

II-134 積雪水量の高度分布の非線形仮定を用いた 流域積雪水量の推定

長岡技術科学大学 学生会員 ○古谷健
長岡技術科学大学 正会員 小池俊雄
長岡技術科学大学 正会員 陸旻皎

1. はじめに

融雪流出解析は流出過程、流域融雪量の推定、流域積雪水量の推定の三段階に分けて考えることができ、それぞれの段階について積雪面積情報を用いた手法が提案されている¹⁾²⁾³⁾。積雪の面的な情報から解析対象とする融雪期の積雪水量分布が推定されれば、分布型融雪モデルとの組み合わせにより融雪に伴う積雪域の減少が表現できる。本解析においては、Landsat TM から得られた積雪面積情報を用いて、積雪水量高度分布の非線形を仮定し、流域積雪水量の推定を行った。

2. 分布型融雪モデル

本研究では、次式に示す熱収支方程式により各グリッドでの総融雪量を求める。各項の単位は mm である。

$$M_{cal} = M_r + M_d + M_p \quad (1)$$

ここで、 M_{cal} は総融雪量、 M_r は放射収支による融雪量、 M_d は顕熱による融雪量、 M_p は降雨時に加わる融雪量である。この中で顕熱融雪量 M_d は Degree-hour 法を用いる。また、降雨による融雪量 M_p は降雨がもたらす熱量と降雨時の潜熱伝達量によるものとし小池ら²⁾の方法で計算する。放射収支による融雪量 M_r は短波長放射収支と長波長放射収支から求められる。短波長放射収支については、観測値がないため小池ら⁴⁾の方法で日照率データから得られる入射短波長放射量、雪面アルベド及び太陽の位置と斜面の法線ベクトルからもとまる受光係数を用いて計算する。一方、長波長放射収支量の算定については太田ら⁵⁾のモデルを採用している。

3. 雪面アルベドの同定

雪面アルベドの同定の方法としては、分布型融

雪モデルと、陸ら⁶⁾により提案された分布型流出モデルとを組み合わせた融雪流出モデルにより得られた流域出口における計算流出量と、建設省六日町流量データから得られた実測流出量の期間総量が一致するように同定した。なお、モデルに必要な入力は、1) 気象データ(雨量、気温、日照率)、2) 実河道データ、3) 標高データ、4) 積雪面積情報、である。

4. 積雪面積情報からの流域積雪水量の推定

流域積雪水量 S_s と積雪面積率 A_s との関係は雪線標高 H_0 を媒介として次式で与えられる。

$$S_s = \int_{H_0}^{H_H} S(h)A(h)dh$$

$$A_s = \frac{1}{A_t} \int_{H_0}^{H_H} A(h)dh$$

ここに H_H は流域最高標高、 H_0 は雪線標高、 A_t は全流域面積、 $A(h)$ 、 $S(h)$ はそれぞれ流域面積率と積雪水量の高度分布である。小池ら¹⁾は積雪水量の高度分布を直線分布と仮定し、積雪面積率による流域積雪水量の算定モデルを提案している。しかし、これまでの検討結果から、この直線分布の仮定が成り立たない地域が確認されている。

本研究においては積雪水量の高度分布 $S(h)$ を、融雪量が標高に関してほぼ一様であるということ considering して次の非線形式で仮定した。

$$S(h) = a(h^r - H_0^r)$$

パラメータ a 、 r を分布型融雪モデルによる計算結果を用いて次の方法で同定し、その適合性を以下に検討した。

ある基準時刻 t_0 を定め、その後融雪が進行し、積雪面積情報が得られた時刻 t_i での雪線上のある

点 $p(x, y)$ を考えると、点 p 上での、時刻 t_0 の積雪水量は次式で与える。

$$s(x, y, t_0) = \sum_{t=t_0}^{t_i} M_{cal}(x, y, t)$$

ここで、右辺は点 p 上の基準時刻 t_0 から t_i までの (1) 式で計算される総融雪量である。この方法により、得られた積雪水量の空間分布を基に、点 p 上の時刻 t_i での平均雪線標高に対する平均積雪水量をプロットし、この結果に適合するように積雪水量の標高分布関数のパラメータを同定する。得られた積雪水量の高度分布を図-1に示す。ここで標高 h は以下の変換により無次元化している。ここで H_L は流域最低標高である。

$$x = \frac{h - H_L}{H_H - H_L}$$

魚野川流域

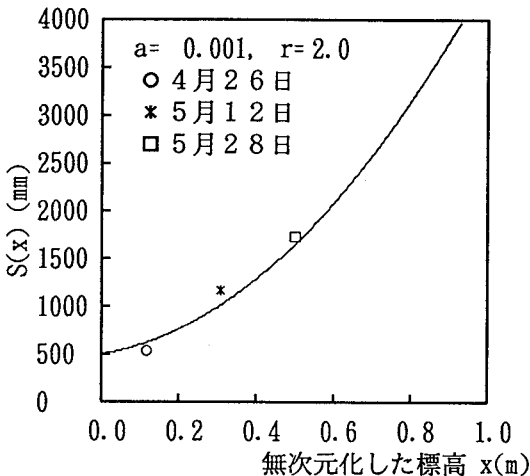


図-1 積雪水量の高度分布

また、流域積雪水量推定モデルの検証には、時刻 t_i から融雪終了日までを対象期間と考えた水収支式による方法を用いる。

$$S_s = \sum Q + \sum E - \sum P - S_{gs} + S_{ge}$$

ここで S_s は期間の総融雪量、 Q は流出高、 E は蒸発散量、 P は雨量、 S_{gs} 、 S_{ge} はそれぞれ起日、終日の地下水貯留量である。この S_s と積雪面積情報から得られた面積率から検証が可能となる。

5. 解析結果

解析結果を図-2に示す。この結果から積雪水

量の高度分布の非線形仮定が当該流域のように、標高の低い部分の面積が比較的大きく、山地が急峻な地形の流域に対しては適合性が高いと考えられる。

魚野川流域

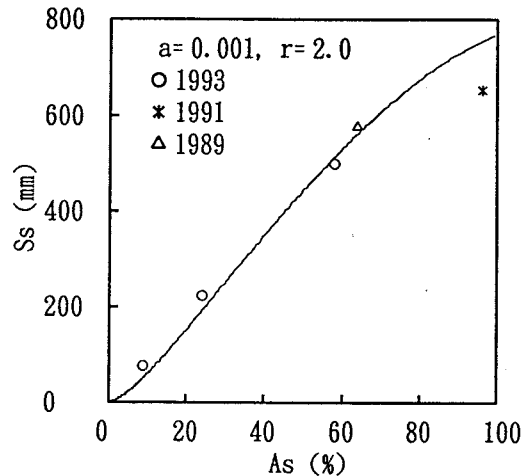


図-2 解析結果

謝辞

本研究は、地方自治体向け人工衛星データ利用パイロットプロジェクトの一環である「人工衛星データを利用した融雪水量モニタリングシステム（宇宙開発事業団）」によるものである。また、本研究で用いた人工衛星データは宇宙開発事業団、魚野川水位観測データは建設省北陸地方建設局信濃川工事事務所より提供していただいたものである。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 小池他：土木学会論文集、357/II-3, pp.159-165, 1985.
- 2) 小池他：土木学会論文集、363/II-4, pp.165-174, 1985.
- 3) 高橋他：第31回水理講演会論文集、pp.173-176, 1987.
- 4) 小池他：水文・水資源学会要旨集、pp.26-29, 1991.
- 5) 太田他：水文・水資源学会発表要旨集、PP.18-20, 1991.
- 6) 陸他：土木学会論文集、第411号 / II-12, pp.135-142, 1989.