

北海道開発コンサルタント ○宮崎知与  
北海道大学農学部 田中夕美子・新谷 融

はじめに

日本全国に分布する第四紀火山の多くは、その山体と山麓周辺に火山性砂礫(軽石・スコリア・岩片・火山灰など)を主体にした粗粒な火山噴出物が厚く堆積している。こうした火山地域の高標高域では、表層に緻密な岩体がなければ降水の浸透度は高く、山腹の溜れ谷には常時流水はない。一方、山麓下部に分布する湧水地においては地下水が一举に湧出し、これらは、火山地域特有の水系分布となっている。本論では、樽前東山麓火山性砂礫地における水取支の実態を明らかにするために、湧水分布、流量、土層などの調査を行い、流出過程と地下水貯留機構について考察した。

1. 調査地概況

幌内川流域は、樽前東山麓に位置する流域面積約8km<sup>2</sup>の小流域である(図-1)。流域表層部は、ボーリングデータ<sup>5)</sup>から層厚約100mの支笏火砕流堆積物(Spf1)の上に、およそ9,000年前から活発な活動を開始した樽前火山の降下堆積物が、5~10mの厚さで上からTa-a~Ta-dという順に埋没腐植層を挟む形で堆積している。

幌内川は、直接流出成分が少ない流量変動の安定した典型的な火山性砂礫河川であり、年最小流量(231 ℓ/s)を基底流出量であると仮定すると、幌内川の基底流出率(年総流出量に対する基底流出量の割合)は87%に達する。この地域における河川源頭は、いずれも顕著な湧水帯で始まっており、湧水帯の標高は地下水面の標高を代表していると考えられる。勇払川の源頭の標高は、支笏湖水面とほぼ同じ255m、苫小牧川175m、幌内川48mと西に高く東に低い傾向が読みとられ、その勾配はおよそ1%である。

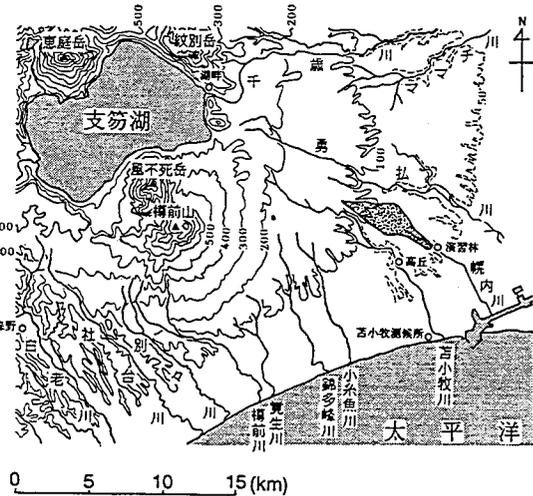


図-1 調査地位置図

2. 幌内川流域における流下に伴う流量変化

幌内川流域には、河川源頭を形成する湧水帯が二つあり、それらを含めて河川流量の縦断的变化を調べるために、5地点で流量を計測した。流量観測地点は、本流源頭の湧水帯における湧水量をNO.1で測定し、支流の湧水帯はNO.3からNO.2を差し引くことによって求めた。図-2に横軸に流下距離、縦軸に流量をとり、豊水期と渇水期における測定結果を示す。1989年9月5日は、8月27-28日の台風による連続100mmの降雨と9月3-4日の温帯低気圧による連続70mmの降雨によって河川流量は増水しており、1990年8月10日は、ほぼ渇水期に当たっている。単位距離あたりの流量増加量を「湧水率」と呼ぶと、グラフの傾きが湧水率を示している。渇水期のグラフを見ると、湧水帯からの流入のある区間でいずれも湧水率が高く、他の区間では低くなっている。各区間における豊水期と渇水期の区間湧水量の比

較を表-1にまとめた。ここで、豊水期と安定期の湧水量の比を「増水率」とすると、湧水率の小さい区間で逆に増水率が高くなっている。このように、各区間で増水率の異なることから、基底流出成分と直接流出成分の流出過程が異なっていることが示唆される。

### 3. 河岸部湧水の分布とその湧出様式

調査対象区間を現地踏査をしたところ、河岸部にはいたるところに小湧水が観察され、特に湧水帯においては、Ta-b層から湧出する小湧水が密に分布しているため湧水率が高くなっていた。図-3に湧水率の低い区間の河岸部湧水の分布を示した。今回の調査では、Ta-b湧水が26、Ta-c湧水が6、Ta-d湧水が7の計39ヶ所の河岸部湧水 (Ta-b湧水とはTa-b層から湧出している湧水を指す)を確認することができた。

河岸部湧水の観察地点のうち計11ヶ所 (Ta-b湧水4、Ta-c湧水6、Ta-d湧水1)では、埋没腐植層上からの湧出が観察された。埋没腐植層は溪岸浸食による崩壊地などの極所域を除けば斜面にほぼ一様に分布している<sup>1)</sup>と考えられ、直接流出成分の流出過程を推測する上で、埋没腐植層を含めた各土層の透水性が重要だと考えられた。

流域内および近辺の露頭で各土層を100~200cm<sup>3</sup>採土し、変水頭法により透水係数を測定した (図-4) (白ぬきの星は軽石層、黒星は腐植層の透水係数)。各土層は、一般に難透水層と呼ばれている10<sup>-6</sup>cm/sオーダーと比較して高い。しかし、Ta-c腐植層、Ta-d腐植層、Spf1腐植層などの埋没腐植層や、Spf1は10<sup>-4</sup>~10<sup>-3</sup>cm/sオーダーと他の軽石層と比較して低くなっていた。

### 4. 幌内川流域における流出過程

以上の結果より、幌内川流域における流出過程を考

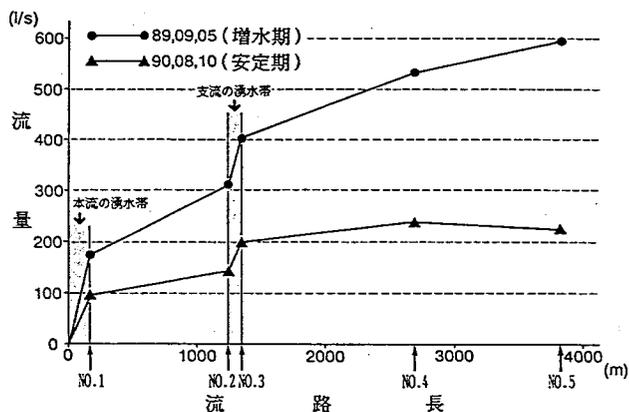


図-2 幌内川の流下に伴う流量変化

表-1 各区間湧水量と増水率

		~ NO.1	NO.1~2	NO.2~3	NO.3~4	NO.4~5
区間湧水量 (l/s)	豊水期 '89.09.05	176	137	93	129	58
	濁水期 '90.08.10	96	48	56	39	-13
増水率		1.8	2.9	1.7	3.3	——

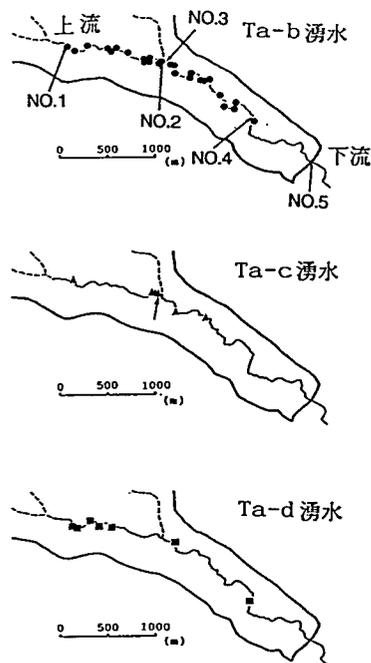


図-3 河岸部湧水の分布

察してみた(図-5)。地表面のTa-a腐植層とそれ以下の樽前火山噴出物の透水性は非常に高く、表面流出は直接流路降雨を除けばほとんど発生しないため、河川水は中間流出と地下水流出により供給される。また、難透水層と呼べる土層は少なくとも地表下10m程度にはなく、少雨は全て地下水体に貯留されるが、大雨時(60~80mm/day以上)に斜面では、比較的透水性の低い埋没腐植層上の軽石層で降水の一部が中間流となり速やかに流域外に流出し、直接流出成分を形成するものと思われる。一方、貯留された地下水は、地下25~30mにある地下水面の勾配にしたがいゆっくりと河川へ流出し、安定した基底流出に寄与していると考えられる。

### 5. タンクモデルによる流出解析

降水が流域に浸透し河川へ流出する過程の中で、水は貯留形態をとっている。そこで、降水、貯留水、河川水の三者の関係を見るためにタンクモデルによる流出解析を行った。図-6に1988年6月~1989年3月までの幌内川の流量観測地点NO.5のハイドログラフを示した。図の点線は、タンクモデルによる推定結果であり、使用した各パラメータは図の右側に示しておいた。図中の積雪期間とは、根雪の期間を示している(1988年12月20日根雪開始、1989年3月3日融雪開始、同年3月31日消雪)。蒸発散量については、6~9月は2mm/day、10~11月は0.5mm/day(12~3月はなし)<sup>4)</sup>を1段目のタンクから順に差し引き、1段目の貯留高が0mmのときは2段目から差し引いた。さらに、2段目の貯留高が0mmになったときには、1段目の負の貯留高として加算した。また、積雪期間中は、苫小牧地方は積雪が少なく土壌が凍結することから積雪下面融雪量を無視できるものと考え、3月には融雪期に入るが、この期間入力を一律に0mmとした。

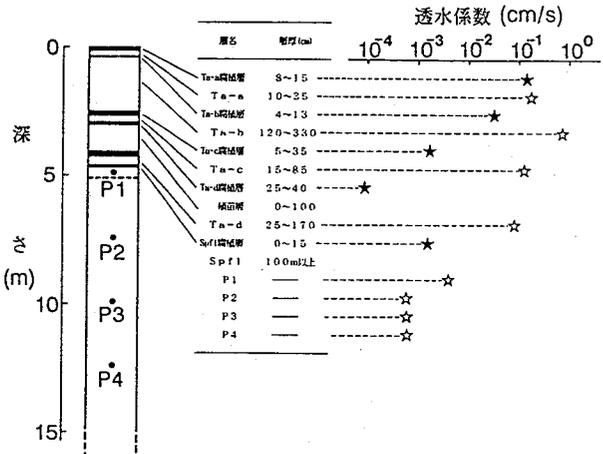


図-4 火山性土層の透水係数

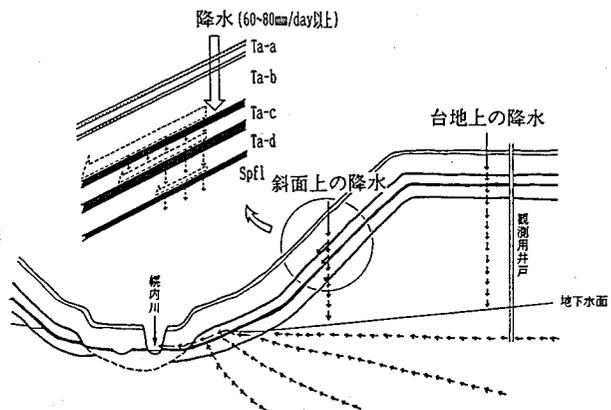


図-5 幌内川における中間・地下水流出過程

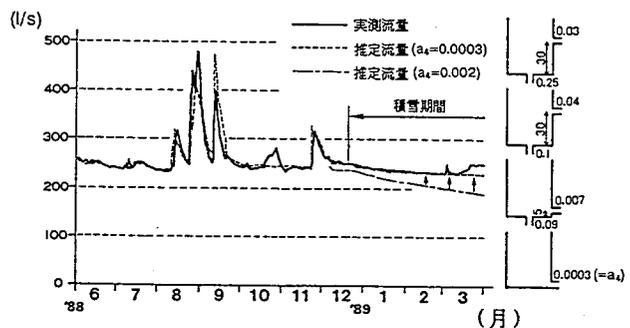


図-6 タンクモデルによる流出解析

各タンクからの流出の様子から、上から3段目までで直接流出成分(表面・中間流出成分)が、4段目からは基底流出成分(地下水流出成分)が表現されるものと考えた。4段目の流出係数は、他河川と同程度の $a_4=0.002^{3)}$ にすると図中の一点鎖線のようにになり積雪期間の減衰を表現できず、 $a_4=0.0003$ を用いて初めて図の点線のように表すことができた。4段目の流出係数が小さいために貯留高が高くなり、流域には多量な地下水が貯留されていることが示唆される。

## 6. 火山性砂礫流域における水収支

最後にまとめとして、幌内川の水収支の検討を行った(図-7)。図中の数値は流域へのinput(降水量)を100として現した相対値であり、各流出過程を経て流域外に流出するoutputの合計は同じ100になる。田中<sup>4)</sup>がこの期間熱収支法により蒸発散量を推定しており、それを用いると25が蒸発散により失われる。残差75のうち9は表面・中間流出成分として速やかに流域外に流出するが、大半の66は地下水貯留に回る。そして、安定した地下水流出成分を供給するために、タンク4段目の流出係数が他の一般河川より小さい結果570(貯留高8500mm、地下水漏水量も加味すると600)という年降水量の6年分ほどの地下水貯留量が想定される。有効間隙率を $0.4^{2)}$ とすると、タンクモデルの貯留高から地下水体の厚さは21m( $8.5 \div 0.4$ )程度に見積もられ、Spf1の厚さ100mの1/5にあたる。また、地下水面の勾配1%と透水係数(図-5)を用いれば、流域の幅を2000m、地下水体の厚さを100mとすると、3(地下水漏水量)は河川へ流出することなく流域外に流出することとなる。

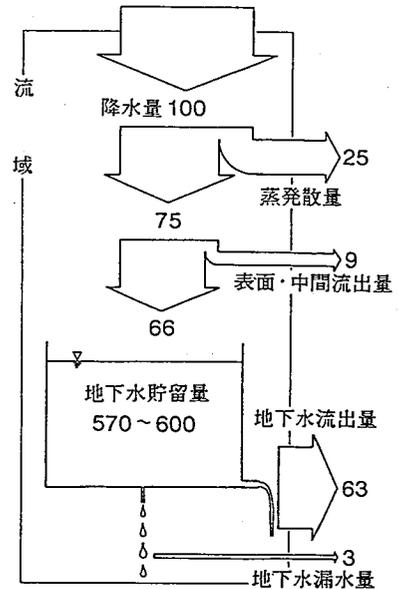


図-7 火山性砂礫河川幌内川における水収支

おわりに

今後さらに広範囲における降水量や流量のデータの蓄積により、樽前東山麓一帯や支笏湖水を含めた水循環像を明らかにしたい。

## 引用・参考文献

- 1) 宮崎 知与・南里 智之・中村 太士(1990)：樽前東山麓幌内川流域における河岸部湧水の分布とその様式. 日林北支論, 38, 242-245.
- 2) 宮崎 知与・田中夕美子・新谷 融(1991)：幌内川の流量安定性と火山性土層への地下水貯留. 日林北支論, 39.
- 3) 菅原 正巳(1975)：流出解析法. 共立出版, 257p
- 4) 田中夕美子(1990)：森林流域における蒸発散量推定の試み. 日本農業気象学会 第4回局地気象研究会.
- 5) 山口久之助・小原 常弘(1974)：支笏周辺地下水資源調査報告. 北海道立地下資源調査所.