

II-10

積雪寒冷地における流出解析

八戸工業大学大学院 学生員 ○佐藤 正視
八戸工業大学環境建設工学科 正会員 佐々木 幹夫
八戸工業大学環境建設工学科 正会員 竹内 貴弘

1. はじめに

青森・岩手県境で国内最大規模の産業廃棄物不法投棄現場（推定量は青森県側が約 67 万 m^3 、岩手県側が約 15 万 m^3 、面積は両県合わせて 270 km^2 ）がある。産業廃棄物不法投棄現場付近では、地下水汚染や異臭が発生している。

馬淵川は八戸市の水道水源で、侵出水が支川へ流入している可能性があり、大きな社会問題になっている。

そのため本研究では、産業廃棄物不法投棄現場からの流出量・浸透量を予測した。

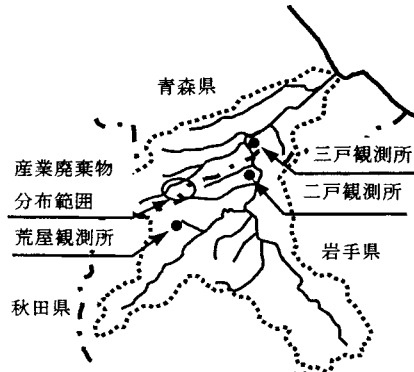


図-1 馬淵川流域

2. 解析対象区域および使用するデータ

気温・降水量は、二戸観測所・三戸観測所・荒屋観測所の 1990/10～2002/9 までを使用した。

最深積雪は、二戸観測所・三戸観測所の 1990/10～2002/9 までを使用した。

3. 積雪・融雪モデル

流出計算では、降水量、気温の各観測データを使用するが、積雪寒冷地では降水量は降雨のみではなく雪も含んでいるので、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。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)とする。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($^{\circ}C$)である。

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

T_i : 流域内の全ての降水が雪になるときの限界温度($^{\circ}C$), T_m : 流域全てで雪が融け始めるときの限界温度($^{\circ}C$), 積雪深 S_i 、および積雪・融雪期における有効雨量 R_i は次式(3),(4)から求められる。

$$S_i = S_{i-1} + s_i - R_{mi} \quad (3) \quad R_i = R_n + R_{mi} \quad (4) \quad \text{ここに、} s_i = afr_i \quad (1) \quad R_n = (1-a)r_i \quad (5)$$

$$R_{mi} = \begin{cases} bcT_i & bcT_i \geq S_{i-1} \\ S_{i-1} & bcT_i < S_{i-1} \end{cases} \quad (6) \quad \text{式中の添字 } i \text{ は時間、} i-1 \text{ は 1 日前を意味する。}$$

産業廃棄物不法投棄現場の積雪・融雪モデルの設定は次の通りである。 $f = 2, c = 2, T_i = 0^{\circ}C, T_m = 2^{\circ}C$

4. タンクモデル

産業廃棄物現場のタンクモデルの各定数は次のような設定である。(1)流出孔定数: $C_{11}=0.6, C_{12}=0.9, C_{21}=0.13, C_{22}=0.14, C_{31}=0.007, C_{32}=0.007$, (2) 浸透孔の高さ: $Z_{11}=10\text{mm}, Z_{12}=50\text{mm}, Z_{21}=10\text{mm}, Z_{22}=40\text{mm}, Z_{31}=0\text{mm}, Z_{32}=30\text{mm}$, (3) 浸透孔定数: $B_1=0.4, B_2=0.05, B_3=0$, (4) 計算初期のタンク残留水深: $H_1=50\text{mm}, H_2=120\text{mm}, H_3=200\text{mm}$

5. 浸透モデル

今回の雨水浸透は流域全体の押し出し流れとし、一次元移流拡散

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -D \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} + v \frac{\partial c}{\partial z} \quad \text{とした。}$$

6. 結果と考察

モデル係数は、浅瀬石川と産業廃棄物不法投棄現場とも地質が第四系と同じであるため、浅瀬石川で作られた係数を使用した。図 6.1 は計算流量である。図から産業廃棄物不法投棄場所では、計算流量全体から見ると流量のピークは融雪期ではないことが分かる。図 6.2 は中間流出と地下水流出を合わせた流量である。図から中間流出と地下水流出量は融雪期に大きい傾向がある。図 6.3 は水換算積雪深と観測値である。観測値と計算値を比較すると全体的に融雪時期は同じだが、積雪深が 99 年と 02 年は 400mm 違っている。図 6.4 は過去 12 年間の累計浸透量である。年間の浸透量は約 1000m³/s 程度であり、累積すると約 12000m³/s となった。

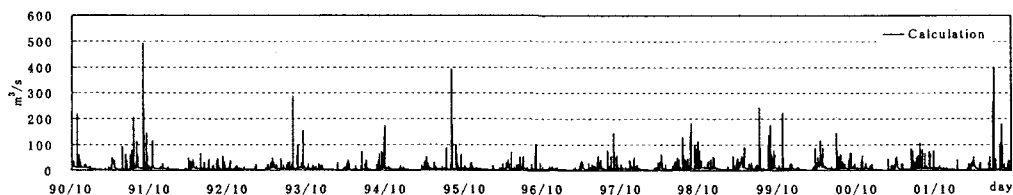


図-2 1990/10～2002/9 までの計算流量

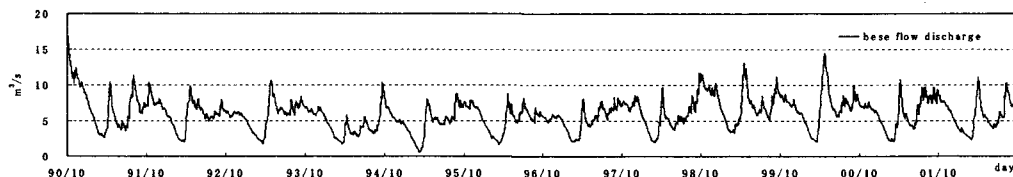


図-3 1990/10～2002/9 までの中間流出+地下水流出

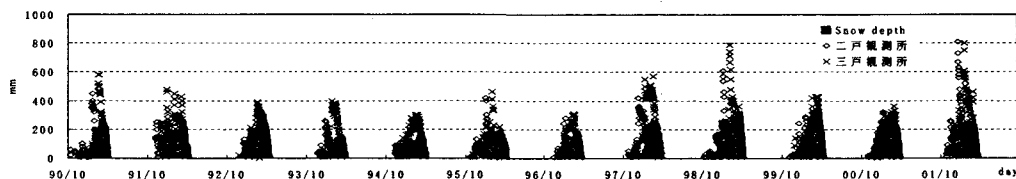


図-4 1990/10～2002/9 までの水換算積雪深と観測値

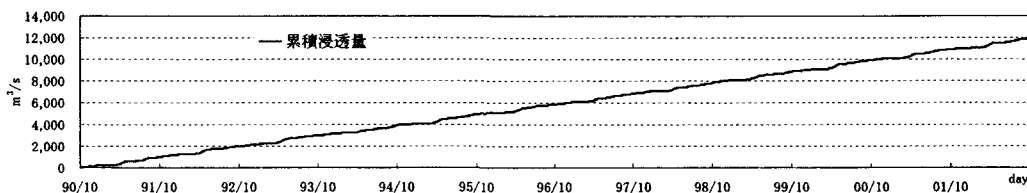


図-5 1990/10～2002/9 までの累積浸透量

7. 結論

今回は実測流量データが無いため検証することはできなかったが、過去 12 年間の累積浸透量は 12000 m³/s と多量な汚染水が浸透していることが予測される。今後の課題として①観測値と違う年のある水換算積雪深を合わせる。②浸透モデルを一次元移流拡散モデルから三次元移流拡散にする。③実測流量を用いて高精度なモデルを確立させる。現状に近い流量を算出するため、このような過程を進めていき汚染水量と汚染範囲を求めたい。