

分布型融雪モデルによる日融雪流出解析

金沢大学工学部 正会員 高瀬信忠
 金沢大学工学部 正会員 宇治橋康行
 金沢大学工学部○学 生 望月 真

1. 緒言 北陸地方などの降雪地帯では、融雪水は毎年必ず得られる貴重な水資源であり、河川流域の積雪水量、融雪量および流出量を予測することは、大変重要である。融雪量は、空間的に不均一であり、従来の集中型モデルではこれに対応できないため、分布型流出モデルを用いる必要がある。本研究では、比較的容易に入手可能な気象因子を用いて融雪量を日単位で算定し、これに対応する分布型流出モデルであるメッシュタンクモデルを用いて、実流域での流出解析を行った。

2. 解析モデルの概要 流出現象の生起場である流域は、多数の斜面から成り、その高度、勾配、方位は異なるため、空間的に著しく不均一である。本研究では、流域をメッシュ分割し、各メッシュを1つの斜面とみなし、その中央点によって積雪の消長過程を代表させることにより、分布型融雪モデルを構築し、これに対応する多層メッシュモデルに類似したメッシュタンクモデルを結合させ、分布型の日融雪流出モデルを構築した。また、入力である降水も空間的に不均一であり、特に高度による影響が大きいと考えられるため、地形情報から降水量の補正を行った。

融雪量の算定については、融雪の主要な熱源である放射エネルギーの内、日射量に対してのみ斜面特性を考慮した。斜面上の全天日射量 I は、 $I = D_s + S_s + S_r$ で表され、 D_s は斜面上に放射される直達日射量、 S_s は斜面上に放射される散乱日射量、 S_r は斜面前の平地で反射された水平面全天日射量のうち斜面上へ入射する成分である。水平面全天日射量の推定には近藤の式を、その直達、散乱成分への分離は吉田-篠木の式を用いて表される。日射以外の成分については、大気放射はBrunt-山本の式、顕熱、潜熱伝達量はバルク法を用いて算定することができる。

メッシュタンクモデルについては、流出成分の応答早さを考慮して、タンクの格段毎に、空間的集中化スケールを変化させている点が特徴である。すなわち、早い流出成分に対しては集中化スケールを小さくし、遅い流出成分に対してはそれを大きくした。本研究では、4段のタンクを用い、表面および早い中間流出成分に対応する第1段、第2段タンクからの流出はメッシュ単位で、遅い中間流出に対応する第3段タンクからの流出は各支流とその残流域で、地下水流出成分に対応する第4段タンクからの流出は流域全体を1つとして集中化を行った。このメッシュタンクモデルの概念図を図-1に示す。各タンクからの流出量は、デジタルマップから得られる落水線（擬河道網）に沿って流下するが、遅れ、変形等の集中化過程は考慮していない。

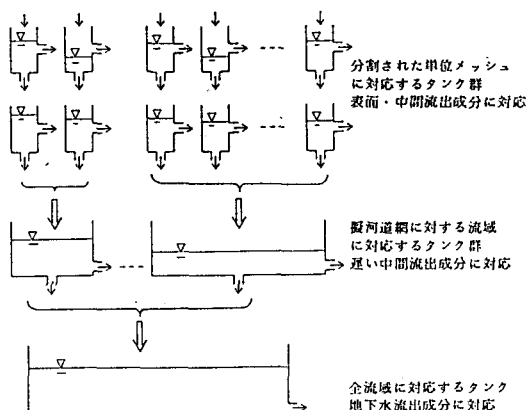


図-1 メッシュタンクモデルの概念図

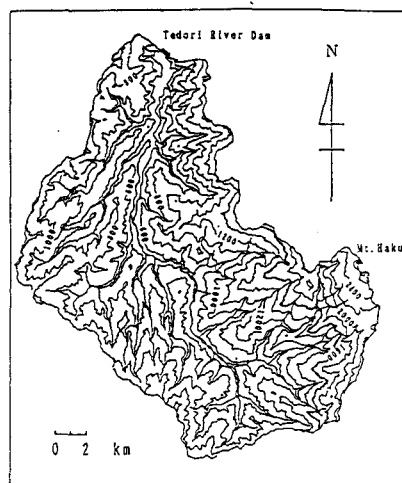


図-2 手取川ダム流域図

3. 実流域への適用 メッシュタンクモデルの適用対象流域は図-2に示す、石川県南西部に位置する手取川流域 ($A=247.23\text{km}^2$) である。解析は、1987年12月から1988年11月まで (case-1) と1990年12月から1991年11月まで (case-2) の2期間で行い、降水量、気温、風速および湿度は手取川ダム管理事務所のデータを用い、その他に必要なデータは金沢地方気象台の観測値を用いた。流域内の降水量の分布は、観測点 ($Z=463\text{m}$) から1000m上昇することで2倍になるよう、つまり $+0.1\%/m$ で補正した。流域内の高度分布を面積-高度曲線として図-3に示す。全流域に対する融雪量の算定には、約500mメッシュのデジタルマップを利用し、流出量の算定には、約250mメッシュのデジタルマップを利用してメッシュタンク

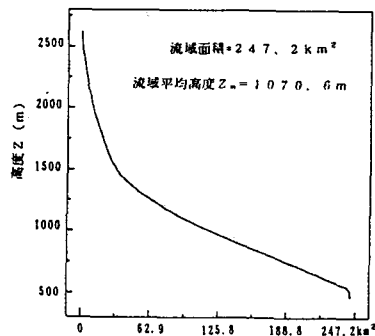
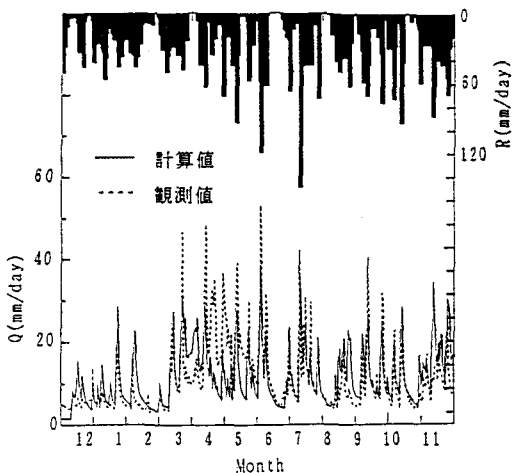


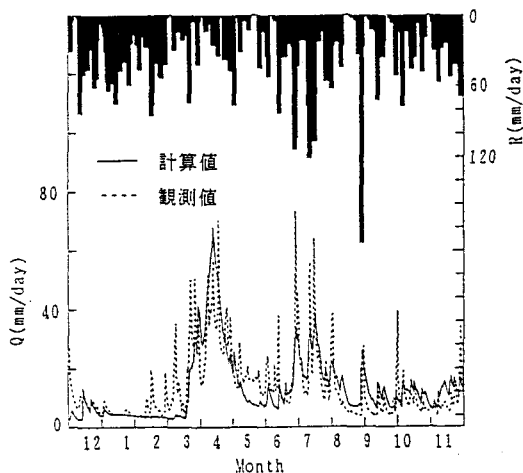
図-3 面積-高度曲線

モデルを構成した。メッシュタンクモデルの第3段タンクは、各支流域からの遅い流出成分に対応しているので、落水線のしきい値を変化させ、実河道に最も近いしきい値10の擬河道網を基準に、流域を20の支流域に分割した。モデルパラメーターは、計算値と観測値の相対誤差を小さくするように試行錯誤的に同定した。次に、メッシュタンクモデルにより得られた2ケースの流出解析結果と観測流出量の比較を図-4、図-5に示す。これから、本モデルによる日単位の流出計算は十分可能である事が分かる。しかし、融雪最盛期の3月から5月にかけての誤差が大きい。これは、融雪計算に用いたいくつかのデータが、流域外の観測値であった事や、土壌、植生を考慮していない事に起因すると考えられる。また、降雨期においても一時的な豪雨があった場合、流出が全体的に少なく、遅れている。これは、第1段タンクの流出孔が1つであるため、流出が遅れていると考えられ、今後、タンクの構造を見直す必要性もある。



case-1

図-4 計算値と観測値の比較



case-2

図-5 計算値と観測値の比較

4. 結語 本研究では、降水量の空間分布を高度によって補正し、流出成分ごとに空間的集中化スケールを変化させた分布型の融雪を含む流出モデルを構築した。実流域に適用した結果、融雪量の算定、モデルパラメーターの同定に課題を残したが、本モデルの有効性は検証できた。今後はモデルの構造、パラメーター、顕熱、潜熱の推定について検討する必要がある。