

萬 有 文 庫

第 二 集 七 百 種

王 雲 五 主 編

礦 物 與 岩 石

(下)

渡 邊 萬 次 郎 著

張 資 平 譯

商 務 印 書 館 發 行

石 岩 與 物 礦

(下)

著 郎 次 萬 邊 渡

譯 平 資 張

書 叢 小 學 科 然 自

編主五雲王
庫文有萬

種百七集二第

石 岩 與 物 礦
冊 二

究必印翻有所權版

中華民國二十四年三月初版

李

原 著 者 渡 邊 萬 次 郎

譯 述 者 張 資 平

發 行 人 王 雲 五
上 海 河 南 路

印 刷 所 商 務 印 書 館
上 海 河 南 路

發 行 所 商 務 印 書 館
上 海 及 各 埠

(本書校對者林仁之)

★ C 四五三

下冊 目次

第五章	火成岩與火成礦物	一五一
第一節	岩漿之性質	一五一
第二節	岩漿之凝結	一五六
第三節	火成岩之成分礦物	一六四
第四節	火成岩之構造	一六九
第五節	火成岩之三大別	一七三
第六節	火成岩之主要種類	一七六
第七節	火成岩之產出狀態	一九二
第八節	火成岩之分布	二一三
第九節	火成岩之分化	二一五

第十節 火成岩與金屬礦床……………二二〇

第六章 水成岩與變質岩……………一二五

第一節 岩石之風化……………二二五

第二節 水成岩之生成……………二二二

第三節 水成岩之現出狀態……………二四六

第四節 水成岩之變質……………二六〇

第五節 變成岩之諸相……………二六四

礦物與岩石下冊

第五章 火成岩與火成礦物

第一節 岩漿之性質

火成岩之來源爲岩漿。其實地表上一切岩石，皆直接或間接以岩漿爲其來源。岩漿流溢於地表者，卽火山活動時所常見之熔岩也。

岩漿究爲何物，及由何而來，此正須討論之問題。

吾人對岩漿之組成不能直接觀察，故無從知之。但若取其冷卻後所成之岩石而推究之，亦不難知其組成之大概。雖然，岩石之組成決非固定不變者。其組成因岩石之種類不同而有差異。但分析一般岩石，知其大部由下列八種氧化物構成之。其中以二氧化矽 (SiO_2) 爲最多。在全岩石中，多

者含有 70%，少者亦含 50% 以上。在 50% 以下者極罕。

二氧化矽…………… SiO_2 氧化鎂…………… MgO 三氧化二鋁…………… Al_2O_3 氧化鈣…………… CaO

三氧化二鐵…………… Fe_2O_3 氧化鈉…………… Na_2O 一氧化鐵…………… FeO 氧化鉀…………… K_2O

此外岩石中必有多少水分 H_2O 。下列物質在岩石中亦存在，唯量甚微耳，在各岩石中，超過 1% 者甚少。

一氧化鎢…………… TiO_2 氧化鋇…………… BaO 一氧化鋯…………… ZrO_2 氧化鈾…………… UO

五氧化二磷…………… P_2O_5 三氧化二鉻…………… Cr_2O_3 氧化錳…………… MnO 一氧化碳…………… CO_2

此外尚有種種氯化物，硫磺，氟之化合物等，多量含於岩漿中。但當岩漿冷卻途中，此等物質向大氣中或周圍之岩石中散去，故雖由此種岩漿生成之岩石，亦不見多含此等化合物。唯在火山之噴火口附近，或既固結之熔岩表面等處，常見有由此等物質生成之化合物。

此等物質在岩漿中，究以如何之狀態而存在，尙未明瞭。最少，其一部分，分爲種種形式之原子，帶有電，作陰游子或陽游子存在。此乃就此等成分所成之人工的熔融體之電的實驗證明者也。其

他一部分則似作分子之形式而存在。至此等分子，是否爲上記之氧化物，抑爲更複雜之分子一如各礦物之組成，互相結合，則尙未證明。總言之，各分子在岩漿中因其情形不同，其狀態亦有別。

但此等各種成分，決非各個別爲融解而相混，乃彼此互作溶液。此由各成分之熔融及結晶之溫度互相受其他分子之影響之事實觀之，極明瞭也。

至此等難熔融之成分全融解至熔融狀，其需極高之溫度也甚明。若此等氧化物各別爲融解，則氧化鈣(CaO)約在 2570°C；氧化鎂在 2800°C；氧化鋁在 2050°C；二氧化矽在 1710°C；卽自融解。若此等氧化物互相化合造成各種礦物，則各礦物之熔融點如下：

鈉長石..... $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_36\text{SiO}_2$1100°C.	鈣長石..... $\text{CaOAl}_2\text{O}_32\text{SiO}_2$1550°C.
透輝石..... $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$1391°C.	鎂橄欖石..... $2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$1890°C.
白榴石..... $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot4\text{SiO}_2$1820°C.前後	砂灰石..... $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$1540°C.
螢石..... CaF_21392°C.	正長石..... $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot6\text{SiO}_2$1170°C.

正長石雖在 1170°C. 熔融，但同時由其成分產白榴石之結晶。欲其完全融解，須到 1530°C.

之高温。且此等熔融點因壓力增加而增高。若與其他各物質共熔融於地中深部，則需要更高温度。如上所述，此等礦物在岩漿中，並非各自融解而相混；實互作溶液。但如水與食鹽之例，物質之熔融點因與他物質作溶液而低降。例如冰在 0°C . 融解，若其中混有少量之食鹽，則熔融點必因之低降，事實上在距 0°C . 稍低之溫度，其全體仍作普通之水溶液，且有一部分至 -23°C . 猶作液體存在也。

同樣，若對石英 (SiO_2) 加熱，則按順序變為磷矽石或克里斯石，至 1710°C . 始熔融為液體。若加多少之碳酸鈉 (Na_2CO_3) 熱之， CO_2 逃去， Na_2O 則與 SiO_2 相結合，化為 Na_2SiO_3 。此時二氧化矽之熔融點受其影響，在 793°C . 之低溫度即開始融解。若所加 Na_2O 之量適當，則在此溫度，兩者完全融解。即所加 Na_2O 之分量不適當，二氧化矽亦必在



第六十圖 幾勞埃亞之火山熔岩海

比其本身熔融點低下之溫度開始融解。又強熱作礬土（即氧化鋁 Al_2O_3 ）原料之水礬礦（ $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ ）水分逃去後，留礬土，此在 $2080^\circ C$ 之高溫度始熔融者也。但若加入適量之冰晶石（ $Crystolite, 3NaF \cdot AlF_3$ ），則兩者在 $937^\circ C$ 前後，全部融解。若再加以適量之螢石（ CaF_2 ），則在 $900^\circ C$ 以下亦融解。此乃製造玻璃或製鍊鋁時所用之普通方法，即以鹼、螢石等為熔媒也。

在構成岩漿之諸成分間，同樣關係亦可成立。即岩漿中各成分之融解溫度，較其本身固有之熔融點低，尤以在地中深部，含有水及其他易揮發之物質，足以使其全體保持熔融狀至更低下之溫度。例如在石英斑岩等岩石中，最初生成之結晶體多為石英。又花崗岩中決不產磷矽石者，其理由既詳前章，即此礦物之生成溫度，在 β_2 磷矽石與 β 石英間之遷移點 $870^\circ C$ 以下也。

但此決非謂一切岩漿之溫度皆如是之低。尤以流出地表之岩漿，其中之水及揮發性成分逃去後，不受其影響，溫度較在地中時高，亦可凝結成固體。1922 年日本伊豆大島火山流出之熔岩，在 $1050^\circ C$ 內外，猶保持其赤熱熔融狀。夏威夷之幾勞埃亞火山，作有名之熔岩海時之溫度，亦約在 1200 至 $1300^\circ C$ 之間也。

第二節 岩漿之凝結

將溶解有食鹽之水充分冷卻之，則化爲冰與食鹽相集之固體。何況灼熱高溫之岩漿，冷卻後化爲固體，乃當然之現象也。此謂之岩漿之凝結。火成岩及火成礦物生成之進程，不外此種現象耳。岩漿凝結之方法，必因當時環境大受影響。在地中深部，極大壓力下之凝結，與在地表普通大氣壓下之凝結，當然有多少差異。又若冷卻過於急激，則凝結進程，亦不免起變化。今試先將人工的岩漿不受強壓之影響，在普通大氣壓下緩慢冷卻而固結之情形略述之。但此時岩漿凝結之進程，因其組成不同而有變化也。

若岩漿全由一種之礦物構成，且逐漸受熱，則達一定之溫度後，完全融解。若於此時冷卻之，其全部即在此溫度變爲由原礦物集合而成之岩石。但此種情形在天然界決不能發現。

若岩漿爲二種礦物構成者，則其凝結法，與前者異。除特別情形外，全部在同一溫度凝結者甚少。因溫度下降，起部分結晶之現象，即常逐漸凝結，非同時固化也。但其分離順序，因各情形而不同。今試取理想的純粹鎂橄欖石 (Mg_2SiO_4)，與透輝石 ($CaMgSiO_6$) 構成之岩漿而研究之。兩

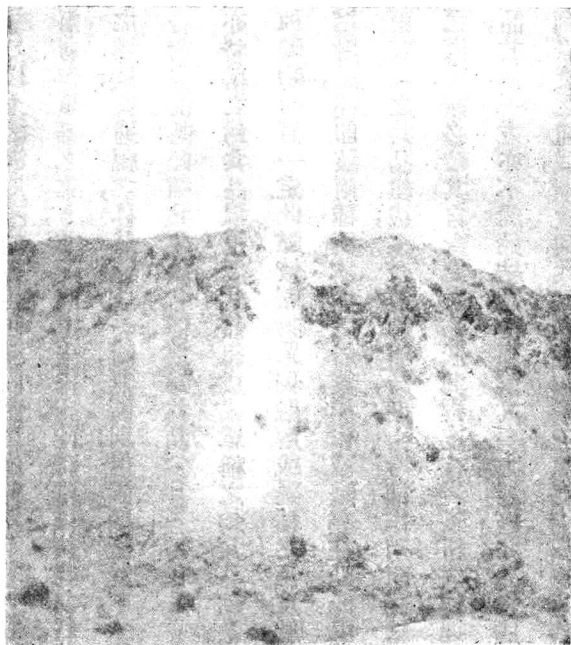
者之量比，若爲 12:88 時，在 1387°C. 以上之溫度，不能發生何種固體，須達此 1387°C. 之溫度後，此兩礦物始同時開始結晶。最後兩者作複雜之集合，其凝固遂告終止。此時兩種礦物之結晶，互相交錯，呈樹枝狀，或如希伯來文字之模樣；普通視之，外狀似成一體，無區別；但置顯微鏡下，二者之差別顯然；此決不能稱爲單一之化合物或混晶；此種共生體特稱之爲共晶 (eutectic crystal)。此共晶生成之溫度及兩礦物之量比，亦特稱之爲共晶溫度及共晶組成，或單稱之爲共晶點 (eutectic point)。此點在一定壓力下，應各種礦物而有一定。此點較礦物單獨融解或凝結之溫度低，即共晶點常低於該兩種礦物所固有之熔融點，亦即該兩種所構成之岩漿，能作液體存在最低溫度也。

反之，若其岩漿之組成，超過兩礦物之共晶組成，多含透輝石時，則由冷卻作用而先結晶者，唯鎂橄欖石矣。但此等開始分離時之溫度，亦必較其自身之融點低，其程度在岩漿組成切近共晶點時最顯著。且其一方縱令開始結晶，其他一方亦不開始結晶，即須俟其一方超過共晶組成之量，應溫度之低下而繼續結晶，使其餘剩岩漿之組成，漸次與共晶組成相接近。溫度下降達共晶溫度時，其岩漿之組成，亦完全與共晶組成一致，至此時，兩礦物始共同結晶，即餘剩岩漿全部化爲兩礦物

之共晶後，其凝結遂告終。

此種關係，除上記之兩種礦物外，在透輝石與鈣長石，透輝石與鈉長石等種種礦物間亦存在。此由二種礦物構成之岩漿之特徵，即為凝結順序，常受兩者對共晶點之關係之支配。

反之，由其他二種礦物而成之岩漿，例如由正長石 ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) 與白榴石 ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$) 二種礦物

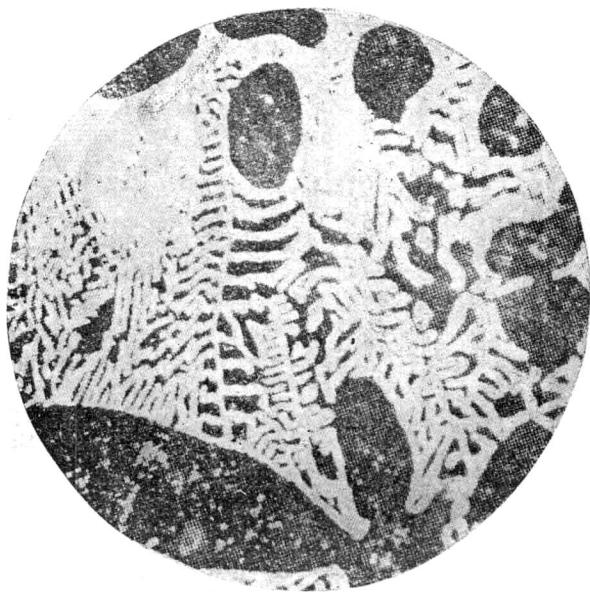


第六十一圖 熔岩之凝結
岩漿冷卻後其固化狀態。

構成之岩漿，其間不見有共晶點之存在，白榴石常先結晶，溫度愈低下，二者愈分離。但此岩漿原爲

$$xK_2OAl_2O_36SiO_2 + yK_2OAl_2O_3$$

$4SiO_2$ 之組成，白榴石分離達一定程度（即 y 分子分離）後，其餘剩岩漿之組成，全與正長石一致。但即達此種狀態後，仍不見正長石之結晶，白榴石仍由含有較多量之 SiO_2 之正長石成分，繼續分離而結晶，其餘剩岩漿中含有過剩之 SiO_2 （因產白榴石一分子僅需二分子之 SiO_2 ）即白榴石全體分離者爲 $x+y$ 分子，其餘之組成變爲 $(x-2y)K_2O$

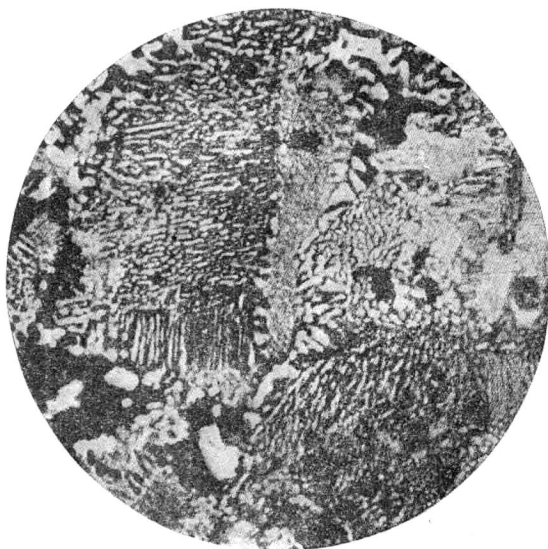


第六十二圖 金屬鎂與錫之共晶

圖乃由人工造成之兩金屬之共晶，凡合金多此種構造。

$Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + 2zSiO_2$ 矣。至 $1170^\circ C$ ，始由此組成產出正長石之結晶。同時由最初繼續發生至現在之白榴石，遂完全停止結晶。其既生成者，反有一部分或與餘剩之 SiO_2 相結合作正長石，或作其他礦物生成時之材料而耗費。餘剩之 SiO_2 既為 $2z$ 分子，則與之相結合作正長石之白榴石，亦需 z 分子。由是岩漿遂變為 $(y+z-s) \parallel z$ 分子之白榴石，與餘剩之 z 分子之正長石，遂完全凝固。

由此複雜變化，先生成之礦物，其周圍常受他種礦物之包圍，此現象謂之包晶反應 (poikilitic reaction) 發生此現象之溫度，及



第六十三圖 微文象構造

圖示文象花崗岩中石英與長石之共生，與第六十二圖相類，令人疑其為同一種生因。

當時之岩石組成等，在一定壓力下，因各礦物而有一定，是謂之包晶點 (poikilitic point)。

在鎂橄欖石 ($2\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$) 與斜頑火石 ($\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$) 間亦有此現象。由此方法生成之橄欖石，其周圍有變為輝石之集合，在岩石中為常見之現象。

若兩種礦物，能以種種量比作混晶，則其凝結之模樣，變化更多。例如由鈣長石與鈉長石而成之岩漿，冷卻之後，先產出之礦物非鈣長石，亦非鈉長石，乃為兩者之混晶；其組成必較岩漿本身富有鈣長石。故因其分離，其餘剩岩漿遂缺乏鈣長石。

因溫度下降，結晶益多，由是餘剩之岩漿中，鈣長石益見缺乏，新生成之結晶中，鈣長石亦漸減。尚有更顯著之現象，即生成之結晶組成，亦因受周圍岩漿作用，而生變化，終變化至與新生成之混晶相同。由此方法直至結晶之組成，與最初之岩漿同樣時，餘剩岩漿遂完全凝結。其全部即作此種混晶之集合，是為其原則。

此時開始結晶之溫度，及凝結完成之溫度，皆視岩漿組成之變化而為變化。此二種溫度在富有鈣長石時，均高於富有鈉長石時。但同樣以任意之量比作混晶時，例如由透輝石與斜頑火石而

成之岩漿，兩者之量比在一定值時，此二種溫度最低。若一方增量，則溫度亦從之增高。

以上三種情形，第一，由透輝石與鈣長石而成之岩漿，於其中之一種礦物結晶產出時，開始凝結；至兩者之共晶生成後，遂告終結。第二，由白榴石與正長石而成之岩漿，不問其組成屬於何者，常以其中之一種礦物生成而開始凝結；至他一方之礦物對之作包晶現象時，凝結遂告完成。第一種情形，兩礦物之結晶順序，因其對共晶組成之分量多少而有變化。第二種情形則結晶順序常一定不變。但第一第二種情形，其凝結完畢之溫度，皆應礦物而有一定；此為兩者之共通點。

至第三種情形，即以任意量比，可以造混晶之二種礦物所成之岩漿，其凝結開始及完成之溫度，均應岩漿之組成而有變化。若為理想的凝結，則其進行始終一貫。唯生一種混晶而已。

又在第一種情形下所生之礦物，其組成決不變化，亦不消滅，因凝結之進行，礦物種類亦隨之增加。至在第二及第三種情形下生成之礦物，在一定溫度遇着包晶現象時，則消失其一部分，其組成亦刻刻變化。

此外因情形不同，尚有種種之凝結順序。例如多量之正長石中，含有少量石英之岩漿，冷卻後，