

II-15 融雪の進行に伴う土中水分の変化について

金沢大学工学部 正員 宇右橋康行
同上 正員 高瀬 信忠

1. まえがき 積雪厚内を浸透流下し地表面に到達供給される融雪水量とそれに伴う土中水分変化と流出量との関係を知ることは融雪出水の物理機構解明上、また北陸地方で毎年発生する融雪地すべりの予測、対策上も重要である。本報告では1985年~86年冬期に金沢大学工学部構内に盛土した実験斜面を用いて行った融雪の進行とそれに伴う土中水分および流出量の変化に関する測定結果を中心に述べる。

2. 観測方法 実験斜面、ライシメータによる浸透融雪量の測定および斜面中央に埋設された水路部からの側方流出の測定等についてはすでに報告しているものでここでは省略する。なお、水路部の充てん工には、石川県羽咋市港港の浸漬砂と根上海岸砂を3:1で混合した図-1に示すような粒度分布をもつ砂を用いた。充てん砂の比重は2.74、密度1.34 g/cm³、間隙比1.05、飽和透水係数 $k_{fs} = 6.83 \times 10^{-3}$ cm/secであり、含水率-熱伝導率曲線、水分特性曲線はそれぞれ図-2・図-3に示すようである。

土中水分の非破壊連続測定の方法としては、現在テンシオンメータによる方法が広く行われているようであるが、冬期の積雪下面での測定には不都合な点もいくつかあるので、ここでは容量式水分計を試作し土中水分を測定した。水分計の検体を図-4に、測定部基本回路図を図-5に示す。測定原理は図-5の回路左側の変形コルピッツ型発振回路により約10MHzの高周波を共振させ、土中水分の変化による未知キャパシタンスC_xの変化による電流の変化を出力し測定するものである。測定に用いた検体の充てん砂に対する校正曲線の例を図-6(a)・(b)に示す。含水率と出力電圧の関係は直線だけでなく、二次曲線等の簡単な式も当てはまるので、下で目視により曲線を引き図上から読み取ることにした。なお、計測は7時から24時まで10分間隔で行った。

3. 観測結果と考察 85年~86年冬期の積雪の状況は、12月9日からの降雪により20日には積雪深41cmを記録したが根雪となり12月30日に消雪し、1月1日夜半からの雪が根雪となり、1月28日に最大積雪深114cmを記録し、3月14日に消雪した。ここでは土中水分の測定を始めた1月4日からの観測結果について述べる。図-8に期間中の最高気温、最低気温、ライシメータへの流入量および側方流出量の経日変化を、図-9に同期間の斜面内各点の土中水分の日最大値、日最小値の経日変化を示す。また、図-10に斜面内の含水率の分布の変化の様子を示す。これらの図より期間中は一定の飽和に近い約45%の高含水率を示す斜面下流端、深さ30cmの地点を除き、各点とも地熱に

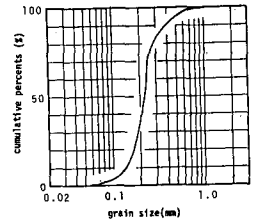


図-1 充てん砂の粒度分布

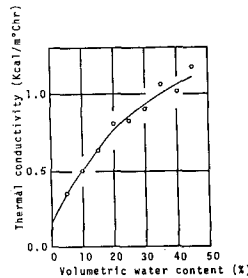


図-2 含水率-熱伝導率曲線

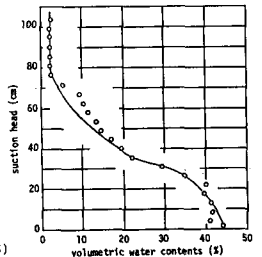


図-3 水分特性曲線

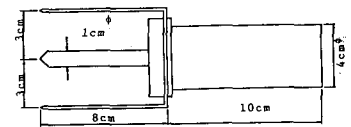


図-4 容量式水分計検体

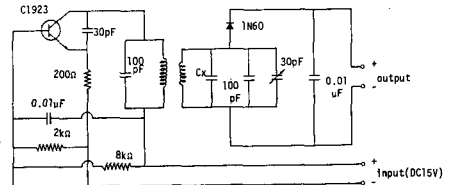


図-5 容量式水分計回路図

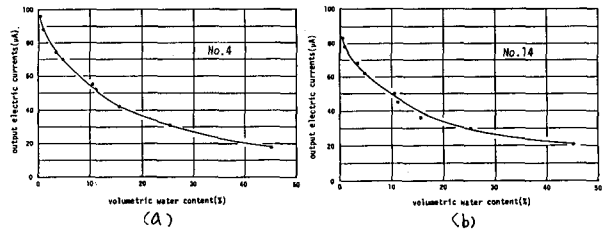


図-6 充てん砂の校正曲線の例

より融雪のみが続く2月10日頃までほぼ一定の含水率を保ち、図-11(a)に見られるように日変化もほとんど示さない。その後2月中旬から下旬にかけての降雨や融雪により、土中水分は変動しながらも徐々に増加して行き、3月に入

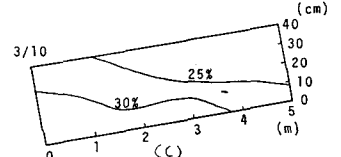
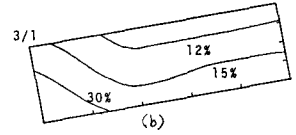
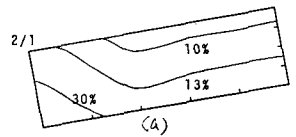
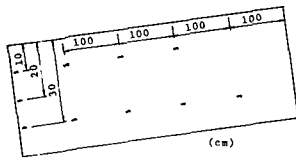


図-10 斜面内の含水率の分布の変化

て気温の上昇とともに本格的融雪が始まり、これに伴い土中の含水率も急激に上昇し流出量も増加する。この時期では図-11(b)に示すように明確な日変動が見られるが、地表面から浅い地帯ほどその変動は激しい。また斜面内の含水率の分布を見ると、2月1日では図10(a)に示すように含水率30%以上の領域は斜面下流端付近にわずかに存在するだけで斜面内の大部分は含水率が15%以下の領域であるがかなり湿潤であると言える。融雪最盛期の3月10日では図10(c)に見られるように含水率30%の領域は斜面の約1/2、上方4m付近にまで拡大し、その以上が25%の含水率を示すようになってくる。しかし、斜面が地表面まで飽和することはなく、流出成分は飽和-不飽和の浸透流であった。しかし奥流域においては河

図-7 水分計配置図

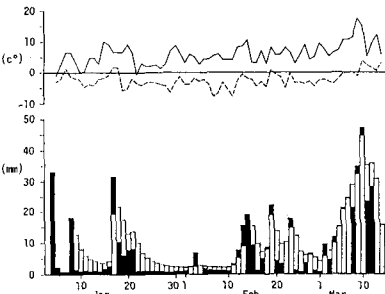


図-8 気温、浸透融雪量、流出量の経日変化

道近辺のごく限られた領域において、いわゆる地表面流の発生する可能性はある。

4. あとがき ここで得られた観測結果はごく限られた条件のもとのものであるので、今後観測精度の向上を計るとともに現地での観測を行い、さらに現象を明らかにしていくつもりで

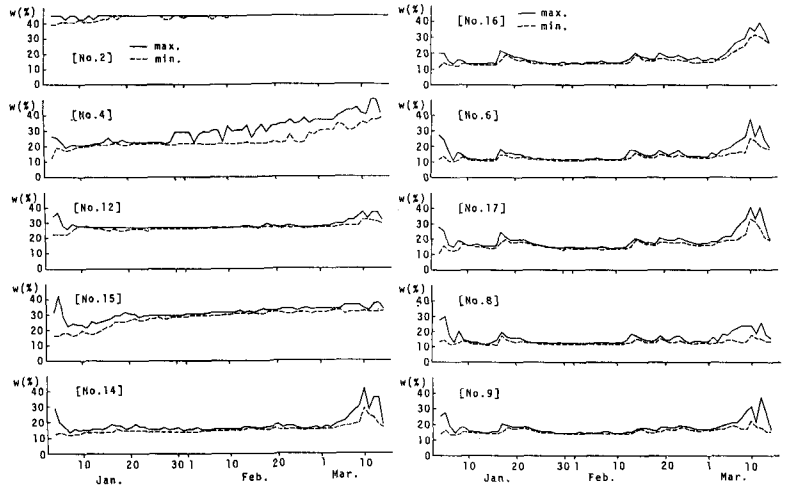


図-9 土中水分の日最大値、日最小値の経日変化

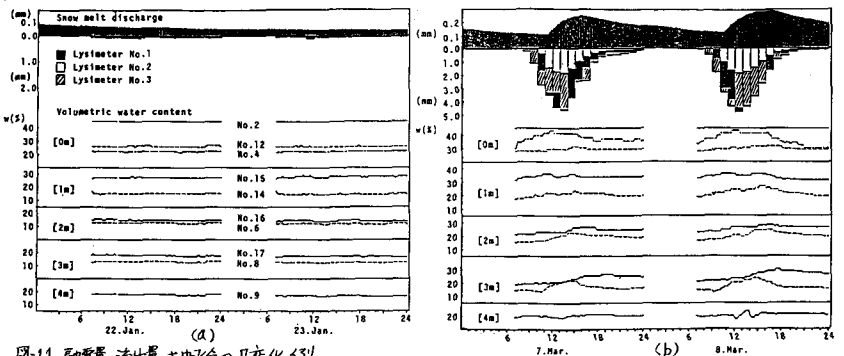


図-11 融雪量、流出量、土中水分の日変化(3)

ある。最後に本研究に当たって容量式水分計の試作に際して多大なる御協力を頂いた元金沢大学工学部電気情報工学科坂田敏雄教授に深甚の謝意を表するとともに、観測、データ整理に協力して頂いた村田康裕、松村誠一、垣内要の諸氏に感謝いたします。参考文献 例えば、高橋信忠、宇野篤彦行：融雪流出に関する実験的研究(その2)、水理工学講演会論文集、1985年。