

史跡ガランドヤ古墳における水の挙動に関する調査研究 3

1 はじめに

日田市に位置する、史跡ガランドヤ1号墳における保存上の問題点の1つに、顔料が塗布された奥壁を中心とする石材表層の剥離が挙げられる。これらの劣化要因は、乾湿風化と塩類析出、すなわち石材表層で結露によって生じた液相水の移動と蒸発が繰り返され、それにともなう塩類の析出が生じていると考えられる。したがって、石材の劣化を抑制し、装飾を保存するためには、石室内の結露を抑制することが肝要と考える。結露の起源となる水分は、1) 土壌から石室内室空気（以下、室空気と略記）へ移動する水蒸気、2) 石室内へ流入する外気中の湿気、が主たるものと考えられる。そこで本研究では、墳丘を復元して石室周辺の土壌含水率を低下させることで、上記の水分移動が緩和されて、結露発生を回避しうるのが検討するために、墳丘を想定した仮設覆屋を2010年7月に建設して、同年11月から環境調査をおこなった。ここでは特に結露発生の有無について報告する。

2 調査方法

調査項目は下記の通りである。

1) 気象観測、2) 石室：室空気温湿度（床面から高さ2.5mおよび0.5mの2点、Vaisala社製HMP155を使用）、床面土壌間隙水のマトリックポテンシャル（DECAGON社製MPS-1を使用）、玄室天井石の表面温度（覆屋内大気側と室空気側）、3) 石室周辺土壌：含水率および温度（覆屋内外の2地点、GL-0.1m、-0.3m、-0.5m、-0.7m、-1.0m、-2.0mの6深度）、奥壁背後の盛土のマトリックポテンシャル（GL-0.25m、-0.5m、-0.8m、-1.0m、-1.2m、-1.5mの5深度、2011年10月から実施）。なお、覆屋壁はトタン板製のため断熱性に乏しい。石室せん道の開口部はシートで覆われているが、覆屋壁上部の換気扇によって、覆屋内は強制換気がおこなわれている。

3 調査結果および考察

2011年1月、4月、6～7月、および10～11月（一部データ欠損）の各1ヶ月間の、外気と室空気の気温と絶対湿

度を図62(a)～(d)に、室空気の露点温度と天井石室内側表面温度を図63(a)～(d)に示す。図62(a)から、1月は室空気と比較して外気の気温、絶対湿度が低く、室空気高さ0.5mでは外気に近い値を示した。室空気との密度差から、冷たい外気が石室下方へ流入したことを示唆する結果と考えられる。また、室空気の絶対湿度が外気の値よりも高いことから、床面土壌から室空気へ水蒸気が供給された可能性が示唆された。室空気の絶対湿度は低い値を示したが、図63(a)から、結露が発生しやすい環境であることがあきらかとなった。天井石の外側表面は露出しているため、室内側表面も低温状態にあったためと考えられる。

図62(b)から、4月は外気温が上昇し、外気の絶対湿度は1月では概ね一定値であったのに対して、一時的な増加と減少を示した。外気の絶対湿度が著しく増加する日では、最低気温が高い値を示した。室空気高さ2.5mでは、外気絶対湿度の増加に応じて、絶対湿度の増加が認められた。したがって、外気温の上昇によって、外気は石室内上方へと流入したと考えられる。絶対湿度は石室内上方において概ね高い値を示したが、図63(b)から気温の上昇とともに、天井石表面温度も上昇しており、天井石における結露発生の可能性が1月と比較して、大きく低下したことが示唆された。

図62(c)より、6月から7月にかけては外気の温度と絶対湿度の大幅な増加が認められた。室空気高さ2.5mの絶対湿度も上昇し、概ね外気のものと同様の変化を示した。しかし、高さ0.5mの絶対湿度は4月と同等の値を維持しており、室空気の上下で絶対湿度に大きな差が生じたことがあきらかとなった。外気の温度が上昇したことで、外気との換気は石室上方でのみおこなわれ、密度差によって室空気の鉛直混合が抑制されたためと考えられる。したがって、上方の室空気は外気由来の湿気を多量に含むため露点温度が上昇し、図63(c)に示したように、結露発生の可能性が増加することが示唆された。

図62(d)より、10月から11月にかけては外気温と上下の室空気の間の温度差、およびそれらの間の絶対湿度の差異が緩和されたことが認められた。外気温の低下によって、外気の流入の偏りが解消され、室空気の鉛直混合が促進されたためと考えられる。図63(d)に示したように、絶対湿度の減少によって露点温度が低下した一

方で、石材表面温度は高い値を維持したため、結露発生の可能性が再び減少したことを示唆する結果を得た。

いずれの時期においても、絶対湿度の日較差は、室空気高さ0.5mにおいて概ね小さな値を示した。この結果は、室空気の換気が抑制された状態であることに加え、室空気と床面土壌間の湿気の移動を示唆するものと考えられる。すなわち、定量的な議論には至っていないもの

の、冬季の床面土壌は放湿を、夏期では吸湿をおこなっている可能性が示唆された。

以上の調査の結果から、冬季は石材表面温度の低下による結露、夏期は外気由来の高湿度の空気が鉛直混合されずに室上部に存在するために、石室上部において結露を引き起こす可能性が高いことが示唆された。また、冬季の結露には石室床面土壌による放湿作用が影響をおよぼしている可能性が示唆された。したがって、室空気と石室床面土壌間における、温度勾配および水分化学ポテンシャル勾配を駆動力とする水蒸気移動について、今後検討する予定である。

(協谷草一郎・高妻洋成)

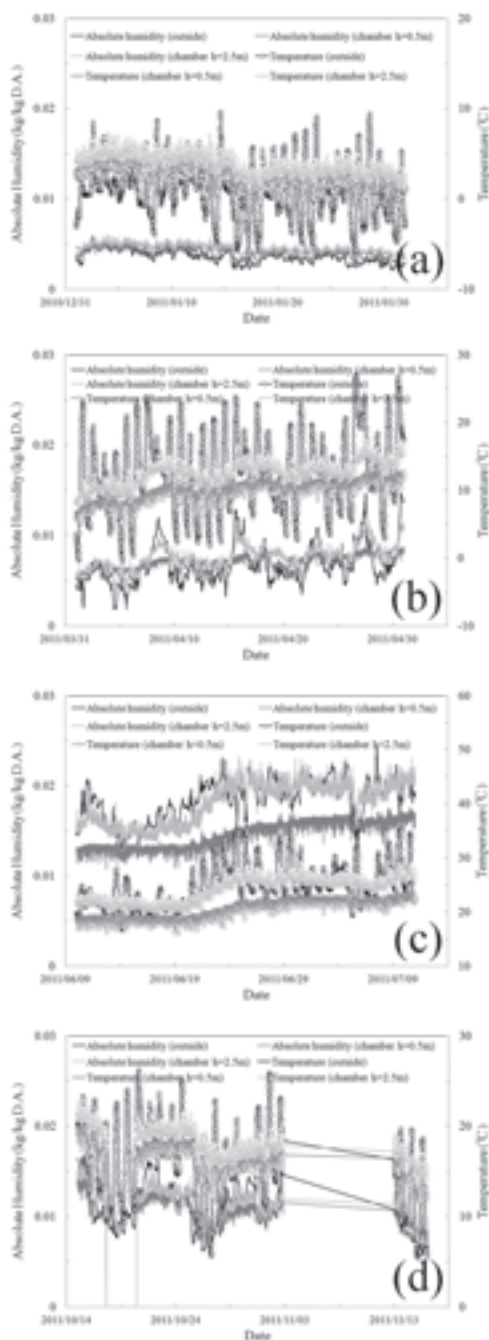


図62 (a) ~ (d) 温度と絶対湿度

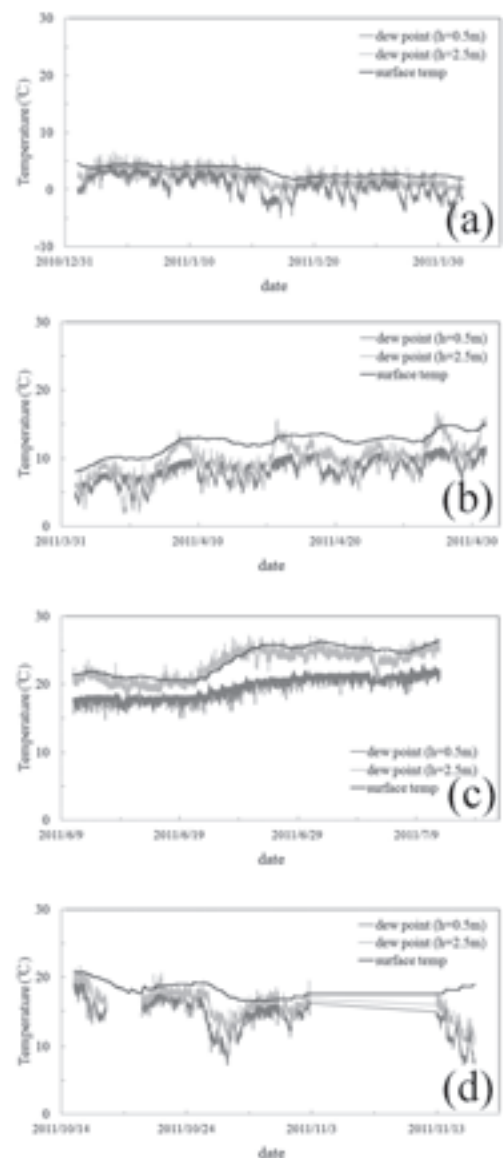


図63 (a) ~ (d) 露点温度と天井石表面温度