

宇都宮大学 工学部 学生員 ○阿久津 政 巳

宇都宮大学 工学部 学生員 田 辺 睦

宇都宮大学 工学部 正会員 長谷部 正 彦

1. はじめに

融雪流出解析において重要な融雪の原因となる解析パラメータは、気温、日射、降雨からの熱、積雪密度、湿度、風速等様々な要因が考えられる。気温日数法は、これらの解析パラメータのうち気温のみで解析を行う最も実用的なモデルであり、熱収支法は、これらすべての要因を考慮した最も物理的なモデルと考えられるが、実際の流域に適用するには、いまだ実用的にはなっていない。

本論文では、これらの物理的要因のうち、最高及び最低気温、積雪密度、積雪深変化を考慮したモデルを考え、時系列的に融雪量を算定した。

なお、解析対象流域は只見川流域 ($A = 425.4 \text{ km}^2$) である。

2. 積雪密度を用いたモデル

まず、図-1 に日平均気温と積雪深変化の関係を、図-2 に積雪密度と積雪深変化の関係を示す。図-1 より、積雪深は日平均気温の上昇とともに滑らかに減少し、図-2 より、積雪密度は積雪深の減少とともにほぼ直線的に増加していることがわかる。従って、これらの物理的要因をモデル内に組み込むことは有用であることを示唆していることが窺える。

以上のような点から、これらの物理的要因を用いて融雪量を下式のように定義する。

$$Q_{sn}(t) = \rho(t) \cdot A_m(t) \cdot dh(t) \cdot a \quad \text{-----} \quad (1)$$

ここに、 Q_{sn} : 融雪量 (m^3/s)、 ρ : 積雪密度 (g/cm^3)、 dh : 日積雪深変化量 (cm)、 A_m : 融雪面積 (Km^2)、 a : 単位換算係数 である。

また、融雪面積は下式のように日最高及び最低気温で求まる。

$$A_m(t) = b \cdot (HF(t) - H_{sn}(t)) \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$HF(t) = T_{\max}(t) / \gamma + H_0 \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$H_{sn}(t) = T_{\min}(t) / \gamma + H_0 \quad \text{-----} \quad (4)$$

ここに、 b : 面積係数、 $HF(t)$: 凍結線 (m)、 $H_{sn}(t)$: 雪線 (m)、 $T_{\max}(t)$: 日最高気温 ($^{\circ}\text{C}$)、 $T_{\min}(t)$: 日最低気温 ($^{\circ}\text{C}$)、 γ : 気温減率 ($^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)、 H_0 : 観測所の標高 (m) である。

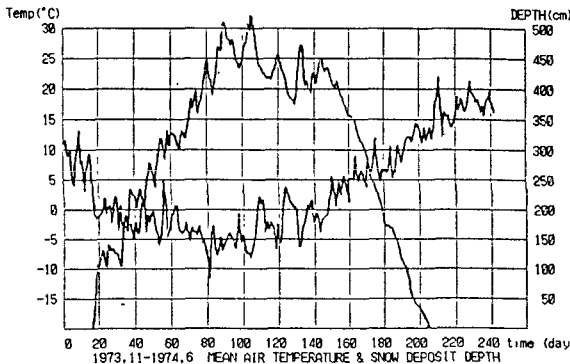


図-1 平均気温と積雪深変化

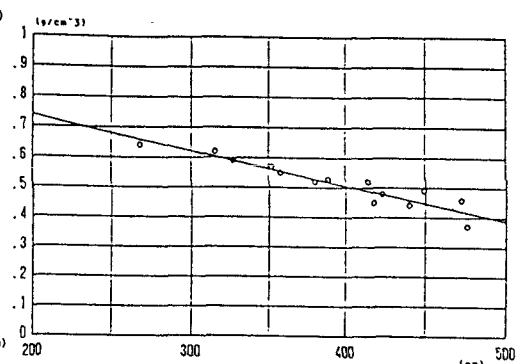


図-2 積雪密度と積雪深変化

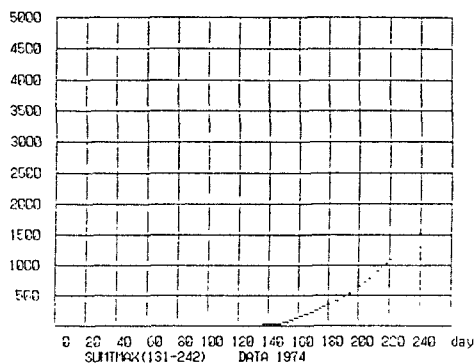


図-3 積算日最高気温

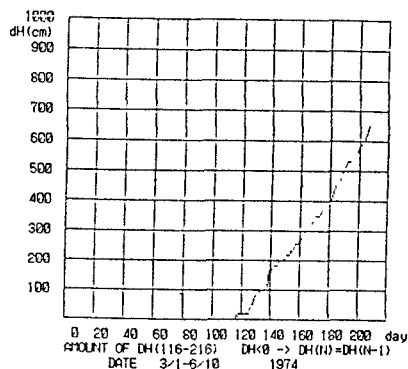


図-4 積算日積雪深変化

しかし、図-1の日平均気温の変化を見てもわかるように、日単位の気温変化は大きく、このまま気温データを用いて式(3)、(4)に適用すると融雪面積の変化も大きくなってしまいます。凍結線と雪線で囲まれる面積と定義される融雪面積は、実際の日最高及び最低気温の変化に対して、凍結線、雪線は鈍く反応するであろうから、融雪面積も日々大きな変化を示さないと考えられる。従って、ここでは気温データを積分してその勾配より平滑化された日気温から融雪面積を算定する。図-3に日最高気温の積算値を示す。

これより、日気温を指数関数で近似した。同様にして、実際の積雪深変化も平滑化を行ったところ、図-4のように、

この場合、一日平均約7 cmの積雪深減少があることがわかった。

以上の諸量を(1)式に適用して融雪量の時系列を求めたのが図-5である。なお、この図は融雪の遅れ時間も考慮してある。この図では時系列の任意の7日において実測流量との誤差があるが、これは、この解析での融雪量は、平滑化された日最高及び最低気温、積雪深変化量を内含して算定されるため、長周期成分と短周期成分との合成である実測流量に比べれば滑らかな曲線となるからである。しかし、水資源計画上で重要とされる期間総流量の点からみれば、実測流量は $12073 \text{ m}^3/\text{s}$ 、この解析法による融雪量は $11005 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、その比をとれば約0.9と実測流量の90%の流量を算定している。また、実測流量から基底流量分を差し引けば、算定流量にほぼ等しく、(1)式による融雪量はかなり妥当な結果を与えていると考えられる。

3. あとがき

本論文では、積雪データに着目し、積雪深変化及び融雪面積を考慮したモデルを考え、融雪量を時系列的に解析することによって、実測流量時系列との比較を行った。その結果、期間総流量の点に注目すれば比較的良好な値を推定した。この理由としては、積雪密度及び積雪深が正確な値を示しているからだと考えられる。

現在このモデルには観測データの関係上、一点観測データを流域を代表するデータと仮定して解析を行っているという問題は残るが、今後、これらのデータの信頼性を検討し、さらに他のケースのデータの解析を行おうと考えている。

参考文献

田辺 睦：昭和63年度修士論文「融雪流出機構と融雪量の算定に関する研究」