

ドローンによる高精度3Dモデルを用いた柱状節理形態の統計的分析とその成因に関する研究

Statistical analysis of the columnar joints shape and study of its formation factor using high resolution 3D model by multicopter photos

*太田 昌仁¹、*榎本 晃大¹、*久保田 真帆¹、*西島 美奈子¹、*渡邊 充司¹

*Akihito Oota¹, *Kouta Enomoto¹, *Maho Kubota¹, *Minako Nishijima¹, *Atsushi Watanabe¹

1. 静岡県立韮山高等学校

1. Nirayama HighSchool

伊豆半島は火山活動により形成されたため、柱状節理が多く存在する。伊豆の国市に位置する、城山、白鳥山の柱状節理を観察したところ、六角形が主に存在している一方で、六角形以外も比較的多く存在していた。貴重な地質遺産でもある柱状節理を統計的に解析することで、その形状が安定して六角形にならない原因をはじめ、成因、形成状況を解明することを目的に本研究を行った。まず、自然界の柱状節理のデータを収集するために、下田市の爪木崎柱状節理に対して、緯度・経度・高度情報を持った空中写真を、ドローンを用いて413枚撮影した。空中写真から、3Dデータを作成し、次にその平面図であるオルソ画像を作成した。次に、複数人でGISを用いてオルソ画像の判読を行い、4957個の柱状節理の多角形データを手作業で作成した。多角形の角数の頻度分布を調べたところ、六角形が最も多かった。次いで、五角形、七角形の順に多かった。多角形の面積に着目すると、画数の多いものほど面積が大きい傾向が見られた。実際の爪木崎柱状節理と、そのデータから導いた重心を用いて作成したボロノイ図形(隣点の垂直二等分線をつなぎ合わせて作成する、点の最近隣領域を示す図形)を比較したところ、ほぼ一致したことから、ボロノイ図形の作成による柱状節理の再現が可能だと確かめられた。爪木崎柱状節理の解析から、自然界に存在する柱状節理の角数にはばらつきがあることが分かった。そこで、柱状節理の角数は冷却速度と関係があると考え、冷却速度以外の条件を揃えた柱状節理を作成する実験を行うことにした。

粉体と流体の混合物が乾燥し、収縮するとき、核が形成され、柱状節理が形成される。(遠藤徳考ほか,地形現象のモデリング)そこで、粉体に片栗粉、流体に水を使用し、その混合物をシャーレに入れ、乾燥機で乾燥させ、柱状節理を作成した。自然界の柱状節理における冷却速度は、片栗粉柱状節理における水の蒸発速度、つまり実験の温度と片栗粉の質量に関係すると考え、温度60°C,70°C,80°Cに対しそれぞれ片栗粉の質量50g,70g,90gと変え、九つの条件で実験を行った。作成した片栗粉柱状節理を真上から撮影し、中央の3cm四方を資料とし、複数人でその形状を手作業でデータ化した。また、温度60°C、片栗粉の質量90gの条件では柱状節理が二層構造になってしまった。この際、片栗粉柱状節理の断面形状は細かい凹凸が多く、角数特定の信憑性がなかったため、データから導いた重心を用いて作成したボロノイ図形の角数をその柱状節理の角数とした。各条件における度数分布を比較したところ、全ての条件下で六角形の度数割合が高く、度数分布もほぼ一致したことから、角数と冷却速度の関係性は無いと考えた。そこで、角数のばらつきは冷却の不均質さに関係すると考え、完全に均質に冷却された場合と不均質に冷却された場合の二種類を比較することにした。

完全に均質に冷却された場合、収縮中心は等間隔に配列し、全ての柱状節理が正六角形となる。一方、不均質な冷却をシミュレーションするため、点同士を20cm以上離れたランダムな点群を配置し、それを重心としたボロノイ図形を作成した。角数分布を比較したところ、ランダム点による柱状節理よりも爪木崎の方が六角形の度数の割合が多く、グラフの尖り度合いを数値化した尖度(数値が大きいほど尖っている)が爪木崎の方が大きいことから、爪木崎柱状節理の度数分布はランダム点による柱状節理の度数分布に比べ、六角形に集中していることがわかった。以上のことから、不均質な冷却が角数のばらつきの原因であると考え、柱状節理の角数と冷却の均質さには関係があると考えた。

本研究において、柱状節理の角数は冷却速度と関係はなく、柱状節理の角数と冷却の均質さに関係があると結論付けた。よって、均質に冷却されるほど六角形の柱状節理の度数割合が大きくなり、不均質に冷却される

ほど六角形以外の柱状節理の度数割合が大きくなると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局専任研究員、鈴木雄介様に多大なご協力を賜りましたことを深く御礼申し上げます。

キーワード：柱状節理

Keywords: columnar joints

