

京都府峰山町大路ペグマタイトに産する希土類含有鉱物の鉱物学的研究

Mineralogical study of REE-bearing minerals in Ohro granitic pegmatite of Mineyama, Kyoto, Japan.

杉本 あかね [1], 木股 三善 [2]

Akane Sugimoto [1], Mitsuyoshi Kimata [2]

[1] 筑波大・自然・地球科学専攻, [2] 筑波大・地球科学系

[1] Division of Earth Science, Natural Sciences, the Univ. of Tsukuba, [2] Inst. Geosci., Univ. Tsukuba

京都府峰山町大路ペグマタイトには、シリカ成分に乏しい珪酸塩や非珪酸塩の多くが、多種類の希土類元素を含む鉱物として産出する。

本研究では、これらをXRD・EPMA・XPS・MPMS等により分析し、ScとNbを含むシュードルチル、燐酸及びHREEに富むジルコン、二相分離したトルトベイト石の鉱物学的特徴を明らかにした。トルトベイト石は、二相が化学結合性の違いに依存し、且つ珪酸塩鉱物としては著しい磁化率を示す。大路では、他にも弗化鉱物や燐酸塩鉱物等が報告されており、今回、普遍的な白雲母からも弗素が検出されたことから、弗素と燐酸が希土類元素の濃集を導いたと考えられる。

【はじめに】希土類元素(Rare Earth Element: REE)は、各元素の単離・定量が極めて困難であるが(足立, 1980)、最近、EPMAによる定量分析法が確立され(Reed and Buckley, 1998; 西田・木股, 1998)、組織に対応した分析が可能となった。REEはインコンパティブル元素として挙動し(Henderson, 1988)、REE鉱物は一連のマグマティズムの最終段階で晶出すると推定され、その濃集は、塩素・弗素・燐酸塩・炭酸塩などによって導かれると指摘されている(Ragnarsdotter et al., 1998)。稀産なトルトベイト石(Foord et al., 1993)は、日本では大路と河辺の花崗岩ペグマタイトにのみ産出する(桜井ら, 1960; 山田ら, 1990)。本研究では、大路産REE含有鉱物の特徴を明らかにするとともに、REEの濃集を導いた原因とマグマ作用に由来する珪酸塩メルトの最終段階における鉱物の生成機構について考察する。

【分析手法】鉱物同定はXRDを、化学分析にはEPMAを用い、加速電圧は定性・定量分析とも、REE含有試料には25 kV(西田・木股, 1998)、その他には20 kVに設定した。

【研究結果】(1)シュードルチル：共存する石英の裂罅を充填するような組織を示唆し、ルチル等との混合相として、今回日本で初めてシュードルチルの存在が明らかとなった。一部非晶質化しており、加熱処理(1000・20時間)によって結晶構造の一部は復元された。本来は鉄とチタンの含水酸化鉱物だが(Grey and Reid, 1975)、希土元素のSc・Nbを含有し、その分布には偏在性が確認された。(2)ジルコン：放射線損傷によって赤色に変色した曹長石自形面の上に、半自形のジルコンが産出しており、長石の晶出後に成長したと考えられる。大路産と河辺産(トルトベイト石と共生)のいずれも、放射性元素とREEを合わせて約13%含み、燐酸成分に富んでおり、ZrとHfは、PとY族REEとの複合置換が認められる。(3)トルトベイト石：原記載のノルウェー産、大路産A(長石中)、大路産B(石英と共生)、河辺産(ジルコンやゼノタイムと共生)の試料は、反射電子像では、河辺産試料以外の三つの試料に明部(L相)・暗部(D相)の二相の分離が観察され、組織から二相は離溶と考えられる。ゾーニングに対応した組成分析は、全体的にはScとY族REEを含み、L相ではSc以外の金属元素が多く、D相では少なかった。また、大路産試料には特徴的にSnが含まれる。

【考察】(1)トルトベイト石の二相分離：分離は、分配された元素の化学結合性とイオン半径で説明され、一つの鉱物中で、D相はL相より高いグループ電気陰性度(相加平均)を示し、更にゾーニングのない河辺の試料は、より高い電気陰性度と小さいイオン半径によって特徴付けられる。故に、L相はよりイオン結合性、D相は共有結合性が強い結晶であると解釈できる。トルトベイト石の結晶構造は、c軸に垂直なScO₆八面体層と、a軸に平行なSi₂O₇パイロアニオンで構築され、金属陽イオンの占有席は八面体席に限定される(Kimata et al., 1998)。しかし、M席に固溶するイオンは多岐に亘ることから、構造的な許容性が内在すると推定される。(2)REE含有鉱物の生成とその環境：大路のREE含有鉱物は、組織や産状等からマグマティズム末期に生成したと推定でき、かつ共存する弗素含有鉱物や燐酸含有鉱物から、次の様な晶出モデルが創案された。Bowen(1928)の反応系列に従って、次第に珪酸成分に富む鉱物が晶出する過程で、弗素を含む珪酸塩メルトの場合は弗化珪素の気化が生じる。珪素の減少に伴い、珪酸成分に乏しい鉱物を生成する環境が再生され、ここで弗素と燐酸塩によって濃集されたREEが結合して希土類珪酸塩、更に非珪酸塩および弗化鉱物として晶出すると推定される。

【結論】島弧日本に産出する大路ペグマタイトはREE含有鉱物として、シュードルチル、HREEと燐酸成分に富んだジルコン、トルトベイト石が特徴的である。トルトベイト石のゾーニングは、化学組成の多様性と、結晶構造の許容性を示す。大路ペグマタイトでは、REEの運搬物質として弗素と燐酸塩が作用したと推定される。反応系列の後には、「弗素に富む珪酸塩マグマは、珪酸成分に乏しい鉱物の結晶化で終焉する」という新しい「鉱

物の生成原理」が示唆される。

酸性火成岩の生成過程の最終段階における、珪酸成分に乏しい鉱物の結晶化に関する加藤先生との議論は、本研究にとって大変有意義でした。感謝致します。