

II-18

名取川流域の水循環における積雪の影響評価

東北大学大学院 学生会員 ○土田恭平

東北大学大学院 正会員 風間 聡

東北大学大学院 フェロー 沢本正樹

1. はじめに

河川環境に影響を与える一つの要因として流量があげられる。健全な河川環境を維持するためには一定量以上の流量が必要であり、春先から安定して供給される融雪水は重要な役割を果たす。名取川は上流部に蔵王山などの積雪域が存在し、河川環境を評価するためには融雪量の評価や流量の季節変化を把握することが重要である。本研究では名取川流域で、degree-day法を用いて融雪量を計算し、釜房ダムへの融雪水の流入量やその貯留の効果の考察などを行った。

2. 対象地域およびデータセット

対象地域の名取川流域（図1）は、宮城県中央部に位置する。名取川は蔵王山系に端を発し、仙台平野を流れ仙台湾へと注ぐ。流域内の標高、土地利用、河道マップは国土数値情報をもとに作成した。降水量データは気象庁月報より、川崎、仙台、新川のデータから重み付き距離平均法を用いて全流域の降水量を求めた。また、蒸発散量は渡辺ら¹⁾が人工衛星 NOAA/AVHRR の画像から推定した値を用いた。

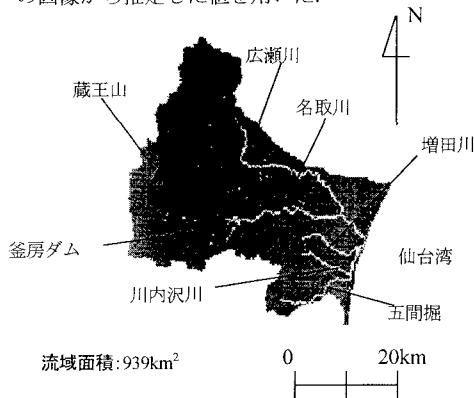


図1 名取川流域図

3. 解析方法

流出計算では各月の時別降水量、各月の蒸発散値を

もとに計算を行った。図1に示された名取川、広瀬川、増田川、川内沢川、五間掘の5本の河川を河川部として扱い、dynamic wave法により計算した。それ以外の場所は、直接流は kinematic wave法により、基底流は貯留関数法により計算した。

a) kinematic wave 法

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$v = \frac{1}{n} h^{2/3} I^{1/2} \quad (2)$$

ここで、 A ：断面積(m^2)、 Q ：流量(m^3/s)、 v ：流速(m/s)、 n ：マンニングの粗度係数、 h ：水深(m)、 I ：水位勾配を表す。

b) 貯留関数法

上層からの浸透流量を r (mm/h)、流出高を q (mm/h) とすると貯留水量 S (mm) は以下の式で求められる。

$$\frac{dS}{dt} = r - q_m - q_{out} \quad (3)$$

また、 S と r の関係は多くの河川について木村²⁾により調べられ、以下の総合貯留関数が与えられている。

$$S = 40.3q^{0.5} \quad (4)$$

本研究でも(4)式を用いて計算した。図2に直接流と基底流の計算概念図を示す。

c) dynamic wave 法

基礎方程式は次の連続式(5)と運動方程式(6)からなる不定流モデル³⁾を用いた。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (5)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1}{2g} \frac{\partial v^2}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 |v| v}{h^{4/3}} = 0 \quad (6)$$

ここで、 A ：断面積(m^2)、 Q ：流量(m^3/s)、 q ：横流入量(m^2/s)、 g ：重力加速度(m/s^2)、 v ：流速(m/s)、 H ：水位(m)、 n ：マンニングの粗度係数、 h ：水深(m)を表す。

式(5)、(6)を差分計算して流出計算を行った。時間差分間隔は10秒、空間差分間隔は250m、粗度係数は0.025である。

d) 融雪量の計算

以下の式で表される、degree-day法を用いた。

$$M = k \sum T \quad (7)$$

ここで、 M ：積算融雪水量(mm)、 $\sum T$ ：日単位の積算気温($^{\circ}C \cdot day$)、 k ：融雪係数を表す。

融雪係数は戸塚ら⁴⁾が東北地方全域で推定した値を用いることとした。また、標高による気温減率は $0.6(^{\circ}C/100m)$ とした。気温 $2.0^{\circ}C$ 以上の降水を雪として、流域内の積雪からの融雪量を計算した。

4. 結果および考察

計算により得られた釜房ダムへの融雪水の流入量と、全流入量の実測値を図4に示す。降水量の少ない2月頃に融雪水量が実測値を上回っている期間がある。

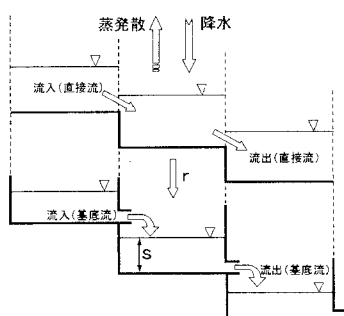


図2 直接流および基底流計算概念図

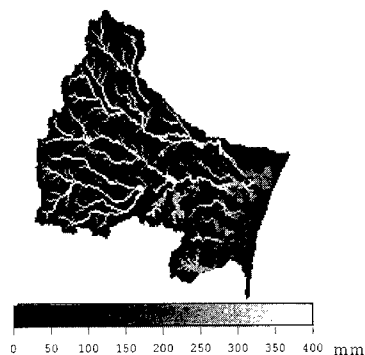


図4 融雪水流出図(2000年3月)

この期間の流入量の大部分が融雪水により占められており、これは12、1月の積雪によるものである。よって12、1月の積雪量が減少すると、十分な河川流量が維持できない可能性がある。よって、融雪水がこの時期の河川環境維持において重要な役割を果たしているといえる。また、融雪水量が実測値を上回っているのは、標高の高い地点での降水量データがないために高地での降雪量が正確に評価されていないことや、東北地方全域で推定した融雪係数を用いたことなどの影響であると考えられる。しかし、融雪水が安定して釜房ダムに流入する様子を再現できている。また、図4に3月の融雪水の流出図を示す。上流域から融雪水が集まり流下する様子や、ダムに流入する様子が再現されている。

謝辞

国土交通省東北整備局釜房ダム管理所にはデータの提供を受けた。また、河川環境管理財団に研究助成を受けた。併せて謝意を表します。

参考文献

- 1) 渡辺浩明, 風間聡, 多田毅, 沢本正樹, 岡崎新太郎: 土地利用を考慮した時空間蒸発散解析, 河川技術論文集, 8巻, 2002.
- 2) 古川秀夫: 河川工学, 朝倉書店, pp45-48, 1966.
- 3) 伊藤剛: 数値解析の応用と基礎, アテネ出版, 1971.
- 4) 戸塚岳大: 積雪モデルと衛星積雪面情報を用いた東北地方の積雪分布解析, 土木学会東北支部技術研究発表会, 2003.

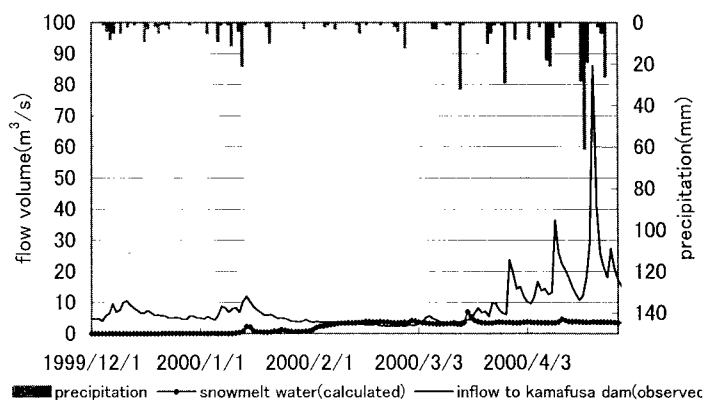


図3 釜房ダムにおける融雪水流入量(計算値)と実測流入量