

II - 15

積雪層内の含水率変化について

岩手大学工学部 学生員 ○斎藤秀樹 松野慎一 古川俊也
正 員 笹本 誠 堺 茂樹 平山健一

1. はじめに

融雪は冬期及び春期の河川流出に大きな影響を及ぼし、治水・利水の両面からみて、融雪量の予測は重要である。表面で発生した融雪水は積雪中を浸透する間に、その一部が積雪層内に貯留される。従って、融雪流出量を正確に予測するためには、融雪水の浸透過程における積雪層の保水能力を正確に見積ることが不可欠である。本研究では自然積雪から採取した供試体を用い、雪室内において密度及び含水率の経時変化の計測を行い、雪の可能保水率と密度の関係について検討した。

2. 実験の方法

実験は、室温をほぼ 0°C に保つことのできる雪室内において行った。実験に用いた供試体は、積雪中の雪温が 0°C 以下で、密度が均一な層に、筒型の塩化ビニール管（直径 15cm、高さ 20cm）を垂直にさし込んで採取した。図-1 のように、供試体の上部から水を充分（下部から流出するまで）注ぎ、1, 3, 5, 7, 10, 22時間後の、供試体の密度、含水率を測定した。この際、供試体に加える水によって融雪が生じないようにするため、あらかじめ 0°C の水を用意し、また供試体が 0°C 以下に冷却されている場合は、加える 0°C の水が凍結する可能性があるため、供試体を雪室内に1時間放置し、約 0°C になってから実験を開始した。なお、密度は箱型サンプラーを、含水率は秋田谷式含水率計を用い、室温は自記式温度計によりサンプリング間隔10分で測定した。供試体の再凍結の有無は、室内に置いた水の凍結により確認し、水が凍った場合には供試体中の水分も再凍結したと判断し、その場合のデータは用いていない。

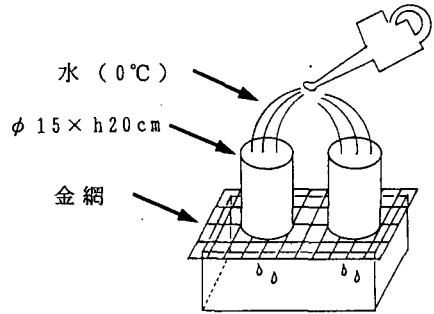


図-1 実験の様子

3. 結果及び考察

積雪層内には表面張力や、吸着作用によって保持されている水と浸透中の水が存在する。保水量とは浸透中の水を除いた量を言い、最大の保水量を積雪水量で割った値を可能保水率と定義する。図-2 は、室温、密度及び含水率の経時変化である。計測のために扉を開閉することにより、外気が侵入し室温が上下するが、短時間内にほぼ 0°C にもどり、これによる供試体の融解、再凍結は生じていないと考えられる。密度は、各計測時に計ったぬれ密度と含水率

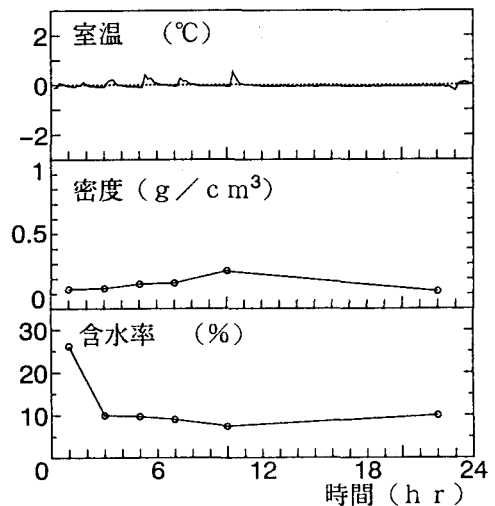


図-2 室温、密度、含水率の経時変化

より求めた乾き密度である。計測誤差によるばらつきを考慮し、平均値をその供試体の乾き密度とした。含水率は水をかけた後徐々に減少し、3～5時間後にほぼ一定の値を示す。このような定常状態は、自由水が積雪下面から全て流出したために生じていると考えられるので、この状態の含水率の平均値を可能保水率とした。図-3は、本実験の密度と含水率の関係を表したものである。密度が大きくなるにつれて、可能保水率は指数関数的に減少する傾向が現れた。この原因としては、一般に密度が小さいほど粒径が小さいので表面積の総和が大きく、従って、雪粒子の表面に付着する水も多いためと考えられる。本研究の結果と従来提案されている可能保水率と密度の関係式を以下に示す。

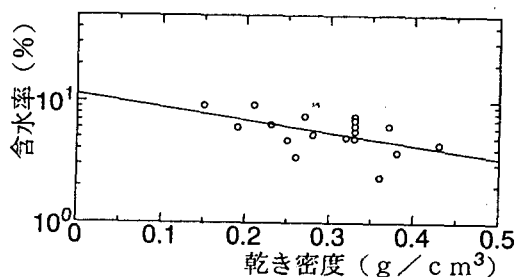


図-3 実験から求めた含水率と密度の関係

Amorocho, J. ら (1966)

$$\begin{aligned} \text{WHC} &= 0.025 \cdot \text{DN} + 0.03 & \text{DN} < 0.4 \\ \text{WHC} &= 0.200 \cdot \text{DN} - 0.04 & 0.4 < \text{DN} < 0.55 \\ \text{WHC} &= -0.111 \cdot \text{DN} + 0.131 & \text{DN} > 0.55 \end{aligned} \quad (1)$$

池淵ら (1985)

$$\text{WHC} = 0.136 \cdot \exp(-3.05 \cdot \text{DN}) \quad \text{DN} < 0.4 \quad (2)$$

(0.4 g/cm³ 以上は Amorocho, J らと同様)

本実験結果

$$\text{WHC} = 0.114 \cdot \exp(-2.44 \cdot \text{DN}) \quad \text{DN} < 0.5 \quad (3)$$

ここで、WHC: 可能保水率, DN: 密度(g/cm³)

ただし、著者らは、式(3)を密度が(0 < DN < 0.5)の範囲に適用しているが、これは積雪乾き密度が 0.5 g/cm³ 以上の雪が存在するのはまれなためである。図-4は、これらを比較したものである。本研究の結果は、Amorocho, J. らより池淵らの関係式に近いことが分かる。

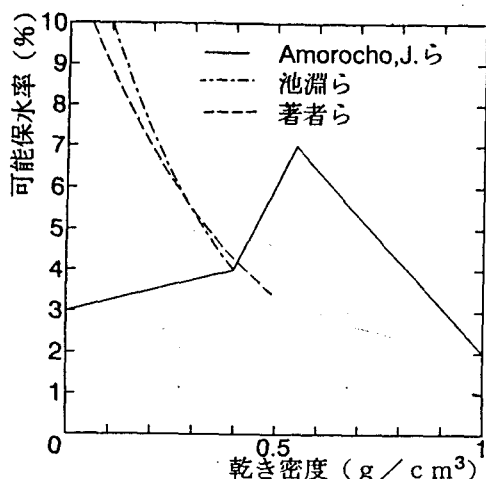


図-4 可能保水率と密度の関係

謝辞

本研究を進めるにあたり、沢内村雪国文化研究所及び(財)河川情報センターの御協力を得たことを記し謝意を表します。また、本研究の一部は、文部省科学研究費補助金(一般研究(c))、代表 岩手大学 堀 茂樹)により行われたことを付記する。

《参考文献》

- 1) Amorocho, J. ら : Mathematical Simulation of the Snow Melting Process, Water Science and Engineering Paper No. 3001, University of California, Davis, 1966
- 2) 池淵周一ら : 琵琶湖大浦川流域の積雪・融雪・流出解析(第2報), 第29回水理講演会論文集, p115-160, 1985.