

柱状節理の entablature の形成要因について ~ アナログ実験からの示唆 ~ Factors controlling entablature formation in columnar joints: Suggestions from the analogue experiments

濱田 藍^{1*}, 寅丸 敦志²

HAMADA, Ai^{1*}, TORAMARU, Atsushi²

¹ 九大・理・地惑, ² 九大・理院・地惑

¹Earth and Planet. Sci., Kyushu Univ., ²Earth and Planet. Sci., Kyushu Univ.

溶岩流や溶結凝灰岩に発達する柱状節理には、1つのフローユニットにおいて主に2つの形態が観察される。1つは柱の幅が比較的大きく直線的でその配列が規則的な構造を持つ colonnade(コロネード)。もう1つは柱の幅が比較的小さく曲線的でその配列が不規則的な構造を持つ entablature(エンタブラチャー)である。一般的に柱状節理(colonnade)は、冷却中の岩体の体積収縮に伴い岩体内部に蓄積される応力が解放される際に、岩体の等温面に対して垂直にクラックが生じ、それが段階的に伸展していくことで形成される。しかし、entablatureについてはその複雑な構造への遷移が岩体の等温面に関係づけられるのか、冷却中の岩体に何が起ってそのような構造的な遷移が生じたのか、明らかになっていない。天然で観察される柱状節理とデンプンと水の混合物を乾燥させて得られる乾燥節理は類似しており、両者に共通して拡散現象(岩体における熱の拡散および混合物中の水の拡散)と体積の収縮が関わっている。これまでの実験では、colonnadeの形成過程の再現は行われたが、entablatureの形成過程の再現については行われていない。そこで本研究では、先行研究で行われた実験を参考にしながら、いくつかの条件を変えて実験を行い、entablatureの形成過程の再現を試みることを目的とする。混合物の乾燥速度は、混合物上方から照らすランプと混合物表面の距離を調節することで変化させる。実験1:混合物から水が上下両方に蒸発できるようにし、ランプと混合物表面の距離を10cmで一定とした条件で乾燥が進むとcolonnadeが混合物の上端と下端から発達することを確認した。実験2:実験1の条件の下で、colonnadeが途中まで伸展したときに、ランプと混合物表面の距離を10cmから1.5cmに変えて急に乾燥速度を大きくすると、乾燥速度増加前までに発達した構造と増加後に発達した構造の間には構造的な不連続面が観察され、さらに乾燥速度増加後に形成された柱状節理には、容器の周縁部に向かって曲がった構造があることが観察された。実験2の結果について、マイクロフォーカスX線CT解析装置(テスコ製、分解能は119μm、福岡県工業技術センター所有)による連続撮影を行った結果、次のことが分かった。1)乾燥速度増加後には割れ目の数が増加する。2)乾燥速度増加後、既存のコラムの幅が小さくなる。3)乾燥速度増加前のコラムどうしが接してつくる3重点もしくは4重点の部分に、新しいコラムが形成される。実験3:ランプと混合物表面の距離を最初から1.5cmで一定とし、途中まで乾燥の進んだサンプルのX線CT撮影を行ったところ、混合物に発達するクラックは、水の濃度の空間分布に対して垂直に発達していることが分かった。これらの観察事実より、乾燥速度増加後のコラムの数の増加は、蓄積された応力を解消するために新たなコラムを形成し、これに伴って乾燥速度増加前に形成されていたコラムの幅が小さくなったことによると考えられる。また乾燥速度増加後に発達した曲がった構造は、混合物中の水の濃度不均一が割れ目の伸展方向に関係してできたものだと考えられる。このことから天然の柱状節理のentablatureの成因は、岩体の温度分布の不均一である可能性が実験により実証できた。結果3)において新しいコラムの形成過程として、1)既存のコラム内に新しく割れ目が形成されて複数のコラムに分かれる場合、2)3重点もしくは4重点に新しいコラムの核が形成される場合の2つが考えられたが、従来のCT装置の分解能では判別が難しく、どちらか分からなかった。そこで結果3)をより詳細に観察するために、超高分解能産業用3次元X線顕微鏡VersaXRM-500(米国Xradia社製 国内販売総代理店:キヤノンマーケティングジャパン株式会社)を用い、3.76μmの分解能での撮影を行った(キヤノンマーケティングジャパン所有)。その結果、クラックがつくる3重点もしくは4重点付近ではコラムの核形成が起っていることを確認できた。

キーワード: 柱状節理, アナログ実験, 割れ目, 形成過程, マイクロフォーカスX線CT解析装置, 3次元X線顕微鏡

Keywords: columnar joint, analogue experiment, crack, formation process, Micro-focus X-ray CT, 3D X-ray Microscope