

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○ 吉岡喜浩
 長岡技術科学大学 正会員 陸 旻皎
 長岡技術科学大学 正会員 早川典生

1 はじめに

融雪水は、水資源になる一方で、洪水や土石流などの災害要因にもなる。96年12月に発生した蒲原沢土石流災害の原因は、明らかにされていない。そこで本研究では、当時の融雪流出のシミュレーションを行い、土石流災害への融雪水の影響を考える。シミュレーションをするに当たって、その計算値の妥当性を示す為に、実測値と比較する必要がある。しかしながら、蒲原沢と姫川の合流地点での実測流量のデータがないため、本研究では、対象流域を姫川全域とし融雪流出の計算を行った。

2 利用したデータ

姫川流域は、図1のようになっており、標高が15-2928mで、流域面積が697km²である。蒲原沢は、この流域内のほぼ中央に位置し、長野と新潟の県境にあり、国界橋(図1のc)で姫川と合流する。本研究の対象期間は96年11月~12月までで、土石流が発生した12月5日を含んでいる。気象データは、同時期のAMeDAS地点白馬(図1のM2)の気温、日照データ、降水量については、AMeDAS地点小谷(図1のM1)のデータを用いた。モデルを構築する際の地理情報として50mメッシュの流域標高と河道の位置データを用いた。これらのデータにより流域内各メッシュでの気温、日射等融雪計算に必要な気象要素と斜面の向きや勾配などの地理特性量が算出される。流量の検証データは、姫川河口(図1のa)と姫3ダム(図1のg)でのデータを用いた。

3 分布型融雪流出モデルの概要

流出モデルは、陸ら¹⁾の分布型流出モデルを採用した。このモデルは流域をメッシュに分割し、各メッシュに対し、融雪流出モデルを適用し、そのメッシュからの流出量を計算する。その流出量は、メッシュ標高データから作成した擬河道網を介し、Kinematic Wave法により流域出口まで追跡計算

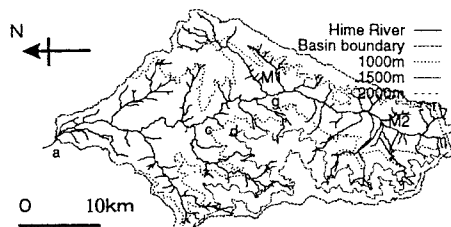


図1: 姫川流域概況

され、最後に流域出口の洪水波形を得る。本研究では、融雪モデルとして太田ら²⁾のモデルと小池ら³⁾のモデルを組み合わせたモデルを用いる。このモデルは、メッシュ標高データと、そのデータから計算される斜面特性を地形データとし、降雨、気温、日射量を気象データとして入力して、各メッシュでの融雪量を推定するモデルである。ここで、当流域の時間日射量のデータがないことから、陸ら¹⁾の日射量推定モデルにより、アメダスの日照データから時間単位の直達と散乱日射を求めた。降雨と融雪量から流出量を計算するモデルとして中国で広く使われている新安江モデル⁴⁾⁵⁾を用いる。このモデルにより各メッシュでの直接流出成分と基底流出成分を算出する。また、流域内の降雪特性を表すモデルとして、以下のような簡単な式を用いた。このモデルは降雪が標高の増加にしたがって線形的に増加するとしており、降水が降雪と判断された時(気温が2.0度以下)に、標高hのメッシュでの降雪量P(h)を

$$P(h) = A(1 + B(h - h_0))P(h_0) \quad (1)$$

で表す。ここで、 h_0 と $P(h_0)$ が降水量観測点の標高と降水量であり、AとBはそれぞれ雨量計補正係数(補足率の逆数)と降雪量標高補正係数である。現在までの研究¹⁾で、 $A = 1.8$ と $B = 0.0007$ の値が得られている。

4 解析方法と結果

本研究では、上述した分布型融雪流出モデルと降雪モデルを用いて、対象期間を通しての降雪融雪の計算を行った。計算の検証ポイントでの流況曲線を図2と図3に、蒲原沢の計算結果を図4と図5に示す。図中の *cal all* とは、降雨と融雪水の両方を流出モデルへの入力とした場合の流量で、*cal rain* とは、降雨のみを流出させ、融雪をゼロとした場合の流量である。これにより、流量における融雪水の効果がどれだけあるのかが検討できる。また、*cal all*、*cal rain* の後に (0.1) または (0.6) と記したが、これは、気温減率 ($^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) である。これは、土石流発生時の気温減率が通常よりも、小さかったらしい事を計算に取り入れ、平常時の気温減率 (0.6) と比較検討するためである。図3より12月5日の土石流発生日のピークを捕らえているのは、融雪量と降水量の和を流出モデルへの入力とし、気温減率を0.1とした場合の *cal all*(0.1) と言える。これより、土石流発生時の気温減率は、通常時の (0.6) ではないと言え、標高の高い所での融雪が、通常時よりもかなり多いと考えられる。この高所での融雪量が通常時よりもかなり多かった事が、土石流発生の原因の一端ではないかと考えられる。さらに、国界橋 (図1のc) と蒲原沢上流部 (図1のd) においても、気温減率を0.1にした場合に、12月5日の土石流発生日の流量のピークが見られる。種々の調査報告所で既に報告されているように、当時の上空の空気は高温多湿で、気温減率が通常時よりも小さかった。このような気象条件により、高所での融雪が促進され、急激な流量変化が発生し、土石流が誘発された可能性が考えられる。

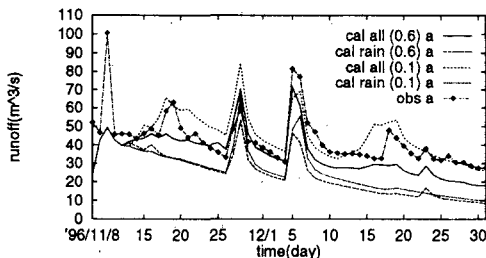


図2: 姫川河口での実測流量と計算流量 (日単位)

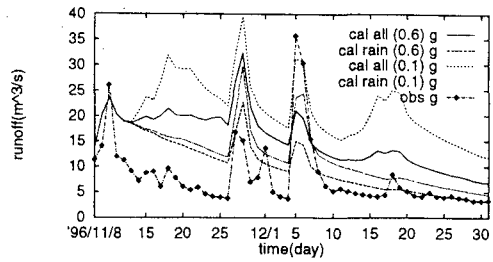


図3: 姫3ダムでの実測流量と計算流量 (日単位)

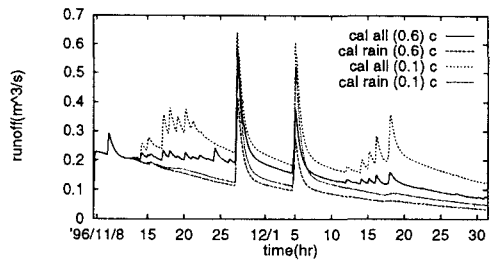


図4: 国界橋での計算流量 (時間単位)

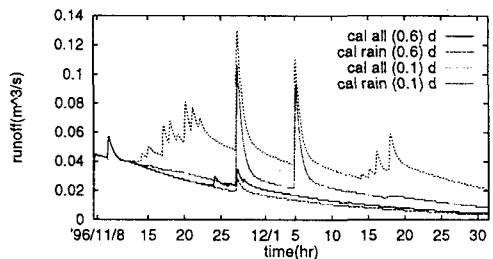


図5: 蒲原沢上流部の計算流量 (時間単位)

謝辞

本研究で使用したデータは建設省北陸地方建設局高田工事事務所より提供された。ここに記して深謝を申し上げる。

参考文献

- 1) 陸旻蛟・小池俊雄・早川典生: アメダスデータと数値地理情報を用いた分布型融雪解析システムの開発, 水工学論文集, 第42巻
- 2) 太田岳史・橋本哲: 落葉樹林内外における雪面上純放射量の推定と表層融雪量, 水文学資源学会研究発表会要旨集, pp.18-21, 1991
- 3) 小池俊雄・高橋裕・吉野昭一: 積雪面積情報による流域積雪水量の推定, 土木学会論文集, 357/2-4, p.159
- 4) 趙人俊: 流域水文シミュレーション (中国語), 1984
- 5) Zhao R-J.: The Xinanjiang model applied in China, J. Hydrol., 135:371-381, 1992

キーワード: 分布型流出モデル、融雪、降雪、土石流、地理情報システム