

カッパドキア岩窟遺跡の環境調査とその凝灰岩の凍結特性

512115 奥村茉莉香 (土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 世界遺産カッパドキアの岩窟遺跡は長い歳月の経過に伴い、風化の危機にさらされている。風化の原因には降水や凍結が考えられるが、現地の気象水文環境はこれまで詳しく調査されておらず、そのため適切な風化対策も行われていない。そこで本研究では、現場観測に基づき降水や凍結が岩壁の風化に及ぼす影響を検討すること、現場の凍結環境を再現した実験により遺跡を構成する凝灰岩の凍結特性を明らかにすることを目的とする。

環境調査 2014年9月、岩窟遺跡のウズムル教会に気象観測タワー（降水量・風向風速・温湿度・放射）と、土壌観測サイト（5, 10, 30 cm 深の地温・水分量・土中水圧力）を設置した。図1に現地の気温、降水量、土中水圧力勾配を示す。年降水量は416.7 mm で20 mm/h以上の強雨が4回あった。平均気温は最暖月で20.7℃、最寒月で-1.2℃、平均日較差は10.2℃で温暖冬季少雨気候に区分された。2014年に遺跡が凍結する機会は12回あった。夏期は土中水圧力勾配が負であり蒸発により上方への水分移動が卓越した。気温が氷点下になると圧力勾配が大きく変動した。地表の凍結により水が吸い上げられたと考えられる。

凍上試験 遺跡周辺の未風化の凝灰岩、風化砂質ローム、藤森シルトを用いて凍結・融解実験を行った。試料を内径10 cmの亚克力円筒に均一の乾燥密度 $\rho_b = 0.99 \sim 1.58 \text{ g/cm}^3$ で5 cm 詰めた。試料を下端から飽和後、5℃にならし、側面を断熱した。試料の下端からの給排水を可能とし、上下端の温度を制御することで試料を上端から凍結・融解した。試料1 cm 深毎に熱電対を設置し、各深さの温度をモニターした。試料に温度勾配を与えると、凍結が上端より下方へ進行した。この際、未凍土から凍結面に水分が移動し、ほぼ純粋な氷として析出した。ここで析出氷の成長に伴う、試料の体積膨張（凍上量）を測定した。図2に藤森シルトと風化砂質ロームの凍結融解1回目と3回目の凍上量を示す。凍上速度は初期に速く、約30時間以降遅くなった。藤森シルトの80時間での凍上量は約1 cmで、温度勾配が大きいほど大きくなった。また初回の凍結時より、凍結・融解を繰り返すと、凍上量は増加した。風化砂質ロームは、 ρ_b が0.99 g/cm³では凍上しなかったが、1.27 g/cm³にすると凍上した。しかし、藤森シルトに比べ凍上量は小さく、また凍結融解を繰り返すにつれ凍上量が減少した。未風化の凝灰岩は凍結融解を4回繰り返しても凍上しなかった。

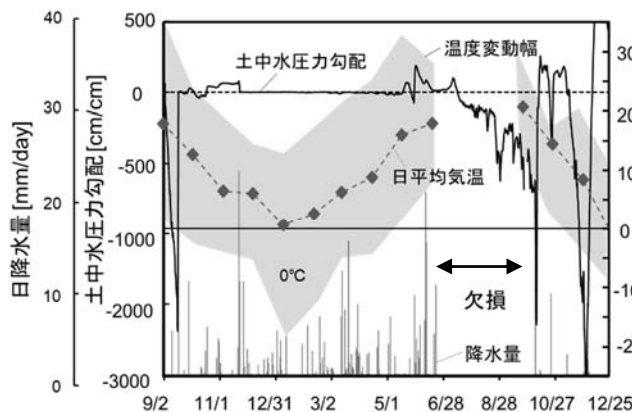


図1 カッパドキアの気象・水文環境

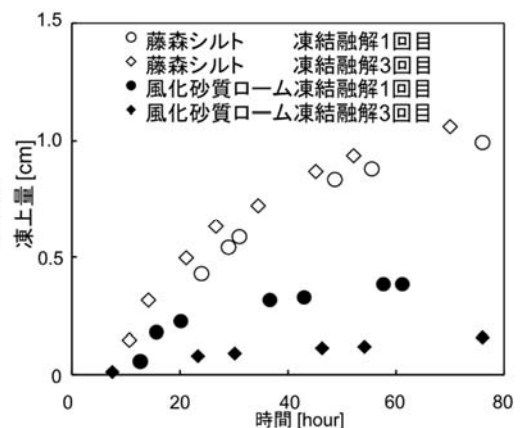


図2 凍上量