

大気球落下による長時間微小重力環境下の多孔質体中の水分移動

○登尾浩助 (明大), 佐藤直人 (明大・院), 野川健人 (明大・学), 溝口勝 (東大・院)

Water movement in porous media under long-time-microgravity made by freefall from a big balloon

○Kosuke NOBORIO, Naoto SATO, Kento NOGAWA (Meiji Univ.), and Masaru MIZOGUCHI (Univ. of Tokyo)

1. はじめに

近年、月や火星に水氷の存在が発見され、将来の有人基地建設の際の利用が期待されている。しかし、地球 (1G) 外における多孔質体中での液状水の動態は未だに研究報告例が少なく、未知の部分が多い。毛管内における液体の移動は、以下の Lucas-Washburn 式で表される。

$$L(t) = \sqrt{\frac{r\sigma\cos\theta}{2\eta}} t \tag{1}$$

ここで、L (m)は液体の移動距離、r (m)は毛管半径、σ (N/m)は液体の表面張力、θ (degree)は液体の接触角、η (Pa・s) は液体の粘性係数、t (s)は経過時間である。液状水の接触角の重力依存性は報告されているが(Naganuma ら, 2017)、表面張力と粘性の重力依存性は不明のままである。Yendler ら(1996)は宇宙ステーションミール内で実施した多孔質体 (直径 5mm ガラスビーズ) 中における水分浸潤速度が、1G 条件下で重力の影響が無いと考えられる水平浸潤速度よりも低下したことを報告している (図 1a)。Sato ら(2018)が報告した航空機を使った約 26 秒間の微小重力条件下における多孔質体 (直径 0.4mm ガラスビーズ) 中の浸潤速度も、Yendler らと同様に 1G 条件下の水平浸潤速度より低下したが、Yendler らが報告したほどの低下ではなかった (図 1b)。粒径が小さくなるほど重力の影響を受けにくくなるように見えるが、残念ながら長時間 (20 分間) にわたる多孔質体中への水分浸潤実験の報告は Yendler らがあるのみである。多孔質体中にお

ける液状水の移動のような非常にゆっくりした現象の把握には、現在の航空機利用による微小重力 (約 26 秒) や落下塔利用による微小重力 (約 2.6 秒) を使った実験に限界があることが明らかである。ISS を使った実験が望ましいが、実現には様々な困難が予想される。高高度を飛行する大気球の落下時を利用すれば、航空機を使うよりも長時間の微小重力時間が得られるのではないかと考えた。

2. 実験方法と材料

澤井ら(2008)は、気球を利用した無重力実験用機体の開発を報告している。約 40km 上空から自由落下を開始して 35 秒程度の高品質の無重力時間を作り出したことを考えると現在の航空機利用による微小重力よりも約 10 秒長い無重力時間が得られると考えられる。これまで航空機実験で使用した実験装置と粒径の異なる多孔質体 (ガラスビーズ、砂、壤土) を使って、微小重力条件下における水分浸潤実験を実施する。データはデータロガーに記録し、機体回収後に回収する。

3. 期待される成果

図 1 のようなデータが得られると期待され、微小重力下における多孔質体中の液状水の挙動の理解が向上すると考えられる

4. 文献

Naganuma, N. et al. 2017. Effects of gravity and droplet diameters on contact angles. JASMAC-29, Narashino, Oct 25-27, 2017.

Sato, N. et al. 2018. Water imbibition rate in porous media under reduced gravities. JASMAC-30, Gifu, Oct 29-31, 2018.

澤井秀次郎ら. 2008. 気球を利用した無重力実験のための機体開発とフライト結果. 日本航空宇宙学会論文集. 56(654):339-346.

Yendler, B.S. et al. 1996. Capillary movement of liquid in granular beds in microgravity. Adv. Space Res. 18(4/5):233-237.

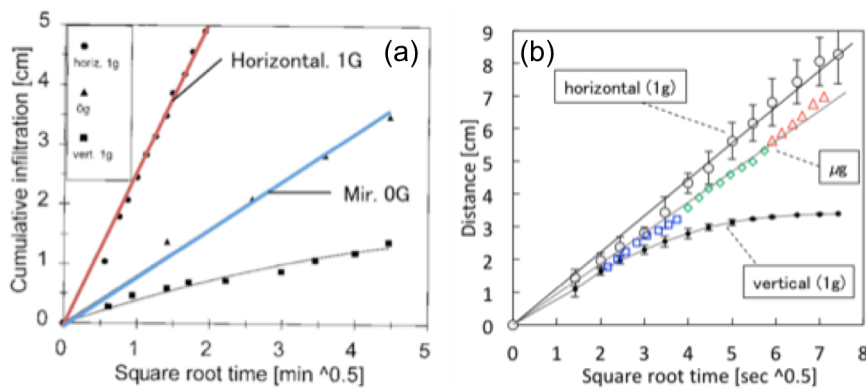


図 1. (a) 粒径 5mm ガラスビーズ中への水分浸潤速度の水平浸潤とミール内実験の比較(Yendler ら, 1996)と(b) 粒径 0.4mm ガラスビーズ中への水分浸潤速度の水平浸潤と航空機利用実験の比較(Sato ら, 2018)。