

苦小牧周辺河川の流出特性

Runoff characteristics in the basins of the Tarumae volcanic area

苦小牧工業高等専門学校 ○正会員 八田茂実 (Shigemi HATTA)
 苦小牧工業高等専門学校 正会員 秋野隆英 (Takahide AKINO)
 苦小牧工業高等専門学校 藤井清志 (Kiyoshi FUJII)
 苦小牧工業高等専門学校 照井文哉 (Fumiya TERUI)

1 はじめに

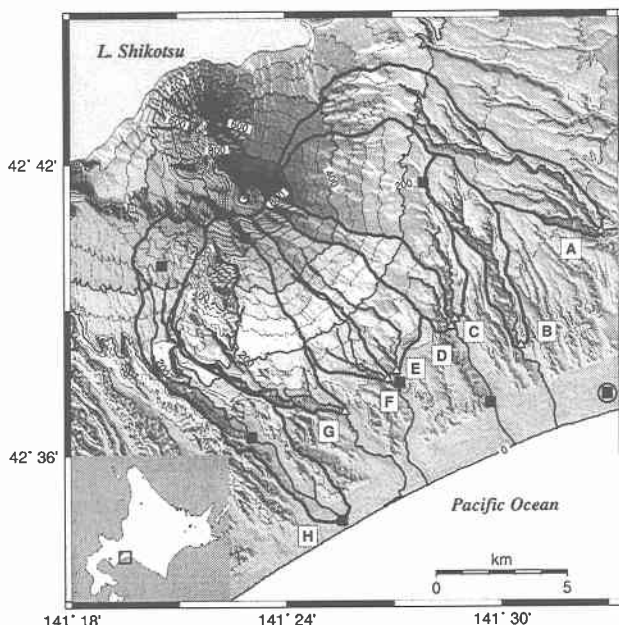
樽前山麓を水源とする苦小牧市近郊の河川は、水量も豊富で極めて優良な水質であることが知られている。これらの河川の特徴は、流域を広く覆っている樽前火山噴出物によるものと考えられているが、流域の水収支も含めた流出現象について解明されていないのが現状である。本研究では、苦小牧市近郊河川の流域内の物質輸送も含めた流出過程を明らかにすることを目的としている。本報告ではその先鞭として、対象とする苦小牧西部地域の流出特性と設置した試験流域において現在までに得られた資料を提示し、試験流域における降雨流出特性を報告する。

2 対象流域と調査の概要

本研究で対象とした地域は樽前山南側山麓を流れる苦小牧川、小糸魚川、錦多峰川、錦多峰沢川、熊の沢川、覚生川、樽前川、別々川流域の計8流域である。対象とした流域の地形とその諸元を図-1および表-1に示す。

対象地域では、第4紀火山岩の分布する標高300m以上の山岳地帯を除き、その大半が支笏火山噴出物・樽前火山噴出物が厚く堆積した火山性台地となっている。火山性台地上では地形の勾配もゆるく、流域界も明確ではない。火山噴出物は東側ほど厚く堆積しており、標高300m程度以下では地表付近に不透水性の岩盤が存在していない。また、樽前川以西では樽前火山噴出物は薄く、主として下位の支笏火山噴出物が多く見られる¹⁾。流域別に見ると、この地域の流域は地表付近の地形から大きく3つに分類できる。苦小牧川から錦多峰沢川までの4流域は上流の河道近傍に軽石流堆積物の溶結部が認められる箇所があるが、大半は軽石を中心とした樽前火山噴出物が厚く堆積している。熊の沢川・覚生川の2流域は先の4流域と同様に、火砕流台地を流れているものの、河道付近は縦方向に深く侵食され、基岩が露出している。また、樽前川・別々川流域では上流部は縦侵食により基岩が露出しているが、中下流部では丘陵の侵食が進み、比較的平坦な地形となっている。

流域の地被状態としては、全流域とも流域の大半を森林域が覆っているが、樽前山頂付近では裸地となっている。一方、対象地域内では北海道開発局室蘭開発建設部、北海道室蘭土木現業所、苦小牧市水道部がそれぞれ流量・降水量の観測を行っている。流量はいずれの観測においても流域末端に設置した水圧式水位計により得られた水位を水位流量曲線によって流量に換算している。また、降



A: 苦小牧川流域, B: 小糸魚川流域, C: 錦多峰川流域, D: 錦多峰沢川流域, E: 熊の沢川流域, F: 覚生川流域, G: 樽前川流域, H: 別々川流域

図中の■印は雨量観測点, ○印は AMeDAS 地点を示す。

図-1 対象流域の概要

表-1 対象流域の諸元

記号	流域名	流域面積 km ²	主河道長 km	流域標高 m
A	苦小牧川	25.40	12.49	29~702
B	小糸魚川	8.97	7.39	27~182
C	錦多峰川	24.11	4.51	36~1012
D	錦多峰沢川	8.65	3.04	34~1012
E	熊の沢川	13.66	7.57	54~955
F	覚生川	9.79	6.45	57~987
G	樽前川	24.23	9.91	47~986
H	別々川	25.40	14.74	4~836

雨資料は転倒マス型雨量計による観測値である。流量観測点および雨量観測点を図-1中に示した。本研究では、これらの資料に苦小牧測候所および筆者らが観測している資料を加え解析を行う。

3 対象地域の流出特性

表-2に1999年から2000年の年間の雨量と流出高の算定結果を示す。流域雨量の計算にあたっては、8地点の雨量観測所からティーセン法によって各流域の雨量を求

表- 2 各流域における年間水収支

	1999		2000	
	降水量 mm	流出高 mm	降水量 mm	流出高 mm
苦小牧川	1939	1773	1550	1902
小糸魚川	1806	2253*	1531	2387
錦多峰川	2042	1759	1620	1752
錦多峰沢川	2030	1215	1673	1273
熊の沢川	1772	1276	1756	
覚生川	1785	759	1766	747*
樽前川	1947	1859	1835	1760
別々川	1520	1665*	1735	1759*

*は欠測日の日流出高を年最低流出高で置き換えた参考値

めた。また、12月から3月にかけて観測値が得られていない雨量計については、苦小牧の AMeDAS の雨量を用いて計算している。また、年間流出高の計算に際しては、欠測値のある日は年最低流出高として積算している。対象地域全体ではほぼ 100% の流出率となっており、とりわけ錦多峰沢・熊の沢・覚生川の 3 流域を除いた樽前山の東西に位置する 5 流域では 100% 程度、あるいは 100% を超える流出率となっている。AMeDAS で観測されている冬期間の降水量は、流域の積雪量と比較しても小さな値となっているため、流域に入力された降水量はこれ以上の値が予想される。また、蒸発散に関する直接的なデータは得られていないが、Hamon 式により可能蒸発散量を求めたところ、対象地域では 500mm/yr 前後の値となった。口澤・中津川²⁾は、定山溪ダムにおける実蒸発散量の推定結果から、森林域では水収支法から得られた実蒸発散量と Hamon 式で計算された可能蒸発散量が近い値になることを示しており、本研究で計算された可能蒸発散量を実蒸発散量と考える。

以上のことを勘案しても、対象とした流域のうち、特に苦小牧川から錦多峰川までの 3 流域では、流出率が 100% を超えることが予想され、地形的な流域界を越えた地中水の流入が存在するものと考えられる。このような傾向は、苦小牧川の東側に隣接する幌内川流域でも指摘されており³⁾、樽前山麓南側流域の大きな特徴といえる。

一方、図-2 に 1999 年 1 月から 12 月における対象地域の日流出高の変化を示す。この地域では、西側および標高の高い地点での雨量が大きく、一概に比較できないものの、ピーク流量およびハイドログラフの形状が大きく異なっていることがわかる。すなわち、樽前川・別々川の 2 流域は他の流域に比べ日流量の変動が大きく、錦多峰川・錦多峰沢川では 100mm/day を超えるような大雨に対しても流量変動はほとんど見られない。一方、低水期流量は苦小牧川・小糸魚川・錦多峰川で特に大きく、年最低流量でも 4mm/day 程度以上の値となっている。こうした流出の特徴は樽前川を境界とする樽前火山噴出物の堆積厚の分布と定性的に一致しており、高橋⁴⁾が指摘しているように、火山噴出物層は洪水を平滑化すると同時に、保水性が極めて高いことを示している。

4 小糸魚川流域における洪水流出特性

以上のように、本研究で対象としている苦小牧西部地区の河川は低水期の流量が大きく、流量変動が極めて小さいという特徴を有している。ここでは、この中でも最

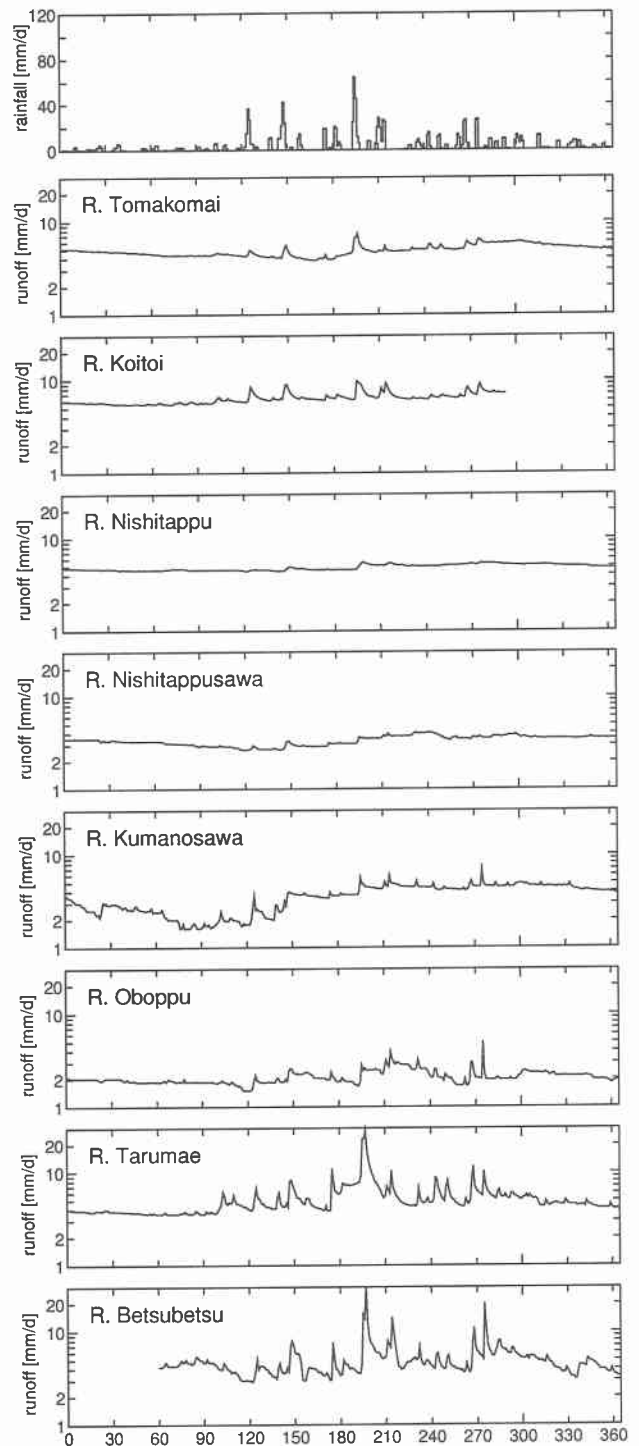


図- 2 日流量の比較 (1999 年)

も特徴的な流出形態を有する小糸魚川流域を対象として、その流出特性の調査結果について述べる。

4.1 流域と調査の概要

小糸魚川流域は、対象地域の東部側に位置する流域で、流出率は 100% を大きく上回っている。

流域内では、流量の分布を調べるため、本川最上流の湧水群を含め 8 地点で流量観測を行っている。最下流地点では連続的な流量観測を行っているが、それ以外の観測点では適宜観測を行った。流域の地形と観測点の位置を図-3 に示す。図中には、主要な河道のみを示している

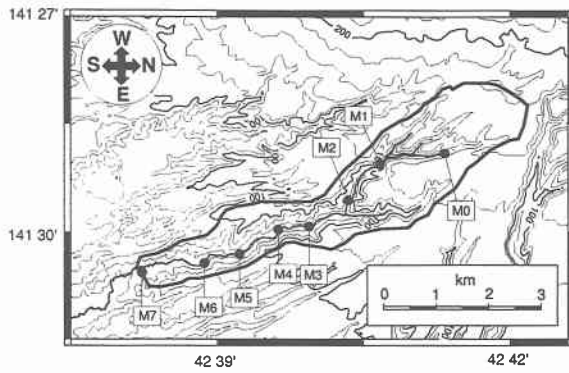


図- 3 小糸魚川流域における調査地点

表- 3 土中水の E₂₆₀ の測定結果

採水深度	30cm	50cm	100cm
E ₂₆₀	0.3481	0.3153	0.1725

るが、試験流域内には他にも河道長が数 10m 程度の小支流がいくつか存在している。

一方、水質関係では流出成分の分離を目的として、M0 から M7 までの流量観測地点の河川水、そして地表面から 30cm, 50cm, 100cm における地中水を採取し、紫外部 260nm の吸光度 (E₂₆₀) を測定している。ここで、E₂₆₀ は、フミン質濃度と相関が高いことが知られており⁵⁾、フミン質濃度の指標として利用した。

表-3は M7 地点より上流側 200m の地点で採取した土中水の E₂₆₀ を示している。観測資料が十分とはいえないものの、地表からの深さが大きくなると、E₂₆₀ は小さくなる傾向が見られ、その値も丹保ら⁵⁾ とほぼ一致している。

4.2 調査結果

(1) 洪水時の流出成分

図-4は表-4に示した観測期間のうち、R010822 のハイドログラフと E₂₆₀ の観測値を示している。本研究では、この 2 つの降雨イベントについて、E₂₆₀ を用いた流出成分の分離を行った。流出成分の算定方法は、次式の質量保存則により、浅い層からの流出量 Q_s と地下水流出量 Q_g をそれぞれ求めた。

$$Q = Q_s + Q_g \quad (1)$$

$$Q \cdot C = Q_s \cdot C_s + Q_g \cdot C_g \quad (2)$$

ここで、Q は流量、C は E₂₆₀ 吸光度であり、C_s, C_g はそれぞれある深度の E₂₆₀ である。

図-5,6は上記 2 つの降雨イベントについて、ハイドログラフを分離した結果を示している。計算にあたっては、低水時の河川水がすべて地下水流出でまかなわれているものと仮定し、低水時の河川水の E₂₆₀ の平均値を C_g として採用した。また、直接流出に対応する E₂₆₀ は、地下水流出が、ハイドログラフの減水部の第 2 変曲点から流量低減曲線を降雨終了時刻まで逆挿した線で表されるものとして、減水部分が一致するように定めている。このようにして、C_s を求めた結果、R010822 では 0.13, R010907

表- 4 洪水期間の概要

eventNo.	開始日	終了日時	総雨量 (mm)
R010822	01/08/22	01/08/27	67.8
R010907	01/09/07	01/09/20	246.8

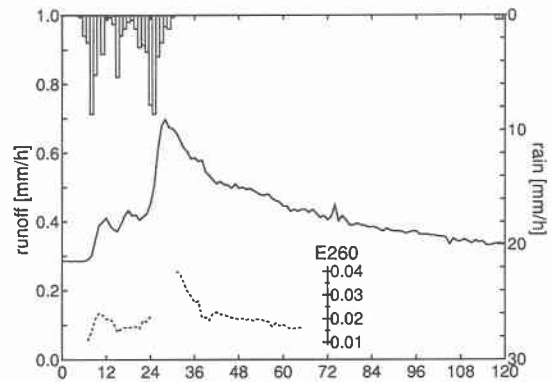


図- 4 R010822 のハイドログラフ

では 0.20 となった。表-3の土中水の E₂₆₀ の調査結果とあわせると、平均的に見て直接流出成分は R010822 では地表面下 100cm 以深の層から、出水規模の大きい R010907 では 50~100cm の間の層からの流出が主体となっていると考えられる。

(2) 流出量の空間分布

図-7は、流量観測点における流域面積と、2001 年 10 月 6 日と 10 月 12 日に観測した流量、流入量の関係を示したものである。流入量は、各測点で観測した流出量の差を測点間の面積で除したもので、負値になっている部分は上流側よりも流量が小さくなっていることを意味し、測点間の面積がそれぞれの区間の流入量と一致する。10 月 6 日は 9 月中旬の出水の影響を受けているものの、小糸魚川流域における低水量にほぼ相当する。10 月 12 日の流出量は前日の総雨量 121mm の大雨によるピーク流量付近で、2001 年の 2 番目に大きな洪水流量に対応している。尚、12 日の測定は 13 時から 16 時の間に行い、この間の流量変化は M7 地点で 20l/s であった。このため、各測点の測定時間の差による流量変化の影響は無視できると考えられる。

低水時についてみると、流量は M3 地点まで増加する

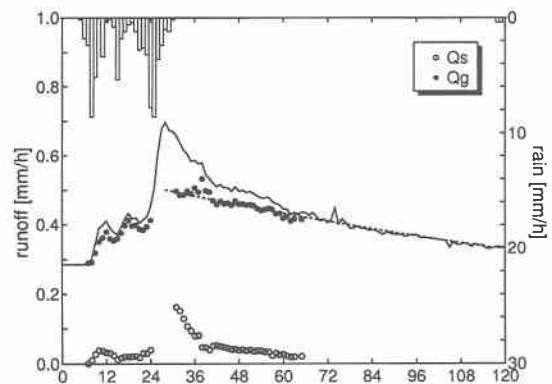


図- 5 R010822 の流出成分の分離結果

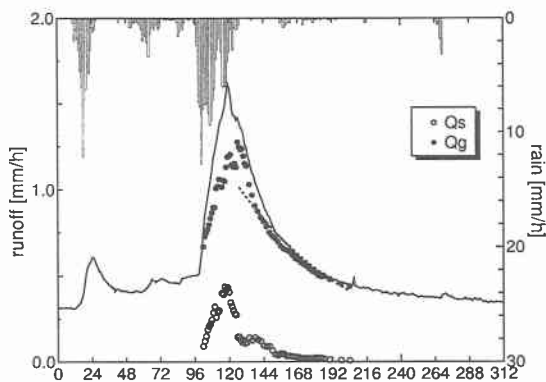


図- 6 R010907 の流出成分の分離結果

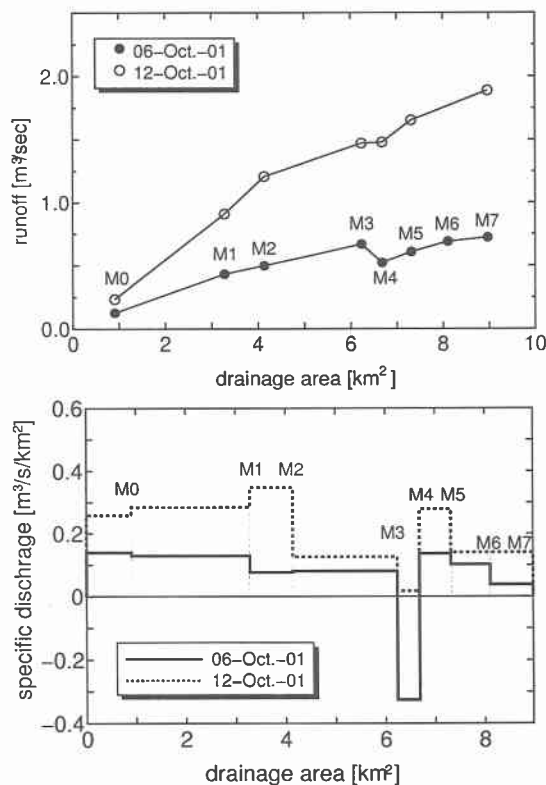


図- 7 流量観測点における流量と地点間の流入量の変化

傾向が見られるが、M4 地点では逆に流量が上流側よりも少なくなり、その後 M7 地点までの間に M3 地点の流量まで回復している。M3～M4 の区間では河道長 100m 程度の小支川が流入しているものの、河床勾配が急変しており、全体としてはこの区間で河川水が地下水を涵養していると考えられる。各測定区間の流入量は下流側に進むにつれ、緩やかに減少する傾向があり、M3 地点より上流側では全流出量の 93% がまかなわれている

これに対し、洪水時は、最上流から M2 までの区間で、低水時とは逆に流入量は徐々に大きくなり、M4～M5 の区間でもほぼ同程度の流入量となっている。残りの M2～M3、M5～M7 の区間では流入量は低水時と比較してもそれほど大きくなっておらず、M3～M4 の区間では、涵養量と周辺からの流入がほぼつりあった状態と考えられる。全流入量に対する割合では、最上流から M3 までの区間で、78%を、M3～最下流までの区間では 22%とな

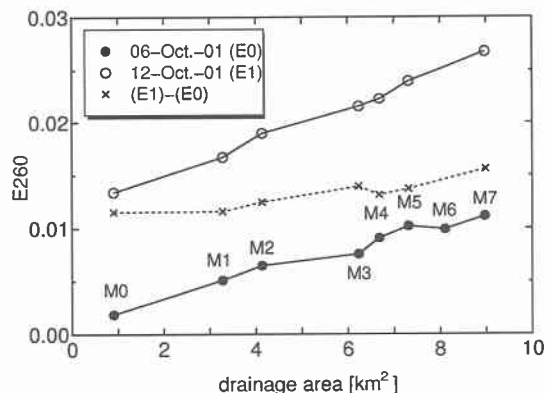


図- 8 流量観測点における E_{260} の変化

り、低水時の流入量に比べ、M3 地点より下流域の流量構成比が大きくなっている。これは、見かけ上 M3～M4 区間の地下水への涵養が低下したためと考えられる。

一方、図-8は、上記の 2 期間について、各測点における E_{260} をプロットしたものである。図中には、洪水時と低水時の吸光度の差も点線で示している。 E_{260} は、低水時・洪水時とも M0～M7 地点まで流下方向に対して直線的に増加する傾向がある。洪水時と低水時の吸光度の変化(図中の点線)を見ると、全体的な吸光度の増加は、最上流の湧水群の吸光度の増分にほぼ一致しているが、下流ほど洪水時の吸光度が上昇することがわかる。対象流域では吸光度の値そのものが小さく、測定例も 2 例しかないが、上流側の流入水に比べ下流側では、比較的浅い層からの流入水の影響が大きくなっているものと考えられる。

5 おわりに

本研究では、樽前山南西部に位置する 8 つの流域について、流域の状況、長期的な流出特性を報告した。また、このうちの小糸魚川流域について観測資料を提示し、洪水流出特性について検討を行った。現在のところ観測資料が乏しいため、定性的な検討のみとなっているが、今後観測資料を蓄積し、火山地域の特異な流出過程について検討を進める予定である。

最後になりましたが、北海道開発局室蘭開発建設部、北海道室蘭土木現業所から貴重な水文資料を提供していただきました。また、苫小牧市水道部からは水文資料の提供と同時に、流域調査に対し多くの支援を頂きました。ここに記して関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 早川福利・佐藤巖, 支笏湖東南地域の河川について, 北海道立地下資源調査所報告, 50, pp.109-132, 1978.
- 2) 口澤寿・中津川誠, 積雪寒冷地域における水収支と蒸発散量の評価, 土木学会北海道支部論文報告集, 57, pp.422-425, 2001.
- 3) 宮崎知与・田中夕美子・新谷融, 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, pp.181-184, 1991.
- 4) 高橋裕, 河川水文学, 共立出版, 1987.
- 5) 丹保憲仁・亀井翼, 自然系, 都市系の流出指標としての紫外吸光度と TOC, 水文・水資源学会 1988 年研究発表要旨集, pp.180-181, 1988.