

## 米代川における山岳域積雪深計設置による融雪出水予測の精度向上

三井共同建設コンサルタント株式会社 正会員 ○黒澤 祥一  
 三井共同建設コンサルタント株式会社 非会員 福島 健一郎  
 東北大学 大学院工学研究科 正会員 風間 聡

## 1. 背景および目的

近年、計画規模を上回る洪水災害に対し、水防活動や被害の最小化に資するため、より高精度な洪水予測の情報提供が求められている。しかしながら、現在運用されている洪水予測システムは、降雨に起因する夏期出水を対象としたものが多く、春先の融雪出水に適用できない課題がある。このため、米代川において、融雪出水を含む年間を通じた洪水予測が可能となるよう高標高に積雪深計を新設し、その観測値をリアルタイムで利用した融雪モデルを組み込んだ洪水予測システムの構築を行った。

## 2. 対象流域（一級河川 米代川）

対象流域の米代川は、秋田県、青森県及び岩手県の3県境に位置する中岳を源流とし、岩手県境付近を南下した後、その向きを西に変え秋田県に入り、大館盆地を貫流し、阿仁川等の支川を合わせて能代市において日本海に注いでいる。なお、対象流域の選定は下記の項目に留意した。

- 融雪出水により浸水被害が懸念される
- 流域内で過去の積雪観測データ（融雪量計算に必要）が蓄積されている
- 土壌の飽和状況などがモデルに考慮され、年間を通じた流出量の計算が可能な洪水予測システムが既に構築済み（分布型流出モデルなど）



図-1 米代川位置

## 3. 流出モデルおよび融雪モデル

基本となる流出モデルは降雨・融雪の浸透過程を表現できるように地表面は kinematic wave 法、地下層は Darcy 則を適用した「地表面+地下4層構造」の分布型流出モデルとした。また、融雪量の算定は底面融雪を 2.0mm/day とし、表面融雪は degree hour 法により求め、分布型流出モデルの 1km メッシュ毎に割り当てた。以下は融雪量算定の式である。また、積雪観測データを補正(密度差)する方法として、積雪水量の補正(同化手法<sup>1)</sup>)を組み込んだ。

$$\text{○SM} = K \times T + 2.0/24$$

ここで、T は時間平均気温(°C)、K は融雪係数(mm/°C・hr)である。融雪係数 K は積雪期間中一定値とし、流域内のアメダス(阿仁合)の消雪日と一致するように初期設定した。

また、気温は気温減率 0.006°C/m として標高に対する補正を行った。

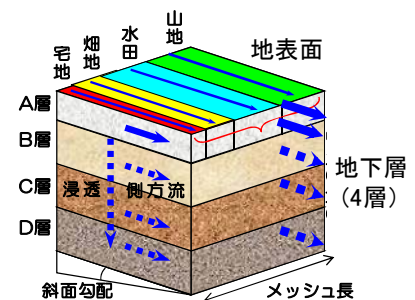


図-2 分布型流出モデルメッシュ構造

## 4. 予測精度確保のために必要な積雪観測

米代川流域では3月中旬から低標高の約150m未満の平地部で消雪が始まり、4月上旬には約標高500m以上、5月上旬は約標高1,000m以上で残雪する状況にある。一方、流域内のアメダスは標高120m未満の4地点のみで観測されているが、流域の8割以上が標高120m以上の地域であるため、平地部消雪以降(春先)の山地部の積雪深分布を推定することは困難であった。

このため、山地部の積雪深を適切に把握することで、融雪出水予測の精度向上が高まると期待し、高標高の山地部に積雪深計を設置した。

キーワード 洪水予測, 融雪出水, 積雪深観測, 分布型流出モデル, 融雪モデル, 防災情報

連絡先 〒141-0032 東京都品川区大崎1丁目11番1号ゲートシティ大崎ウエストタワー15階

三井共同建設コンサルタント株式会社 TEL 03-3495-1321

## 5. 積雪観測結果

標高 1,167m 森吉山阿仁スキー場に積雪深計を新設した。(アメダスで最も標高が高い観測点は青森県の酸ヶ湯の標高 890m) なお、スキー場は樹氷が有名(日本三大樹氷)であることから、テフロン塗布加工した積雪深計センサーを作製し、最大-25℃対応の観測機器やヒーター装備の低温対策などを実施した。下記に観測結果状況を示すが、2月上旬にはセンサー部分が樹氷状態となり欠測状況を確認したが、3月上旬からは継続的に観測しているため、融雪出水対応としては良好な観測状況である。



写真-3 降雪当初のセンサー部

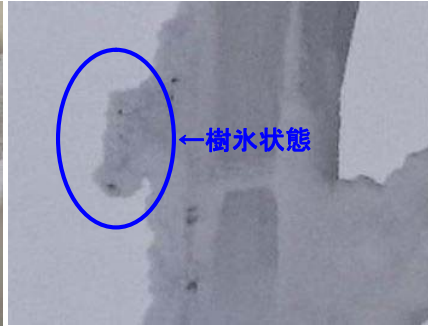


写真-4 2月上旬のセンサー部

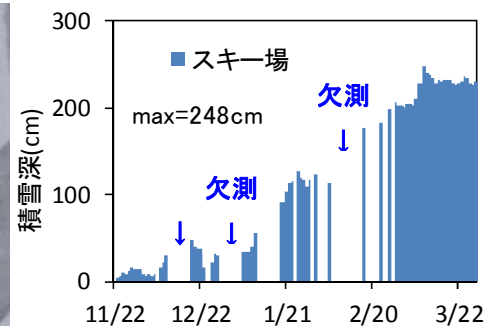


図-5 スキー場観測値

## 6. モデルの再現結果

モデルの再現結果として、融雪モデルは積雪深、流出モデルは河川流量で各観測値と比較した。なお、再現計算は右図の計算フローに従い実施した。まず、融雪モデルによるスキー場の観測値と比較

では平均 10cm 程度の誤差で再現できた。一方、流出モデルについては、本来洪水予測は河川水位で再現性を確認するものであるが、融雪量の影響を含めて評価するため、流出域が卓越する十二所地点の河川

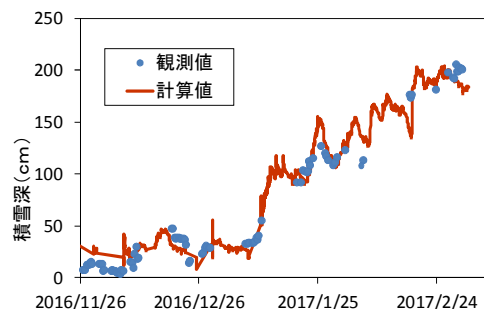


図-7 積雪深再現結果(スキー場)

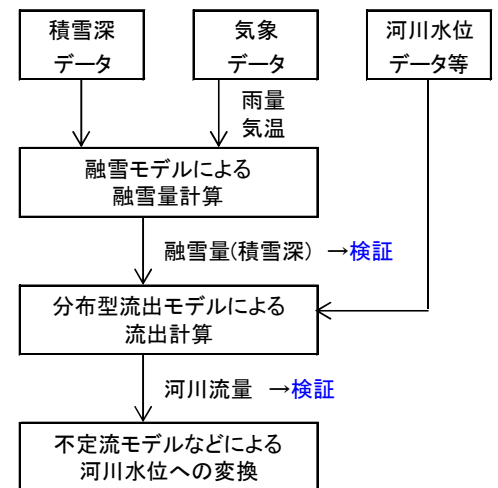


図-6 計算フロー

流量で観測値と比較した。この結果、融雪量を見込まない計算では流量ボリュームの不足により融雪出水が再現できなかったものの、融雪量を見込むことでピーク水位などを再現することができ、融雪モデルは概ね妥当なものと判断した。なお、スキー場の積雪観測は平成 28 年 11 月末から開始したため、河川流量の再現計算はアメダスの観測値を利用した。

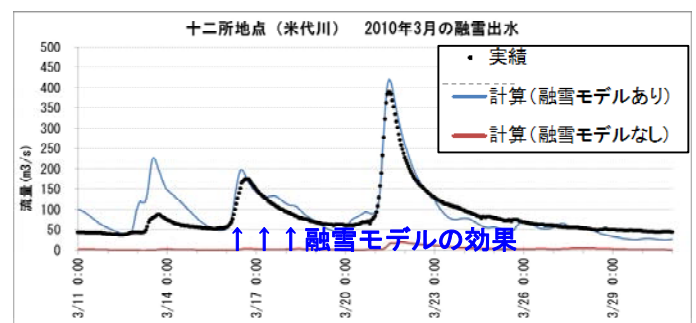


図-8 河川流量再現結果(十二所)

## 7. 高標高での積雪観測の重要性

高標高の観測値をもとに融雪モデルを構築することで河川流量の再現性を高める結果が得られた。この要因は、山地部に残雪している積雪分布(融雪量)を概ね再現できたことにある。なお、東北地方では時折、冬期に気温上昇と降雨を伴った中小規模の出水が発生していることから、洪水予測の精度確保には定期的な積雪観測が望ましい。欠測対策として、風向きを考慮した防風板でセンサー部全体を覆う対策が必要と考えている。

**謝辞** 本報告を実施するにあたり、国土交通省 東北地方整備局 能代河川国道事務所 調査第一課に対し、ここに深く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 柏俊輔, 朝岡良浩, 風間聡, 積雪深データ同化による融雪出水解析, 水工学論文集, 55, S403-S408, 2011.