

II - 8

追良瀬川流出解析

八戸工業大学大学院 学生会員 ○佐藤 正視

八戸工業大学土木工学科 正会員 佐々木 幹夫

八戸工業大学土木工学科 正会員 竹内 貴弘

1. はじめに

青森県西津軽深浦町を流れる、日本海に注ぐ、2級河川追良瀬川、流域面積 116km² における低水流出解析を実施し、融雪水による水害対策や水資源の有効起用のため、現況の流量を把握し、流出特性（タンクモデル法による解析）を検討したのでここに報告する。

2. 解析対象区域および使用するデータ

追良瀬川について、上流域追良瀬堰地点(42.0km²)と下流域(74.0km²)に分割し2流域に対して解析を行った。流域内近傍の存在する観測所のデータをもとに収集・整理し、1990年10月～2001年9月の降水量、気温及び上流追良瀬堰地点における平成8年から12年間(5年間)の自然流量を使用した。なお、モデルの検証に用いるため、取水量、還元量等を考慮した。蒸発散量はHamon(ハーモン)の式から求めている岩木川流域の値を使用した。

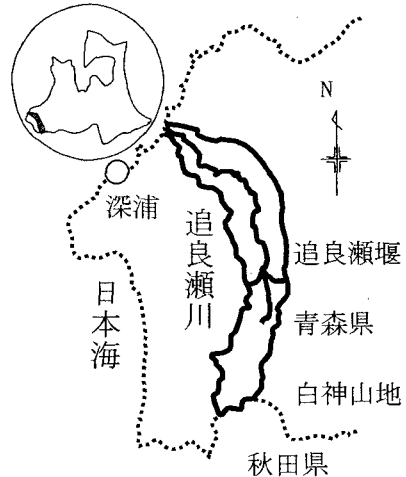


図-1.1 追良瀬川流域図

3. 積雪・融雪モデル

流出計算では、降水量、気温、実測流量の各観測データを使用するが、ここで降水量は降雨のみではなく雪も含んでいるので、そこから有効な降雨を取り出し、積雪・融雪期の有効雨量を計算する必要がある。降雪量 s 及び融雪量 R_m は式(1)、(2)から求められる。降雪量: $s = afr$ (1) 融雪量: $R_m = bcT$ (2)ここに a :雪雨判定関数 b :流域の雪が融ける割合を表す関数 f :高度上昇に伴い増加する雪の量を表す係数 c :気温上昇に伴う単位時間当りの融雪割合の係数 r :降水量(mm) T :気温(°C)

$$a = \begin{cases} 0 & T \geq T_m \\ 1 & T \leq T_i \\ 1 - \frac{T - T_i}{T_m - T_i} & T_i \leq T \leq T_m \end{cases} \quad (1) \quad b = \begin{cases} 1 & T \geq T_m \\ 0 & T \leq T_i \\ \frac{T - T_i}{T_m - T_i} & T_i \leq T \leq T_m \end{cases} \quad (2)$$

ここに T_i :流域内の全ての降水が雪になるときの限界温度(°C) T_m :流域全てで雪が融け始めるときの限界温度(°C)

積雪深 S_t 、および積雪・融雪期における有効雨量 R_t は次式(3)、(4)から求められる。

$$S_t = S_{t-1} + s_t - R_{mt} \quad (3) \quad R_t = R_{rt} + R_{mt} \quad (4) \quad \text{ここに、} s_t = afr_t \quad (1) \quad R_{rt} = (1-a)r_t \quad (6)$$

$$R_{mt} = \begin{cases} bcT_t & \\ S_{t-1} & bcT_t \geq S_{t-1} \end{cases} \quad (7)$$

式中の添字 t は時間、 $t-1$ は1時間前を意味する。流出量は式(4)～(6)に示した、降雨量 R_{rt} と融雪量 R_{mt} を用いてタンクモデルにより算出される。流出量の算出には、3段構成のタンクモデルを用いる。各タンクは、側面に2つの流出孔を設け、最下段を除しタンクの底面に浸透孔を設けた。各タンクの物理的な意味は3段タンクで説明すると以下のよ

うになる。最上段のタンクを表面流出、2 段目のタンクを中間流出、3 段目のタンクを地下水流出に対応している。最上段のタンクの残留水深は 1 つ前の時間の残留水深に有効雨量を加えて、蒸発量+流出高+浸透高を差し引いたものが残留水深となる。2 段目のタンクの残留水深は 1 つ前の時間の残留水深に最上段のタンクからの浸透高を加えて、流出高+浸透高を差し引いたものが残留水深となる。また、蒸発量が最上段のタンクの水深を上回る場合は、その差を 2 段目から差し引く。3 段目のタンクの残留水深は 1 つ前の時間の残留水深に 2 段目のタンクからの浸透高を加えて、流出高を差し引いたものが残留水深となる。

また、最上段のタンクに注入する有効雨量 R_i は、10 月～5 月までの期間は、積雪・融雪モデルによって算出された降水量 R_H 及び融雪量 R_{mf} を用いるが、6 月～9 月の期間は、観測降水量を用いる。

4. 流出解析および結果と考察

図-4.1 に年実測降水量と計算降水量の経年変化を示した。図より追良瀬川上流域では年降水量は、4000mm 程度の降水量であることが分かる。降水量を増幅させ、実測流量とほぼ同じ水量にし解析を行った。

図-4.2 から図-4.4 は、追良瀬川上流域の 1996 年 10 月～1997 年 9 月における地下水流出計算結果を示したものである。図-4.2 は、実測流出量と計算流出量である。実測流出量と計算流出量を比較すると、全体的に良い精度で一致した。しかし、一部実測流出量の表面流出ピークと計算値流出量の表面流出ピークの不一致が見られるが、これは、流出解析に用いた降水量および気温が流出解析対象流域のそれらと合っていないことに原因があるものと考えられ、流出モデルにその原因があるものではない。図-4.3 は、水換算積雪深と気温変化である。12 月前半、積雪が増加し始め、2 月初めに積雪が最大となる。その後、気温の上昇とともに、融雪が始まり図-4.2 を見ると分かるように、流出量が増加する。4 月中旬に融雪が終了する。図-4.4 に降水量と有効雨量を示す。図の降水量に出てくる 12 月～2 月の降水は図-4.3 から積雪、図の有効雨量に出てくる水量は図-4.3 から融雪ということが分かる。3 月～4 月の降水量は少ないが、融雪のため有効雨量は顕著に多くなっている。この有効雨量が図 4-2 の計算流出量に表れている。

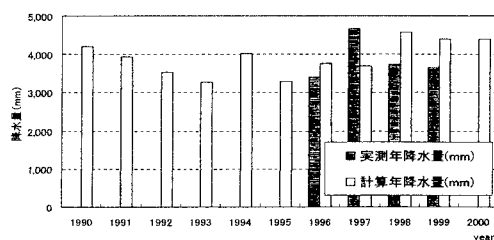


図-4.1 追良瀬川降水量経年変化

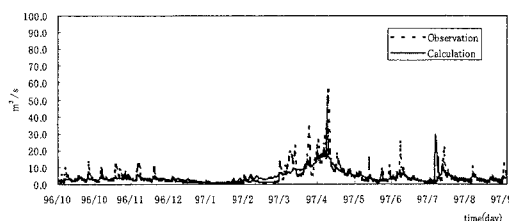


図-4.2 実測流出量・計算流出量

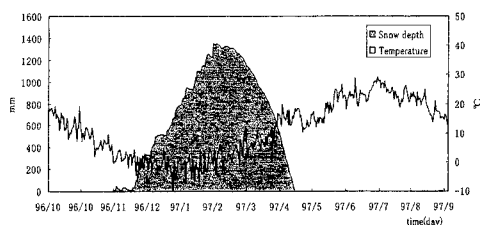


図-4.3 水換算積雪深と気温変化

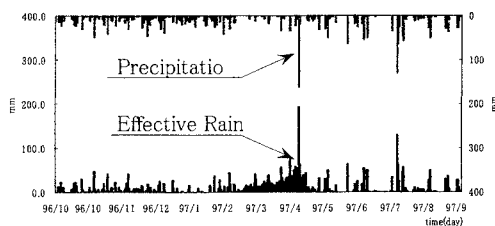


図-4.4 観測降水量と有効雨量

5. 結論

追良瀬川上流域では、積雪・融雪モデルとタンクモデル法による解析を使用し、実測流出量と計算流出量は概ね良い一致を示し、流量予測が可能な流出モデルだということが立証できた。

下流域の実測流量が現在ないため、融雪・積雪モデルとタンクモデル法による高精度な流出量を再現することと、追良瀬川流域の蒸発量を推定することが求められる。