

凹凸を持つ積雪内の水分移動

○勝島隆史(富山高専)・熊倉俊郎(長岡技科大)・山口悟(防災科研・雪氷)

1、研究背景と目的

積雪内の各層に凹凸を持った止水層が存在する場合、その幾何学的な形状によっては、水平方向の圧力勾配や重力の作用により、止水層上部において凹部へ水が集中する水平方向の流れが形成され、水みちが成長することが経験的に示されている。しかし、室内実験や野外観測により、これを定量的に示すことは難しい。ここでは、止水層の滞水の度合いと凹凸の度合いが、水みちの成長に対してどのような影響を与えているか定量的に評価するために、数値計算による感度実験を行った。

2、研究手法

積雪層が持つ浸透特性を、粒径と密度による飽和透水係数の式(Shimizu,1970)と、粒径による水分特性曲線の式(Yamaguchi et al., 2010)を用いて表現し、ダルシー則に基づく2次元の水分移動モデルにより計算を行った。計算を簡単にするために浸潤前線の不安定性、水分特性曲線のヒステリシス、水侵入圧は無視した。積雪表面から水を $5\text{kg/m}^2/\text{hr}$ のフラックスで計算領域に流入させた。計算領域の左右の側面を、サイクリック境界条件で接続した。流出境界にあたる積雪底面はフラックスの鉛直勾配をゼロとして与えた。初期含水率は全てゼロとした。計算領域内の上部に粒径の小さな積雪層を与え、下部にこれより粒径の大きな積雪層を与え、止水層を表現した。積雪密度は上下ともに 200kg/m^3 とした。この2つの積雪層の境界に対してあらかじめ正弦波で表現される凹凸を与えた。凸部の頂点の位置が積雪表面から 5cm の位置となるよう設定した。下部の粒径を変化させることで止水層での滞水の度合いを変化させ、また、凹凸の振幅および波長を変化させることで凹凸の度合いを変化させる感度実験を実施した。

3、結果と考察

水の供給開始6時間後の体積含水率の分布を図1に示した。振幅 5cm 、波長 50cm 、上部積雪層の粒径を 0.2mm 、下部積雪層の粒径を 0.4mm とした場合を(a)に示した。この条件を感度実験の基準とした。この条件から、振幅を小さくし、 2.5cm 、 0.5cm とした場合を(b)、(c)に、下部積雪層の粒径

を小さくし、 0.3mm 、 0.25mm とした場合を(d)、(e)に、波長を大きくし、 2m とした場合を(f)に示した。(a)の基準とした条件では、止水層上部の凹部と凸部とで含水率が大きく異なっていた。これは、止水層上部での凹部への水の集中に伴うものである。この水の集中により、凹部から止水層下部への水分移動が形成し、顕著な水みちが発達した。一方で、(c)および(e)に示した止水層の凹凸の振幅や下部の積雪層との粒径の差が特に小さい場合では、止水層上部の凹部と凸部での含水率の差は小さく、凹部への水の集中は小さかった。これらの場合では、凹部のみならず凸部からも止水層下部への水分移動が形成した。また、(f)に示した凹凸の波長を大きくした場合には、凸部から下部への水分移動が、基準と比べてわずかに小さくなる程度であった。

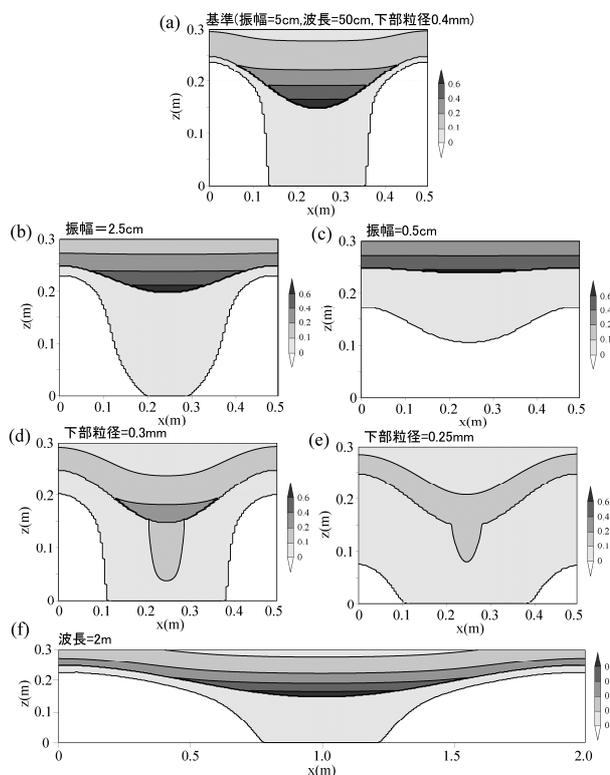


図1 水の供給開始6時間後の体積含水率の分布。(a)振幅 5cm 、波長 50cm 、上部粒径 0.2mm 、下部粒径 0.4mm 、(b)振幅 2.5cm 、(c)振幅 0.5cm 、(d)下部粒径 0.3mm 、(e)下部粒径 0.25mm 、(f)波長 2m