

砂層のみかけの接触角が散水浸潤に及ぼす影響

Dependence of rainfall infiltration into sand on its apparent contact angle

川島 麻里枝*・安中 武幸**

KAWASHIMA Marie*, ANNAKA Takeyuki**

1. はじめに

土壌のぬれ性は浸潤過程への影響を通じて、選択的な流れ・不均一な土壌水分分布・土壌浸食等、様々な現象に関わっている。一般に、固体表面の液体に対するぬれ性は接触角で評価できるが、粒子層ではこの様な接触角は定義できない。代わって、例えば毛管上昇法¹⁾によって、「みかけの接触角」が定義される。毛管作用が接触角のコサインに比例することから、重力と毛管作用が同程度の大きさを持つ砂層では、浸潤過程がぬれ性に極めて敏感であると予想できる。そこで、本研究では、市販の海砂を対象に「みかけの接触角」と散水浸潤過程の関連を検討した。

2. 試料と方法

(1) 用いた試料は 30-50 メッシュ (粒径 0.3~0.6mm) の市販の海砂であり、粒子密度 2.65g/cm³、充填層の飽和透水係数 8.0×10^{-2} cm/s (2880mm/h) であった。みかけの接触角を様々に変えるため、購入した海砂をそのまま用いた「無処理砂」、水洗いした「水洗い砂」、H₂O₂ 処理した「H₂O₂ 処理砂」、「H₂O₂ 処理砂」と OTS(octadecyltrichlorosilane) で撥水処理した砂を混合した「混合砂」の 4 種類の試料を作成した。その結果、みかけの接触角が 40°~90° の試料を作成できた。

(2) 散水浸潤実験装置(Fig.1)は、幅 10cm×高さ 32cm×奥行き 0.6cm、底に直径 2mm の小孔の開いたアクリル製チャンバーとマイクロチューブポンプから成る。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 150mm/h で散水した。透過光のもとで浸潤の様子を観察するとともに、デジタルビデオカメラを用いて浸潤過程を撮影した。

3. 結果と考察

浸潤過程は次の通りであった。ノズル直下に 5 個の湿潤域を形成後、それらが 1 つに合体するとまもなく 1 本のフィンガーが成長する。その先端がチャンバー下端に到達後、ある高さまで毛管上昇してから下端からの排水が生じた。この過程は、フィンガーが 2 本形成した、みかけの接触角 90° の場合を除いてほぼ同じであった。しかしながら、みかけの接触角の違いによるフィンガー幅や毛管上昇高の違いは明らかであった(Fig.2)。みかけの接触角とフィンガー先端速度・幅・飽和度の関係を Fig.3~5 に示した。先端速度は、みかけの接触角 50°~75° でほぼ一定の値を示し、それ以外では小さな値を示した。フィンガー幅は、先端がチャンバー下端に到達した時の写真を用いて求めた。みかけの接触角 70°~75° で最小値を示している。フィンガー内の飽和度は、50°~70° で増大した後ほぼ

*山形大学農学研究科(Graduated School of Agriculture, Yamagata Univ.) **山形大学農学部(Faculty of Agriculture, Yamagata Univ.)

一定となっている。フィンガー先端形成時と先端がチャンバー下端に到達時の幅を比較した(Fig.6)。みかけの接触角 44° の場合、幅が経時的に大きくなったことが分かる。一方、 75° の場合、その変化は小さい。また、フィンガー内で排水を生じ、先端へのフラックスが大きくなると、 44° 、 75° いずれの場合でも形成される先端の幅が大きくなった。

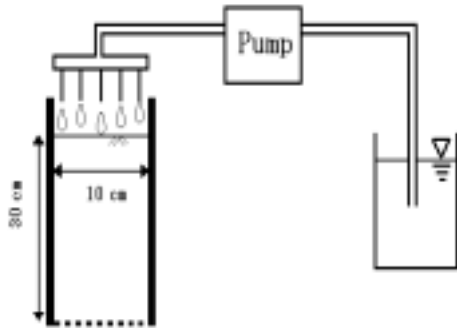


Fig.1 Experimental setup

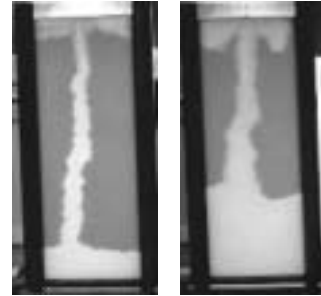


Fig.2 Photographs of wetting pattern

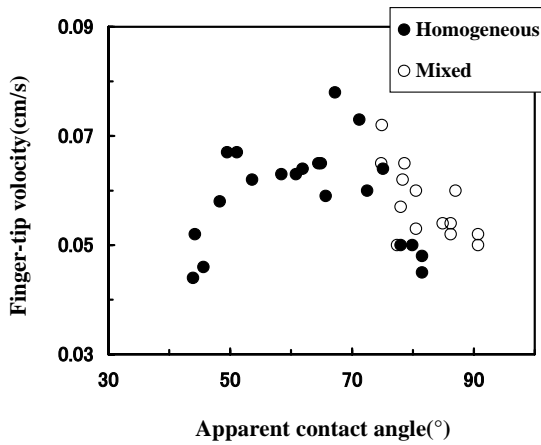


Fig.3 Finger-tip velocity vs. apparent contact angle

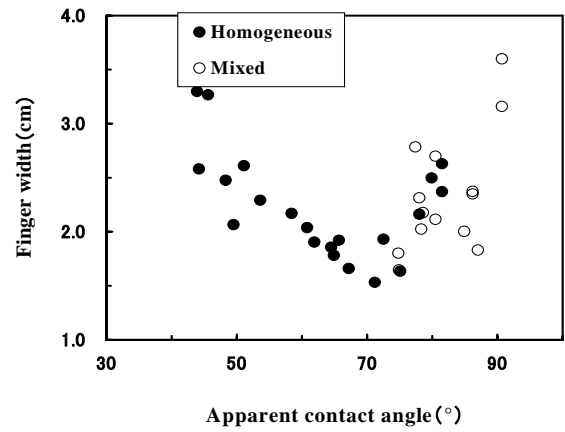


Fig.4 Finger width vs. apparent contact angle

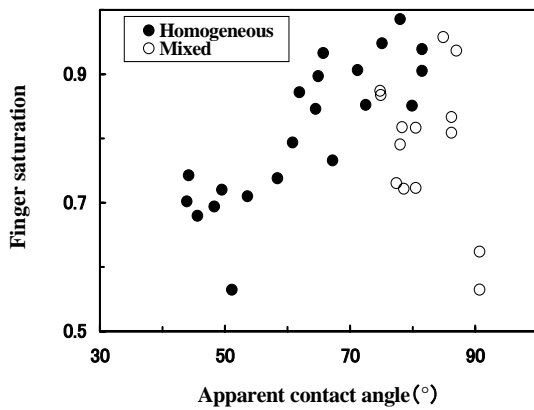


Fig.5 Finger saturation vs. apparent contact angle

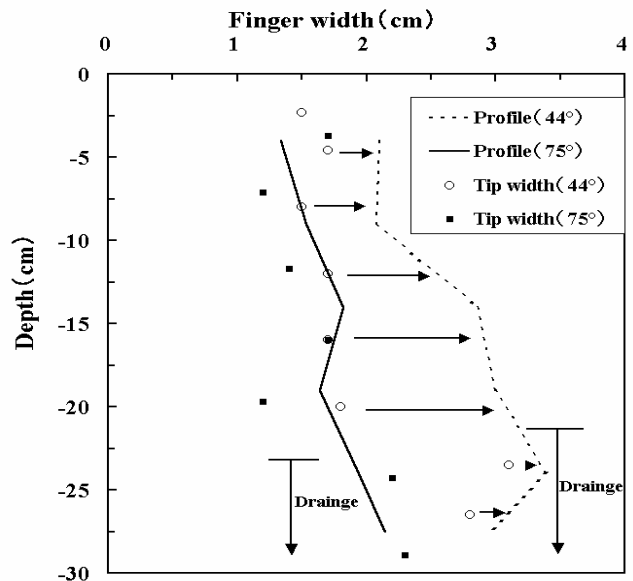


Fig.6 Width of finger-tip when formed and profile of finger width when the tip reached the bottom

引用文献

1) Letey, J., Osborn, J., Pelishek, R.E. (1962) : Measurement of liquid-solid contact angles in soil and sand, Soil Sci., 93, 149-153