

## 日本島弧産斜長石巨晶に包有される Fe-Cu-Ni-S 鉱物の意義 Significance of Fe-Cu-Ni-sulfide inclusions in plagioclase megacrysts from Japan

越後 拓也<sup>1\*</sup>, 西間木 志野<sup>2</sup>, 木股 三善<sup>2</sup>, 清水 雅浩<sup>2</sup>, 斎藤 静夫<sup>2</sup>, 西田 憲正<sup>2</sup>, 星野 美保子<sup>3</sup>

Takuya Echigo<sup>1\*</sup>, Shino Nishimagi<sup>2</sup>, Mitsuyoshi Kimata<sup>2</sup>, Masahiro Shimizu<sup>2</sup>, Shizuo Saito<sup>2</sup>, Norimasa Nishida<sup>2</sup>, Mihoko Hoshino<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 滋賀大学, <sup>2</sup> 筑波大学, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup> Shiga Univ., <sup>2</sup> Univ. of Tsukuba, <sup>3</sup> AIST

灰長石巨晶は、An 成分 ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  端成分) が 90% 以上で 1cm 以上の粗粒な斜長石斑晶を指し、日本列島の玄武岩～安山岩に多数産出する特徴的な鉱物である (Kimata et al. 1995)。東日本では、東北日本弧火山フロントや、糸魚川～静岡構造線の東縁から伊豆七島の新第三紀～第四紀火山岩に産出し (Ishikawa 1951)、西日本では、五島列島福江島や阿蘇山から南西諸島に産する火山岩に含まれる (Matsui 2007)。日本列島に産する灰長石巨晶には、カンラン石が包有物として含まれていることが多いが、その Mg/(Mg+Fe) 比や Sr 同位体比から、斑晶のカンラン石と同起源であると考えられている (Arakawa et al. 1992)。カンラン石以外の特徴的な包有物として、伊豆諸島三宅島産灰長石巨晶には、自然銅 (Cu) (Murakami et al. 1991)、それに加え八丈島産にはさらに自然亜鉛 (Zn) および自然真鍮 (Zn-Cu 合金) までが包有されており (Nishida et al. 1993)、しかも炭化水素が灰長石巨晶内部から検出されたことから、灰長石巨晶の生成に対するスラブ物質の寄与が示唆された (Kimata et al. 1993)。このように、日本列島産灰長石巨晶には多様な包有物が発見されているため、これらを詳細に検討することで、灰長石巨晶の成因に関する新たな知見が期待される。

今回、南蔵王不忘山および佐渡島小木半島に産する玄武岩質溶岩に含まれる灰長石巨晶から硫化物包有物を発見したので、その分析結果を報告する。いずれも新第三紀に噴出した溶岩であり、前者は火山フロント、後者は背弧に位置する。灰長石およびその包有物の化学分析は、波長分散型電子線プローブマイクロアナライザー (EMPA-WDS: JEOL JXA-8621) もしくは、エネルギー分散型走査電子顕微鏡 (SEM-EDS: JEOL JSM-6610LV) を用いて行った。

小木産・不忘山産灰長石巨晶のうち、硫化物を包有する結晶の化学組成は、An 成分が 87 - 93 % で、Or 成分 ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  端成分) は検出されなかった。両者の灰長石巨晶には Fe が普遍的に含有されており、その固溶量は  $\text{CaFeSi}_3\text{O}_8$  端成分にして 1.4 - 2.2 mol% であった。硫化物包有物の大きさは、30 - 50  $\mu\text{m}$  程度で、その形状は、丸みを帯びた四角形を示すものもあるが、ほとんどは円～楕円形の droplet 形状を示し、結晶面は発達していない。小木産灰長石巨晶中には結晶内部から外側まで多量の硫化物包有物が散在しているのに対し、不忘山産のものは、少数の硫化物包有物がホストの灰長石巨晶の周縁部に線状に分布している。小木産、不忘山産ともに、硫化物包有物の化学組成は変化に富み、包有物内部においても Fe に富む相と Cu に富む相の 2 相に分けられる例が多い。化学分析の結果、Fe に富む相は磁硫鉄鉱 [pyrrhotite:  $\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$  ( $x=0-0.17$ )], Cu に富む相はキューバ鉱 (cubanite:  $\text{CuFe}_2\text{S}_3$ ) と同定され、いずれの相も Cu および Ni を含有することが確認された。なお、両相に含まれる Ni 量を比較すると、小木産のものが 2.4 - 3.8 wt%、不忘山産のものが 0.4 - 1.0 wt% であり、前者の方が Ni に富むことが判明した。このような 2 相を示す droplet 形状の硫化物包有物は、高温環境で安定な硫化物相である monosulfide solid solution ( $\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}$ - $\text{Ni}_{(1-x)}\text{S}$ : Naldrett et al. 1967) もしくは intermediate solid solution ( $\text{CuFeS}_2$ : Fleet 2006) が珪酸塩メルトから離溶し (Mungall 2007, Nadeay et al. 2010)、灰長石の成長時に流体包有物として取り込まれた後、冷却に伴って磁硫鉄鉱とキューバ鉱に分離したものであると考えられる。本研究で示された灰長石巨晶中の droplet 形状硫化物包有物の存在は、日本列島の火山フロントおよび背弧で発生した島弧マグマ中に、Fe-Cu-Ni に富む硫化物メルトが存在したことを示唆している。

キーワード: 斜長石巨晶, 島弧マグマ, 硫化物, 包有物

Keywords: Plagioclase megacryst, Arc magma, Sulfide, Inclusion