

東京工業大学 正会員 日野 幹雄

宇都宮大学 正会員 長谷部 正彦

要 旨

積雪地域における春季の河川流出量は、融雪による融雪水が大部分である。この融雪量が発電、公共用水の供給源となるので利水工の見地からみても重要な水資源となる。この融雪出水の解析手法は、熱収支にもとづく方法と経験的な方法に区別される。熱収支による融雪の解析(例えば、Wilson⁽¹⁾)では、融雪の原因となる熱量として、大気からの熱、大気中の水蒸気の凝結熱、日射熱などを熱力学的に計算して融雪量をみつめる。一方、経験的な方法としては、degree-dayあるいはdegree-hour法を用いる方法がある。また、著者らは、新に残雪量と雪線との積算気温を考慮した融雪の流出機構を考えた。その結果、融雪量は残雪量と雪線との気温の積算気温の積に比例することを示し、融雪量を算定する式を提案した。⁽²⁾本研究では、これらの解析手法とは異なり、融雪資料からの融雪特性を検討し、さらに著者らが提案しているフィルタ-分離AR法により流出解析し、流域の応答特性等を検討する。

1. 水文資料

対象流域としたのは、奥只見ダムの集水域である只見川上流域(流域面積 $A=425.4\text{ km}^2$)である。解析年は、融雪の始まる以前の11月から、融雪が終了すると思われる6月の末までの期間 $T=7$ である(図-1)。

2. 融雪特性と貯留量

融雪特性と貯留量を調べる為、降水量と流出量の累積値を図-2に示す。解析開始時期(t_0)での降雨のない期間における流出ハイドログラフの逓減部により基底となる流出量を求める。

$$Q_b = Q_0 e^{-\alpha t} \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 Q_b :基底流量、 Q_0 :降雨がやんだ後2~3日以降の流出量、 α :逓減係数、 t :時周(日)。

(1)式を t_0 日から考えている時周まで積分すると基底流量の累積値が求まる。その累積値をも図に示す。

融雪開始日は、流出時系列の累積値線と基底流量の累積値線とが離れ始める点以後と考えられる。また、図から融雪は、2月以降で生じ、4、5月で融雪量が顕著に増加し、5月末頃から減少して6月末頃に終える。次に、累積降水量から累積流出量を引いた貯留量

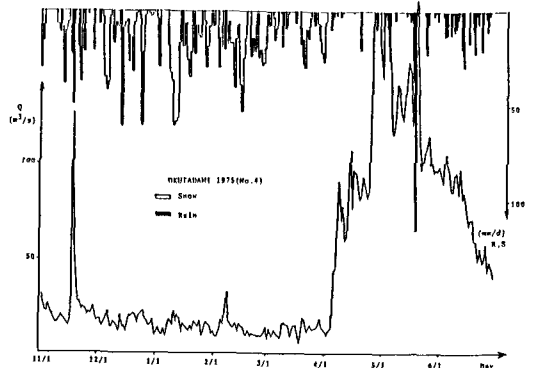


図-1

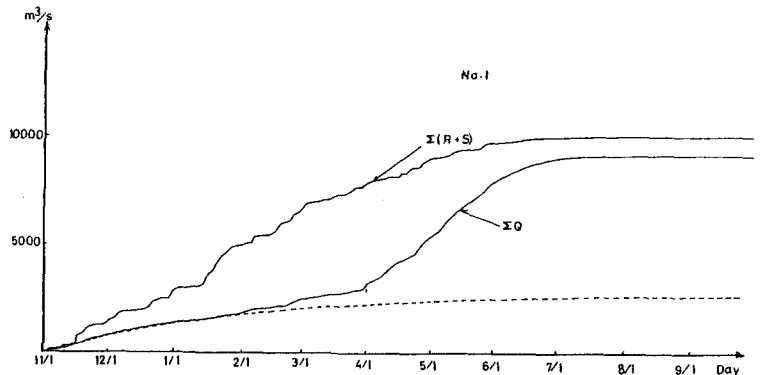


図-2

は、(2)式で求まる(図-3)。

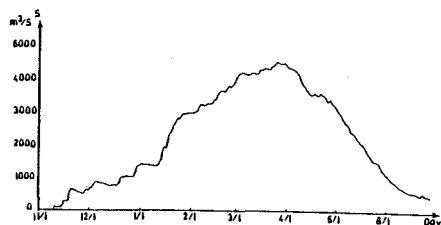
$$S = \int_{t_1}^t f \cdot R dt - \int_{t_1}^t Q dt \text{ ----- (2)}$$

ここに、 S : 貯留量, R : 降水量, Q : 流出量, f : 流出率

3. 流出率

図-2に流出量、降水量のそれぞれの累積値を示しているが、最終解析日(6月30日)以降の累積値も、6月の最後の一次水のハイドログ

図-3



ラフの遞減部を指数関数で近似することによって求めて図に示してある。図から、流出量、降水量の累積値(積分値)は、一定値に近づきこの地点で融雪が完了したことが分かる。流出率は、この一定値の所での降水量の累積値と流出量の比で表わされ(3)式となる。

$$f = \frac{\text{融雪完了時の累積流出量}}{\text{融雪完了時の累積降水量}} \text{ ----- (3)}$$

4. 流出解析

(a) 流出量の流出分離

得られた水文資料の流出時系列に自己回帰(AR)モデルをあてはめ、このAR係数から流出分離日数 $T_c=10$ 日を決定する。流出分離日数が決定したら後方作用の数値フィルターにより流出成分の分離を行なう。流出分離の結果を図-4に示す。

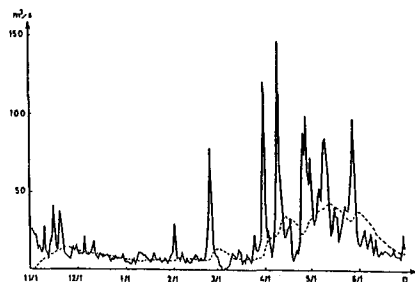


図-4

(b) 応答特性

日単位の降水量(降雨量+降雪量)は、白色雑音であるのでARモデルが適用できる。地下水、表面流出成分にそれぞれARモデルを適用し、流域特性の指標となるAR係数を求める(表-1)。このAR係数から応答関数が求まり⁽³⁾(この求め方は文献に詳細に示されている)図-5に流域の流域特性を示す。この図から、表面流出系では応答関数がシャープな形になり、こゝで1~2日位にピーク流量に達し10日位までにはほぼ流出し終え、一方、地下水流出系では15日位までにピーク流量に達し、3ヶ月位までの長時間かけて流出していることが分かった。

k	AR coef.	
	y(1)	y(2)
1	2.3310	0.9307
2	-2.0521	-0.1814
3	1.0795	
4	-0.6789	
5	0.4898	
6	-0.1731	

表-1

あとがき

融雪資料から、融雪の開始日、融雪機構を検討した。これによると融雪は、4,5月頃が顕著であり、6月末頃までには終わることが示された。また、流域の応答特性は、表面流出系では、シャープな形の応答関数であり、地下水流出系では、後ろに長く尾を引くような形であった。

参考文献

- (1) Wilson, W.T; An Outline of the Thermodynamics of Snow-Melt, Trans. Am. Geop. Union, 1941. (2) 日野・長谷部; 雪線高度の気温、降雪量と考慮した融雪量の算定式について, 工学会論文集(投稿中), (3) 日野・長谷部; フラット分離AR法による非線形流出系の同定と予測, 工学会論文報告集, No.324, 1982

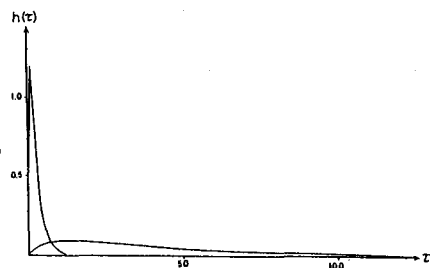


図-5