

水文諸量の空間分布推定に基づく幌延調査流域の流出解析

日本原子力研究開発機構 ○山本陽一 前川恵輔 横田秀晴
レアックス 向井和行 石井啓滋

1. はじめに

日本原子力研究開発機構では、北海道幌延町で進めている幌延深地層研究計画の一環として表層水理調査を実施している。表層水理調査では気象観測、河川流量調査および地下水位、土壌水分、水質の観測等を行っており、これらの観測値に基づいて地下水流動解析の境界条件や初期条件の把握を行うこととしている。しかしながら、対象とする範囲に対してそれぞれの水文諸量の観測点には限りがある。このため、地下水涵養量の推定精度向上には、対象とする流域の水文諸量の空間・時間変動を明らかにして、流域の水循環プロセスを説明できることが必要である。そこで、気象要素の空間分布推定方法を検討し、推定された気象要素を入力データとした長期流出解析を実施した。その結果およびモデル化の過程で水循環プロセスに関する知見が得られたので報告する。

2. 流域の概況

図-1 に表層水理調査の対象流域と流域内の気象観測所（北進気象観測所）および河川流量観測位置を示した。対象流域は、研究所設置地区である幌延町北進地区およびその周辺を流域とする清水川流域（P-3 流域）、一号川流域（P-4 流域）、ペンケエベコロベツ川流域（P-5 流域）の3流域で、それぞれの河川はいずれも天塩川水系の河川である。対象流域は主に新第三紀の堆積岩を基盤とし、河川沿いに沖積堆積物が分布する。周辺の地形は丘陵～丘陵性山地であり、地形的特徴で分類すると、起伏が大きく谷密度が高い地域と、起伏が緩やかで谷密度が低い地域とに分けられる。流域内にはほぼ南北に走る大曲断層と幌延断層が存在し、前者については高透水性構造を有する断層帯であると推定されている¹⁾。

3. 水文諸量の空間分布推定

(1) 推定フロー

図-2 に流出解析における水文諸量推定方法のフローを示す。メッシュ気候値 2000（気象庁，2002）を用いて気象要素に関する対象流域の空間分布特性を 1km メッシュで整理したところ、夏期の降雨のばらつきはキーワード 降積雪、融雪、タンクモデル、水収支、空間分布

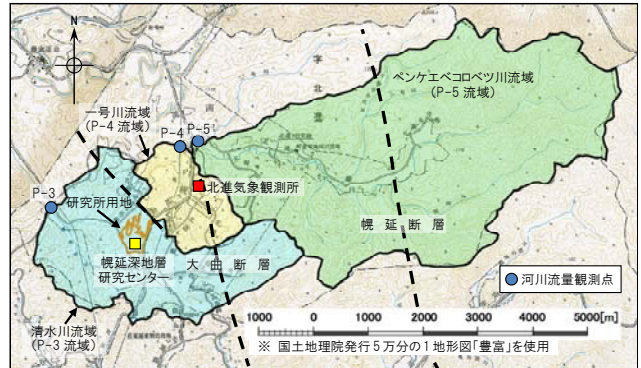


図-1 調査流域

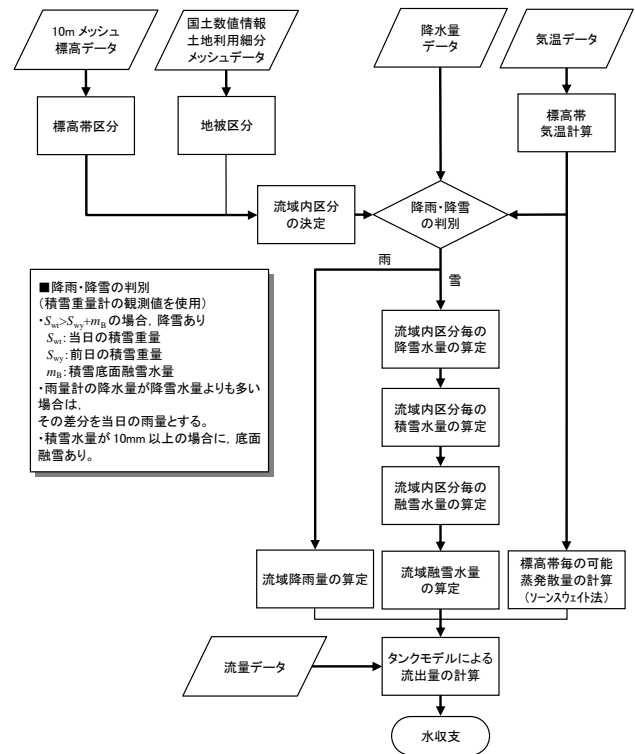


図-2 水文諸量の推定フロー

少ないが、積雪の分布は標高で変化してばらつき、P-5 流域の山地地域で最も大きくなる結果を得た。そこで、降雨は空間分布を考慮せず流域全体に北進気象観測所の観測値を適用することとし、降雪・積雪・融雪のプロセスについて空間分布の推定を行うこととした。これらのプロセスに影響する要素のうち、標高を気温、斜面方向を日射量、地形起伏量を風速、植生を日射量・風速としてそれぞれを考慮した地形解析の結果から、

最終的に流域全体を8つの項目によって細区分し(植生2区分×標高4区分),流域各区分の降雪・積雪・融雪の各水量を推定した.蒸発散量は,標高帯毎の気温からソーンズウェイト法により可能蒸発散量を求め,流出解析を通して流域平均の実蒸発散量を推定した.

(2) 気温

メッシュ気候値のデータを整理して得られた気温低減率 0.76°C/100m を用いて,北進気象観測所の実測値から標高帯毎に算出した.

(3) 降雪・積雪水量

北進気象観測所の積雪重量計と積雪深計の観測値から積雪水量を求め,その日変化量が底面融雪量(0.3mm/d)以上に増加した場合の差分を基準点の降雪水量とした.各区分の降雪水量は基準点の値に,積雪調査²⁾の実測値(積雪水量)との誤差が最小になるよう定めた割増係数を乗じて求めた.

(4) 融雪水量

融雪水量は次式³⁾を用いて各流域内区分毎に算出し,それぞれの面積で重み付け平均した値を流域の融雪水量とした.

$$M = KT + \frac{1}{l_M} pT + m_B \quad (1)$$

M:融雪水量(mm/d), K:融雪係数(mm/°C), p:降水量(mm/d), T:気温(°C)(ただし T<0 の場合, T=0), l_M:融解潜熱(=80cal/g), m_B:積雪底面融雪水量(mm/d)

ここで,融雪係数は観測所の積雪水量変化において,消雪の時期が実測値と同時期になる値を初期値とし,流出解析の過程で検討年毎に設定した.積雪底面融雪水量は,近傍流域の冬期観測結果⁴⁾を参考に 0.3mm/d とした.

4. 流出解析結果と考察

2004年11月1日~2009年11月30日を対象とし,タンクモデルによる日単位の流出解析を行った.タンクモデルは1列4段のモデルを採用した.

図-3に2006年の流出量の再現結果を示す.このほかの年も含め概ね良好な流出量の再現ができた.流出解析による5年間の流域平均融雪水量は,気象観測所の観測値の1.12倍と推算された.流出量を再現する過程においては,P-3流域からの地下水流出量のうちの一定割合をP-4流域に加えることで,対象流域全体の水収支の平衡が保たれる結果が得られた.このことは,区間河川流量調査結果や,P-3流域東側の尾根部が涵養域でP-4流域が流出域であるとした地下水流動解析結果⁵⁾とも整合的であるが,当該流域の地下水流動が

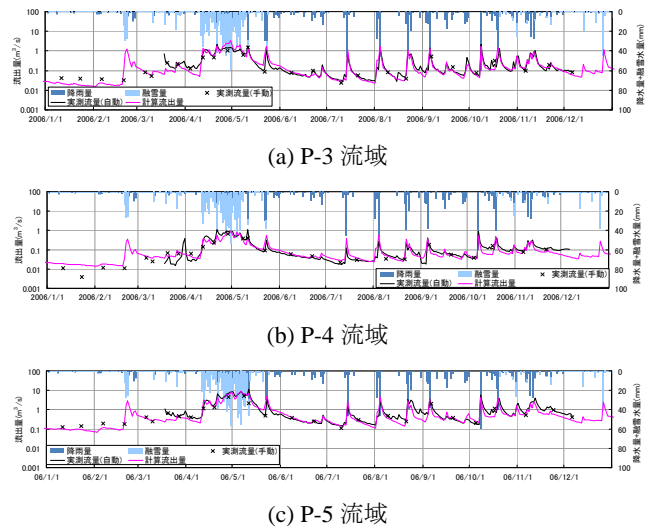


図-3 2006年の流量再現結果

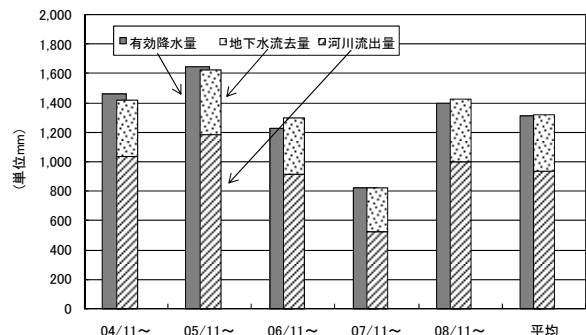


図-4 有効降水量と河川流出量・地下水流出量の比較

より広域の地下水流動系に影響されている可能性などについて検討を深める必要があると考えられる.

図-4に流域全体を対象とした各年および平均の有効降水量(降水量-実蒸発散量)と河川流出量・地下水流出量を示した.河川流出量と地下水流出量の和が有効降水量よりも多い年と少ない年があり,貯留量に年変動が生じていることを表している.

5. まとめ

気象要素の空間分布推定法を検討した結果,降雨量は流域全体ではほぼ一様,降雪量は植生や地形に応じて推定する必要があると判断された.タンクモデルによる流出解析は流出量を良好に再現することができたことから,降雪水量・融雪水量の推定手法は妥当と考えられた.また,再現された水収支から,流域間の地下水流動や貯留量の年変動が示唆された.

参考文献

- 1)石井他:北海道北部,幌延地域における大曲断層の三次元分布と水理特性,地質学雑誌,Vol.112, No.5, 301-304, 2006.
- 2)山本他:北海道幌延地域における積雪調査,日本地下水学会2009年秋季講演会講演要旨,276-279,2009.
- 3)菅原:流出解析法,共立出版,p.101,1970.
- 4)野村他:気温と降雪深による山地の積雪深と積雪水量の推定,北海道大学農学部演習林研究報告,56(2),11-19,1999.
- 5)戸村他:幌延深地層研究計画における表層水理現地調査,日本地下水学会2008年秋季講演会講演要旨,160-165,2008.