

溶結凝灰岩における球晶の形成機構：揮発性成分が誘発する脱ガラス化作用

Formation mechanism of spherulite in welded tuff: devitrification induced by volatile components

*越後 拓也¹、齋藤 庸一郎²、木股 三善³、清水 雅浩³、西田 憲正⁴、滝沢 茂⁵

*Takuya Echigo¹, Yoichiro Saito², Mitsuyoshi Kimata³, Masahiro Shimizu³, Norimasa Nishida⁴, Shigeru Takizawa⁵

1.秋田大学国際資源学部、2.筑波大学大学院理工学研究科、3.筑波大学大学院生命環境科学研究科地球進化科学専攻、4.筑波大学研究基盤総合センター分析部門、5.防災科学技術研究所地震・火山防災研究ユニット

1.Faculty of International Resource Sciences, Akita University, 2.Master's Program in Science and Engineering, University of Tsukuba, 3.Doctoral Program in Earth Evolution Sciences, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 4.Chemical Analysis Division, Research Facility Center for Science and Technology, University of Tsukuba, 5.National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

放射状もしくは同心薄層状の組織を持ち、球状の外形を示す多結晶集合体を「球晶 (spherulite)」と呼び、樹枝状結晶集合体 (dendrite) と同様に非平衡環境で結晶化したことを示す特徴的な形態として、その形成機構に関する研究は理論・実験の両面から数多く行われている (e.g., Lofgren, 1970; Shtukenberg *et al.*, 2012)。日本国内に産する球晶鉱物としては、火山ガラス、黒曜岩、溶結凝灰岩中に産出する高温型アルカリ長石およびシリカ鉱物が知られているが、その形成機構を詳細に検討した研究例は少ない。そこで本研究では、新潟県阿賀町の流紋岩質溶結凝灰岩に産する球晶に着目し、その形成機構を解明することを目的として、鉱物種の同定と化学分析および組織解析を行った。

本研究では、緑色凝灰岩層が優位な津川層に挟在された溶結凝灰岩中の球晶および石基を分析試料とした。球晶の研磨薄片を作成し、偏光顕微鏡観察を行ったところ、中心部から放射状に成長した繊維状結晶の集合体であることが明らかになった。成長核となるような異物粒子は球晶の中心部には観察されなかったが、球晶内部にも石基部にも斜長石の自形結晶が斑晶として包有されていた。粉末X線回折と電子線マイクロプローブ分析の結果、球晶を構成する鉱物はクリストバライト・Na-richサニディン・Na-rich斜長石であることが判明した。球晶および石基に斑晶として包有される斜長石の化学組成が類似していることから、球晶と石基は共通するマグマから晶出した可能性が高い。SEM-EDS観察と顕微ラマン分光分析により、球晶の内部組織は外殻部・マントル部・中心部に大きく分けられ、外殻部と中心部は高温型長石類が卓越する緻密な組織を持ち、マントル部はクリストバライトが卓越する空隙率の高い組織を持つことが判明した。

球晶を構成する鉱物の組み合わせ・共生組織・主要元素組成・微量元素組成からその形成過程を以下のように推察した：(1) 高温かつ流動性の高い火砕流堆積物が冷却する過程において、揮発性成分が濃集した領域が発生し、非晶質の球晶前駆体が形成される。(2) 球晶前駆体とその他の領域の境界部で不均一核形成が促進され、Na-rich斜長石の微結晶が晶出した結果、最初に球晶の外殻部が形成する。(3) 球晶前駆体の中心部にNa-rich斜長石とクリストバライトの繊維状微結晶が析出し、Caに富む成長核を形成する。その後、中心部から外殻部に向かって、高温型長石類とクリストバライトからなる放射状連晶が形成される。(4) 残余ガラスからNa-richサニディン成分が結晶化すると同時に、体積収縮によってマントル部に空隙および亀裂が発生する。このとき発生した空隙や亀裂を通じて球晶内部の揮発性成分が離脱すると同時に、平板状の自形クリストバライトが空隙の内壁に析出する。このように、火砕流堆積物の冷却過程における揮発性成分の移動や化学組成の変化に伴い、様々な様式での結晶成長が複合的に働いた結果、新潟県阿賀町の流紋岩質溶結凝灰岩に産する球晶が形成されたと結論付けた。

キーワード：球晶、溶結凝灰岩、揮発性成分

Keywords: spherulite, welded tuff, volatile component