

砂層とチャンバー壁面のぬれ性が降雨浸潤時の空気圧変動に及ぼす影響 Effect of wettability of sand and chamber wall on air pressure change during rainfall infiltration into the sand

田澤 加奈子*・安中 武幸**

TAZAWA Kanako*, ANNAKA Takeyuki**

1. はじめに

浅い地下水面や岩盤等の存在によって土中空気の逃げ道が制約を受ける場合、降下浸潤に伴う空気圧縮・圧力上昇が生じ得る。この現象をチャンバー実験で検討する際、試料とチャンバー壁面の隙間が空気の通り道になるか否か(いわゆる、壁面効果)が問題となる。この隙間が空気の逃げ道となれば空気圧縮・圧力上昇は生じにくい、水の通りみちとなれば空気圧縮・圧力上昇する。実験においてどちらが実現するかは、砂層とチャンバー壁面のぬれ性の大小関係に依存すると考えられる。本研究では、アクリル製チャンバーを用いた砂層への降雨浸潤実験においてこのことを検討した。

2. 試料と方法

- (1) 用いた試料は霞ヶ浦砂(粒子密度 2.67g/cm^3 , 中央粒径 0.20mm)であり、充填層の飽和透水係数はおおよそ 500mm/h であった。水洗いはせずに風乾した「原土」、良く水洗いした上で H_2O_2 処理した「 H_2O_2 処理」の2つの試料を作成した。これら試料の接触角(毛管上昇法による)とチャンバーに用いたアクリル板の接触角(Sessile Drop 法による)を Table 1 に示した。
- (2) 降雨浸潤実験装置(Fig.1)は、幅 10cm × 高さ 55cm × 奥行き 1.0cm の有底のアクリル製チャンバーと定量ポンプ(Cole-Parmer 製 MASTERFLEX 7524-50)から成る。ランドマイザーを用いて試料をゆっくり落下充填後、 2cm 間隔に5本のノズルをつけたチューブから強度 95mm/h および 380mm/h で散水した。浸潤前線の状況および位置の経時変化を観察するとともに、チャンバー中央の下端から 5cm の位置に圧力センサー(コパル製 PA-500-102G)を挿入して空気圧変動を計測した。

3. 結果と考察

Fig.2 に積算降雨量と空気圧変動との関係を示す。降雨強度 380mm/h の場合、「原土」では、降雨・浸入開始後まもなく5つの浸潤域が一つに合体し浸潤前線が形成すると急激に空気圧が上昇しはじめ、前線が 2cm 程の深さに到達した時点で前線の位置に水平亀裂が発生した。しかし、「 H_2O_2 処理」では、浸入開始直後の急激な空気圧上昇は観察されず、浸潤前線の降下に伴って徐々に空気圧が上昇した。降雨強度 95mm/h の場合には、いずれの試料においても急激な空気圧上昇は認められなかった。

経過時間と浸潤前線位置の関係を用いて、浸潤域の平均飽和度を算出した(Table 2)。降雨強度が大きい程飽和度が高くなっていること、および同じ降雨強度では「 H_2O_2 処理」

*農水省関東農政局(Kanto Regional Agricultural Administration Office.) **山形大学農学部(Faculty of Agriculture, Yamagata Univ.)

で飽和度が高いことが分かる。飽和度と空気圧上昇度の関係は一見矛盾している。しかし、このことは「原土」と「H₂O₂ 処理」の亚克力板に対するぬれ性の大小関係から説明できる。すなわち、「原土」の接触角（66°）は亚克力板のそれ（54°）より大きいので、浸入水は亚克力板に引き付けられ壁面が水みちとなり空気圧縮・圧力上昇を生じる。一方、接触角が小さい「H₂O₂ 処理」の場合には、壁面が空気の逃げ道となるので空気圧上昇は抑制される。このことを確認するために追加実験を行ない、チャンバー上部（0～10cm）の壁面を撥水処理し接触角を「原土」より大きく（82°）すると、空気圧の上昇が抑制され水平亀裂も生じないことが確認された（Fig.3）。

4. おわりに

本研究の結果は、降下浸潤に伴う土中空気 の挙動をチャンバー実験で検討する場合には、チャンバー壁面のぬれ性が試料のぬれ性より良好である（接触角がより小さい）ことが必要なことを示している。

Table 1 Apparent contact angles

試料	充填密度 (g/cm ³)	接触角 (°)
原土風乾	1.56±0.00	66.3±1.8
H ₂ O ₂ 処理	1.52±0.00	38.8±7.1
亚克力板	—	54.3

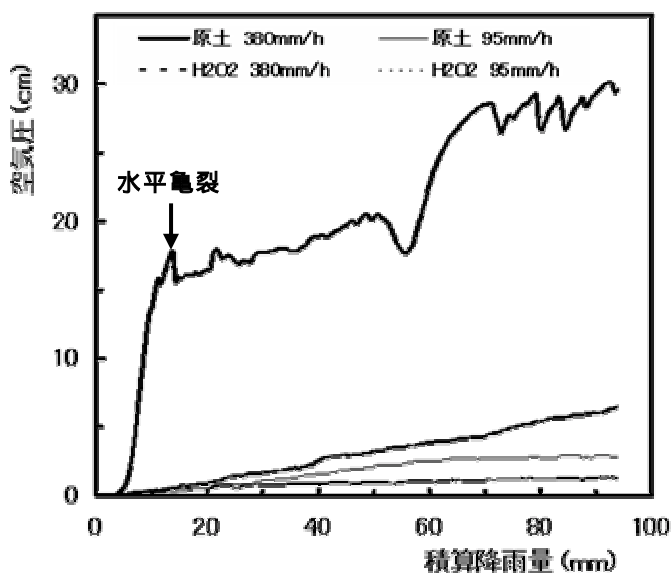


Fig.2 Air pressure changes during rainfall infiltration

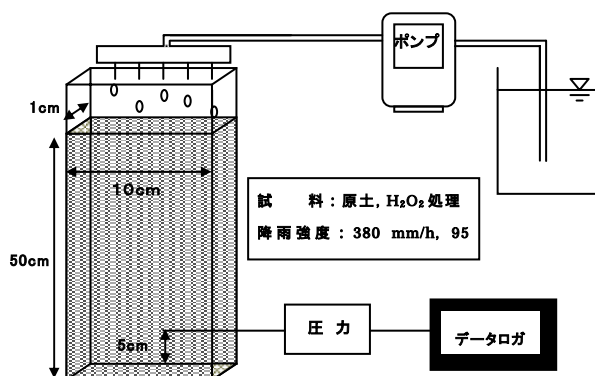


Fig.1 Experimental set up

Table 2 Saturation degree in the wetted region

試料	380 mm/h	95 mm/h
原土風乾	0.93	0.77
H ₂ O ₂ 処理	1.00	0.87

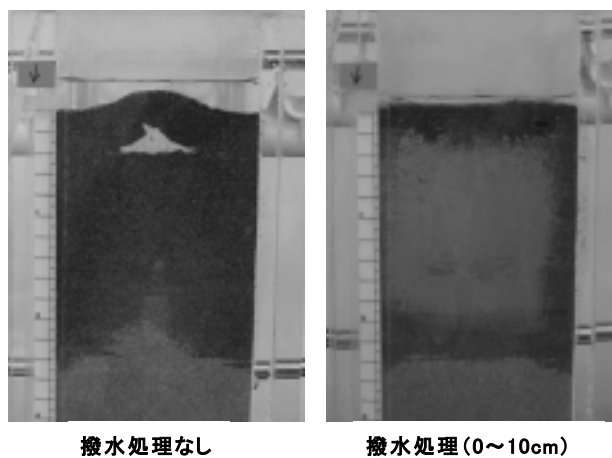


Fig.3 Photographs of infiltration process in air-dried sand: 380 mm/h