

福島県石川山花崗岩ペグマタイト産鉄コルンブ石とイキシオライトの共生組織

Paragenesis of ferrocolumbite and ixiolite from Ishikawa-yama granitic pegmatites, Fukushima, Japan

龍 徹[1]; 木股 三善[2]; 興野 純[3]; 西田 憲正[4]

Toru Ryu[1]; Mitsuyoshi Kimata[2]; Atsushi Kyono[3]; Norimasa Nishida[4]

[1] 筑波大・理工; [2] 筑波大・地球; [3] 筑波大院・生命環境・地球進化; [4] 筑波大・研究基盤総合セ

[1] Science and Engineering, Univ. of Tsukuba; [2] Institute of Geoscience, University of Tsukuba; [3] Earth Evolution Sciences, Univ. of Tsukuba; [4] RFCST, Univ. of Tsukuba

【はじめに】コルンブ石とイキシオライトは Nb、Ta 酸化鉱物であり、一般に花崗岩ペグマタイトの副成分鉱物として産出する (e.g. Cerny and Nemeč, 1995)。コルンブ石の化学式は AB_2O_6 、 $A = Fe^{2+}$ 、 Mn^{2+} 、 $B = Nb^{5+}$ 、 Ta^{5+} であり、4 つの端成分、鉄コルンブ石、鉄タンタル石、マンガノコルンブ石、マンガノタンタル石が存在する (e.g. Cerny and Ercit, 1985)。コルンブ石の結晶構造は空間群 $Pbcn$ 、 $a = 14.23$ 、 $b = 5.72$ 、 $c = 5.10$ 、 $Z = 4$ である (e.g. Wenger et al., 1991)。陽イオンを中心とする酸素の八面体が稜共有により c 軸に平行なジグザグな鎖構造を構成し、鎖構造は頂点共有により a 軸に平行に $ABBABB$ と積層する (e.g. Tarantino et al., 2003)。イキシオライトは、化学式が $(Nb^{5+}$ 、 Ta^{5+} 、 Fe^{2+} 、 $Mn^{2+})O_2$ であり、端成分は決定されていない (e.g. Wenger et al., 1991) が、コルンブ石より Ti、Sn、Sc、W などに富むことが知られている (e.g. Wise et al., 1998)。イキシオライトの結晶構造は、空間群 $Pbcn$ 、 $a = 4.74$ 、 $b = 5.73$ 、 $c = 5.16$ 、 $Z = 4$ であり、コルンブ石の陽イオンが A、B 席に無秩序に占有した結晶構造と解釈される (Nickel et al., 1963)。

コルンブ石の単位格子はイキシオライトの単位格子の超格子にあたり、コルンブ石とイキシオライトでは単位格子の取り方が異なり、コルンブ石の単位格子はイキシオライトの単位格子の a 軸が約 3 倍伸びたものである。コルンブ石とイキシオライトの判別にはコルンブ石における (200) や (110) の超格子反射の強度が弱く、単結晶の回折が必要である (Wenger et al., 1991)。また、コルンブ石は反射電子像において複雑な鉱物組織が観察される (Lahti, 1987) が、コルンブ石とイキシオライトの判別には、粉末 X 線回折図形や化学組成が用いられている (e.g. Cerny and Nemeč, 1995; Cerny and Chapman, 2001)。

本研究では、福島県石川山花崗岩ペグマタイト産の Nb-Ta 鉱物について、反射電子像を参照してその単結晶を抉りだして結晶構造解析を行い、鉱物組織中の鉄コルンブ石とイキシオライトを同定した。また鉱物組織と、鉄コルンブ石とイキシオライトの両者の化学組成と結晶構造から、鉄コルンブ石とイキシオライトの共生について考察した。

【結果と考察】反射電子像を撮影した結果、Nb-Ta 鉱物には明相と暗相に分かれたパッチ状構造が観察された。試料を厚さ 20 マイクロメートル以下の薄片にして、偏光顕微鏡で観察したところ、明相と暗相の同時消光が観察された。EPMA による定性・定量分析の結果、パッチ状構造の暗相の化学組成は $(Fe_{0.809} Mn_{0.214})(Nb_{1.133} Ta_{0.740} Ti_{0.148})O_6$ であり、明相の化学組成は $(Fe_{0.604} Mn_{0.446})(Nb_{1.053} Ta_{0.839} Ti_{0.109})O_6$ である。従って、暗相の方が明相より Fe と Nb に富む。

単結晶構造解析の結果、暗相は鉄コルンブ石であり、格子定数は $a = 14.2283$ (11)、 $b = 5.7260$ (6)、 $c = 5.0733$ (5)、 $V = 413.33$ (7) \AA^3 である。一方、明相はイキシオライトであり、格子定数は $a = 4.7378$ (7)、 $b = 5.7321$ (11)、 $c = 5.1234$ (6)、 $V = 139.14$ (4) \AA^3 である。結晶構造は異方性温度因子を用いて精密化され、鉄コルンブ石は $R = 0.0400$ に、イキシオライトは $R = 0.0376$ に収束した。明相と暗相の同時消光は鉄コルンブ石とイキシオライトの結晶方位が等しいことを示すため、従って、化学組成の異なる鉄コルンブ石とイキシオライトが結晶方位を保つように連晶し、パッチ状構造が形成されると考えられる。