al ₂ O ₃	20.78	19.59
Na ₂ O	5.80	5.70

K ₂ O	7.48	7.60
CaO	Trace	0.40
MgO	0.16	Trace
Total iron	0.30	0.32
H ₂ O ⁻	0.20	0.10
H ₂ O ⁺	0.32	0.22
總數	100.76	100.92 Anal. H. Lee,

由上表所列的成分可以得知鈉長石條帶的有無並未嚴重的影響鹼金屬 Na₂O 及 K₂O 在兩者中含量的量差，並可將長石的分子算出，其百分比如下：

	K—長石	Na—長石	Ca—長石
No. 2	46.90%	52.00%	1.10%
No. 3	47.25	50.70	2.05

鈉長石與鈣長石兩者原成混合固溶體的，所以可將鈉長石和鈣長石看成一體，當做斜長石的分子。由上表得知在 No. 2 及 No. 3 兩標本裏的鈉長石與斜長石分子的比，並無顯著的出入，試觀 No. 3 雖有鈉長石的條帶，但是斜長石的分子並未多於 No. 2，只因鈣長石的分子略有差異，而使 No. 2 與 No. 3 內所含的斜長石類稍有不同，至於 No. 2 中鈉長石分子與鈣長石分子的比約為 98:2，No. 3 中鈉長石分子與鈣長石分子的比約為 96:4，兩者相較差量甚微，實不足以證明兩者成分間有何顯著的不同。若將兩者成分描在三元成分圖上（圖三），更可看出 No. 2 與 No. 3 是由同一成分的固溶體所晶出的。

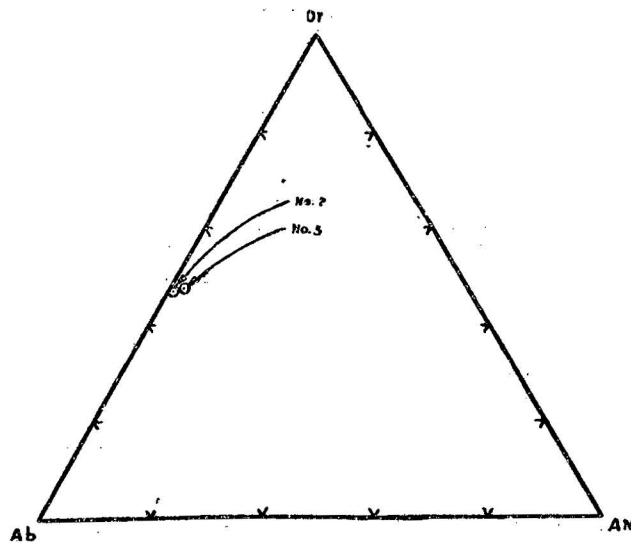


圖 三

鈉長石條帶清潔透明，並無條紋結構，恐不含若干鉀長石分子。倘將 No. 3 條紋長石中的鈉長石條帶提出，而不使算入總化學成分裏，則 No. 2 與 No. 3 的化學成分間，必然顯有明確的差別，即在 No. 3 提出鈉長石條帶後剩餘部分中所含的鉀長石分子，必更趨豐富，而斜長石分子將益顯貧乏。原著者雖未經剔出分析，但 No. 2 與 No. 3 兩者若以不含條帶的部分互相比較，彼此不能相同似無疑問。

三、鉀長石——鈉長石不完全固溶體的凝結過程及所產生的結構

此種條紋長石生長在花崗岩的氣穴裏，是屬於低溫階段生成的，與火山岩中所產生的高溫長石斑晶不同，所以就 Or—Ab 系討論凝結的過程，並不能發生白榴石 1170° → 正長石的多相轉變演化的情況也比較簡單，其中鈣長石百分量相當低微，不能與鉀長石鈉長石相比，所以試就 Vogt 氏的 Or—Ab 系混晶關係圖說明其凝結的過程。

No. 2 條紋長石中 Or : Ab = 46.90 : 52 (An 不計)，按他原液的成分應該相當圖上 × 點 (圖四)。當溫度冷却達到 T_1 時，與液相線 AE 相遇於 m，開始晶出 S，溫度再繼續冷却，則晶出物的成分沿固相線 Aa 逐漸變化，殘餘液體的成分順 AE 變化，在這段過程裏，所有的晶出物都是以正長石為主以鈉長石為副的混晶 [Or]，而殘餘的液體則是以鈉長石為主以正長石為副的混液 [Ab]。若溫度繼續下降至 T_2 時，則殘餘的混液達到共融點 E (Eutectic point)，於是在同一時間內晶出相當 a, b 兩成分的 [Or] 及 [Ab]，至此全部液體都已結成了固溶體，倘使溫度再繼續向下降低時，則 a 處的晶出物沿 ac 線發生 [Ab] 的分晶 (或分相)，b 處的晶出物沿 bd 線發生 [Or] 的分晶，最後晶出 No. 2 條紋長石。這是因為兩種混溶物質間的量比與結晶作用的溫度而使他在

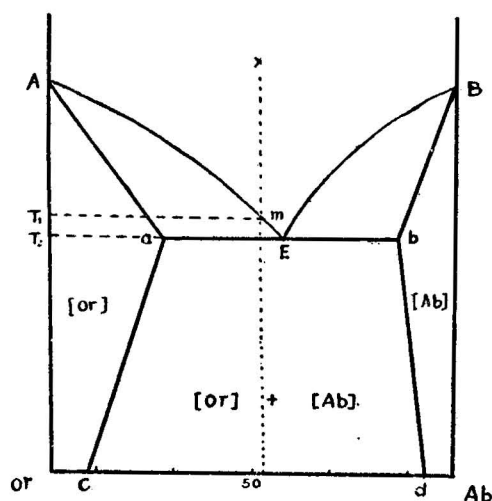


圖 四

某種量比時的高溫階段可以混溶，而到低溫階段則不能混溶，此所謂限制混溶必須將其中超出混溶量的一部分分離出去，即條紋長石生成的主要原因。No. 2 條紋長石當凝結過程中並無任何物理化學上的急劇變化影響到晶出徑路，所以晶出物也就是一般習見的條紋長石，而無鈉長石的條帶存在。

No. 3 條紋長石中 $Or : Ab = 47.25 : 50.70$ (含 An 極少未計入)，原液成分在平衡圖上大致也相當 $\times$ 處，而與 No. 2 條紋長石並無顯著的差異，但在晶體的結構上不同，即靠近邊緣部具有鈉長石條帶，此種現象必是由於凝結過程上物理化學的環境不同，才使具有同成分的原液而晶出不同結構的生成物。設溫度下降到 T_1 時 (同圖四)，與液相線相遇於 m ，開始晶出 S ，繼續冷卻則晶出物的成分沿 Aa 變化，殘餘液的成分沿 AE 變化，若當凝結作用正在進行的階段，一度因周圍環境突然改變，影響冷卻速度增快，使晶出物與殘餘液不能充分的反應調整而失去平衡時，最後產生的結晶體，自然也不能和正常狀態下產生的 No. 2 條紋長石結構完全相同。若當 S 繼續向 a 點進行時，已經晶出的晶體不能和殘餘的液體充分融熔發生適當的正常反應，因此影響殘餘液裏的 (Ab) 成分發生過剩，等溫度降到 T_2 時，殘餘液也由於達到共融點而晶出，原來殘餘液裏多餘的 (Ab) 成分，於是結成鈉長石的條帶，並居結晶體的最外部，但在鈉長石條帶的內緣與中央部條紋長石互成錯綜接觸狀，猶能表示當凝結開始時尚有和條紋長石發生反應的殘跡，等到結晶作用停止後，鈉長石條帶在最外部形成平滑的晶面，此種鈉長石條帶的產生，果因冷卻速度增加，而由析出過剩的殘液凝結而成，故未便再列入平衡圖內，溫度雖降到 T_2 以下並未產生分相。

四、結 語

原液成分相同，但是晶出的礦物常因凝結過程上物理化學狀態的變化，影響晶出不同結構的礦物。在自然環境裏，使凝結過程發生變異的原因常屬冷卻速度的快慢、晶出物的分離逃脫、殘餘液的溢流失散、這些都可以阻碍反應作用不能充分進行，或使殘餘液體富於某種成分而影響晶出作用的過程，發生特殊異常的現象，於是產出罕見的特種結晶結構。

附言：本文曾承何作霖先生指正，並詳為解說原產出狀況等，特附此致謝。

參 考 文 獻

1. Ernest E. Wahlstrom, Introduction to Theoretical Igneous Petrology.
2. 何作霖 光性礦物學
5. 木下龜城 鏡面礦物學