



Title	宗谷丘陵の河川における流出特性と基盤岩石物性との関係について
Author(s)	田中, 幸哉; TANAKA, Yukiya; 安形, 康 他
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 53(2), 269-287
Issue Date	1996-09
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/21405">https://hdl.handle.net/2115/21405</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	53(2)_P269-287.pdf



# 宗谷丘陵の河川における流出特性と 基盤岩石物性との関係について

田中 幸哉\* 安形 康\*\* 笹 賀一郎\*\*\*

Relationships between Rock Properties of Basement Rocks and Runoff  
Characteristics in Soya Hill, Hokkaido, Northern Japan

by

Yukiya TANAKA\*, Yasushi AGATA\*\* and Kaichiro SASA\*\*\*

## 要 旨

流域の基盤岩石の岩石物性が流出特性に与える影響を検討するために、宗谷丘陵南部の4流域においてパーシャルフリュームを用いて流量観測を行い、さらにフィルタ分離AR法によって流出成分の成分分離を行った。これら4流域は力学的強度と透水性が異なる4種類の堆積岩(稚内層: **Wk**, 声間層: **Kt**, 勇知層: **Yt**, 更別層: **Sa**)からそれぞれ構成されている。その結果、基盤岩石と流出特性の違いにおいて、次のような関係が認められた。

まず、力学的強度が大きい固結岩である **Wk** および **Kt** 流域において逋減が遅く interflow 成分が多い一方、力学的強度が小さい非固結岩である **Sa** および **Yt** 流域において逋減が速く quickflow 成分が多いことが解った。流域の保水力は基盤岩石の透水性とは直接関係しないようである。これは **Wk**・**Kt** には節理が **Sa**・**Yt** よりはるかに多数見られ、これが降雨時に reservoir としてはたらき、流域の保水力を規定していると考えられる。

一方、基盤岩石の透水性が大きいとピーク流量が小さい傾向が、均質な非固結砂質岩であ

---

1996年3月29日受理。 Received March 29, 1996

\*東京大学大学院理学系研究科地理学専攻

Department of Geography, Graduate School of Science, University of Tokyo

現在: 福井大学教育学部地理学教室 910 福井市文京3丁目9番1号

Present address: Department of Geography, Faculty of Education, Fukui University, 3-9-1, Bunkyo, Fukui 910

\*\*東京大学大学院理学系研究科地理学専攻 113 東京都文京区本郷7丁目3番1号

Department of Geography, Graduate School of Science, University of Tokyo, 7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113

\*\*\*北海道大学農学部附属演習林

The Hokkaido University Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

る  $S_a$  と  $Y_t$  間で明瞭に認められるのに対し、固結泥質岩である  $W_k$  と  $K_t$  間でははっきりと認められなかった。

キーワード：宗谷丘陵，流量観測，成分分離，保水力，ピーク流量

## 1. はじめに

河川の流出特性は流域の基盤となっている岩石の種類によって異なることが知られている。たとえば、わが国の河川については、渇水流量・低水流量などの流況を表す流量（高橋ほか，1981；虫明，1978），流量の逓減（高橋ほか，1983）などの流出特性と流域地質の関係についての検討がなされてきた。これらの研究は，流域の「保水力」と一般に言われている性質が流域の地質によって異なっている事を示している。その結果を見ると，「保水力」が高いとされている流域地質は，いずれの研究においても第四紀火山噴出物である。これは，火山体地下水の研究（山本，1970 など）を通して明らかにされている火山噴出物の水文地質学的特性，つまり内部の孔隙やクラックに大量の水を貯留しうる特徴と整合し，「保水力の高い地質で出来ている流域は，流域全体としての保水力も高い」と概念的に理解されるようになった。

以上に示した研究は，流域毎の地質条件の違いを岩石名の違いで定性的に捉えている。しかし，今後は各流域を構成する基盤岩石や構成土層の物理的（水文地質学的）性質をふまえて流域内の水の挙動を解明し，それが流出特性にどう反映されるか解明する必要がある。そのような方針をとった研究として，平田（1966），Onda（1992），Onda（1994）などがある。今後はこのようなアプローチを続けることによって，流域の環境条件が流出特性に与える影響をより具体的にすることが期待される。また，丘陵地形については岩石物性と地形の関係についての定量的な研究（Suzuki *et al.*, 1985；田中，1990 など）がある。これらを発展させるためには，この関係の中間項となる“水の挙動”を明らかにする必要がある。このような研究は岩石物性の違いによる地形形成過程の違い，すなわち丘陵地における削剝過程を解明する端緒となろう。

以上のような観点から，基盤岩の岩石物性が異なり，かつそれらの値が既に明らかになっている流域において流出特性の比較を行い，基盤岩石の物理的性質の違いがどのように流出特性に反映するか検討することを目的として，北海道宗谷丘陵南部の4つの小流域において河川流量観測を行った。本稿では，現在までに得られたデータを提示し，あわせて，その簡単な解釈も試みる。

## 2. 調査地域

## 2. 1. 丘陵構成岩石の岩相および物性

調査対象地域は北海道天塩郡豊富町・幌延町の宗谷丘陵南部の4流域である(図-1・2)。この付近の丘陵は、北海道大学天塩地方演習林内の西半分(問寒別川以西)の丘陵と同一層序

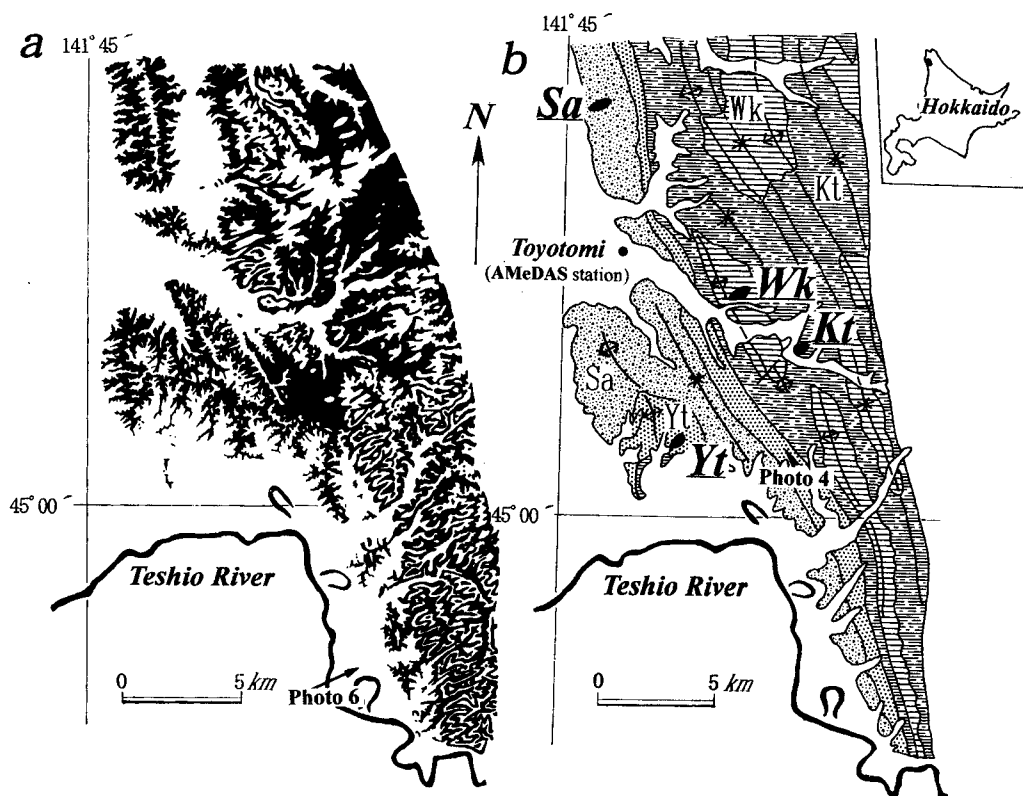


図-1 調査対象地域の地形 (a) および地質 (b)

a: 2.5万分の1地形図「豊富」,「幌延」,「安牛」,「振老」,「日曹」,「本流」および「雄信内」を基図に50m間隔で黒白塗り分け。

b: 長尾(1960)および奏・植田(1969)による。Sa: 更別層(非固結中～粗粒砂岩), Yt: 勇知層(非固結細粒砂岩およびシルト岩), Kt: 声間層(泥岩), Wk: 稚内層(硬質頁岩)。

Sa: Sa 観測流域, Yt: Yt 観測流域, Kt: Kt 観測流域, Wk: Wk 観測流域。

Fig. 1 Zebra map (a) and geological map (b) around experimental drainage basins

a: This map was drawn by painting every alternate belts of 50 m in altitude jet-black on 1:25,000 topographic maps: "Toyotomi", "Horonobe", "Yasuushi", "Huraioi", "Nisso", "Honryu" and "Onoppunai" issued by Geographical Survey Institute of Japan.

b: This map was compiled from the geological maps (Nagao, 1960; Hata and Ueda, 1969).

Sa: Sarabetsu formation (Lower Pleistocene unconsolidated medium and coarse grained sandstone), Yt: Yuchi formation (Upper Pliocene unconsolidated fine grained sandstone and siltstone), Kt: Koetoi formation (Lower Pliocene mudstone) and Wk: Wakkanai formation (Upper Miocene hard shale). Sa, Yt, Kt and Wk mean Sa, Yt, Kt and Wk experimental drainage basins, respectively.

である第三紀～第四紀の半固結ないし非固結の軟岩から構成されている。これらは下位から、稚内層(中新世, 以下 **Wk** と略称), 声聞層(中新世, **Kt**), 勇知層(鮮新世, **Yt**) および更別層(鮮新世～更新世, **Sa**) に区分され, これらは, おおむね南北方向の走向で  $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$  程度の傾斜で褶曲構造を示す(図-1) (長尾, 1960)。 **Wk** は硬質頁岩から構成され, 10 cm 程度の間隔で節理が分布する(写真-1)。これらの節理が集中した破碎帯が見られ, 降雨時にはそこから水が湧出する(写真-2)。 **Kt** はマッシュな半固結泥岩(写真-3), **Yt** は非固結の比較的均質な細粒砂岩ないしシルト岩(写真-4), そして **Sa** は非固結の中粒ないし粗粒の砂岩(写真-5) から, それぞれ構成される。これら **Wk**, **Kt**, **Yt** および **Sa** の新鮮岩の貫入硬度  $P$  (kgf/cm<sup>2</sup>) の平

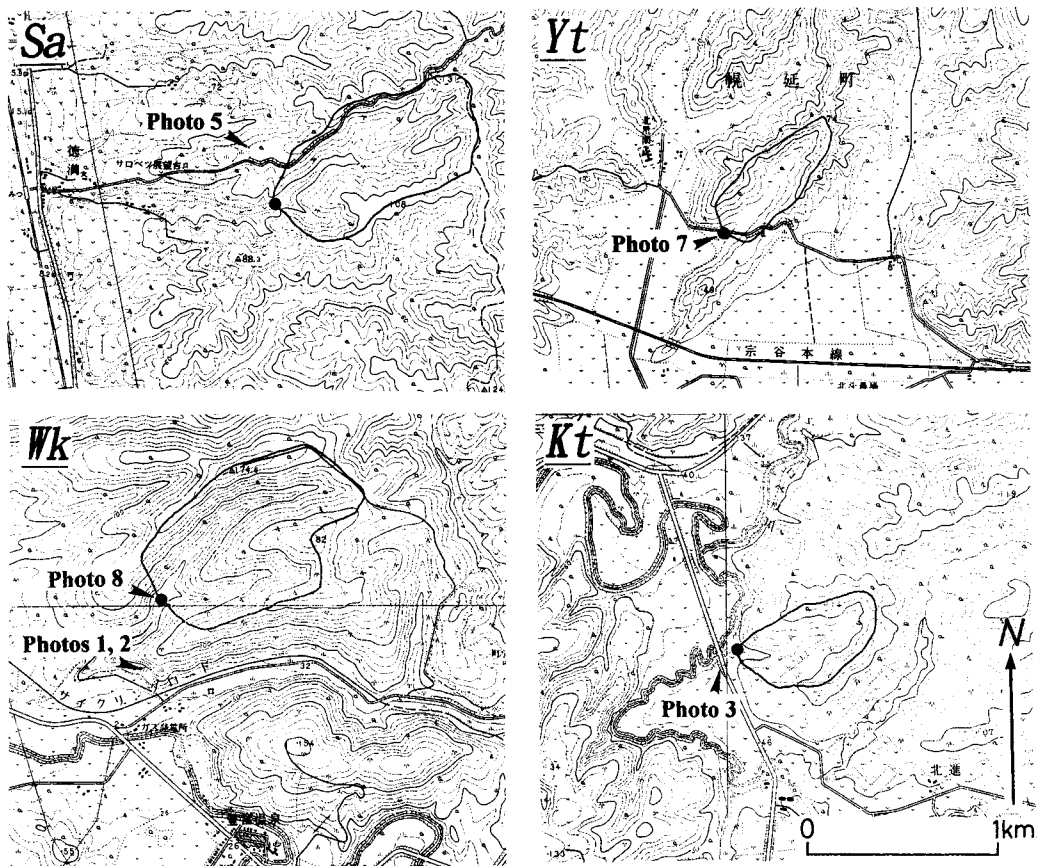


図-2 観測流域の地形

位置は図-1 参照。基図は国土地理院発行 2.5 万分の 1 地形図 (**Sa**:「豊富」, **Yt**:「幌延」, **Kt**:「幌延」および「本流」, **Wk**:「豊富」および「幌延」) とした。

●: 水位計設置位置。

Fig. 2 Topography of experimental drainage basins.

Locations were shown in Fig.1. Base maps are 1:25,000 topographic maps (**Sa**: "Toyotomi", **Yt**: "Horonobe", **Kt**: "Horonobe" and "Honryu" and **Wk**: "Toyotomi" and "Horonobe").

●: Locations of observation sites.

均値はそれぞれ 1,100, 300, 56 および 31 であり, また同じく新鮮岩の透水係数  $K$  (cm/s) の平均値はそれぞれ  $2 \times 10^{-3}$ ,  $1 \times 10^{-7}$ ,  $1 \times 10^{-5}$  および  $1 \times 10^{-3}$  である (図-3) (Suzuki *et al.*, 1985)。

## 2. 2. 丘陵地形の一般的特徴

調査対象地域の丘陵地には明瞭な差別削剝地形が見られる(図-1, 写真-6)。これらの丘陵地における起伏, 谷密度といった地形的特徴の違いは地形構成岩石の物性(力学的強度と透水性)の違いによるものである(Suzuki *et al.*, 1985)。Suzuki *et al.* (1985) によると具体的には  $Wk$  の丘陵は起伏が相対的に大きく(2次および3次流域の最大流域比高はそれぞれ, 100 m, 139 m, 以下同様), 相対的に低谷密度(2次および3次流域の谷密度はそれぞれ  $9.5 \text{ km/km}^2$ ,  $8.6 \text{ km/km}^2$ , 以下同様)という特徴がある。 $Kt$  の場合は起伏が相対的に中程度(71 m, 91 m), 相対的に低谷密度( $10 \text{ km/km}^2$ ,  $9.9 \text{ km/km}^2$ )である。また  $Yt$  の丘陵は起伏が相対的に小さく(55 m, 75 m), 谷密度が相対的に高い( $15 \text{ km/km}^2$ ,  $15 \text{ km/km}^2$ )。  $Sa$  の場合は起伏が相対的に小さく(61 m, 81 m), 相対的に高谷密度( $14 \text{ km/km}^2$ ,  $13 \text{ km/km}^2$ )である。

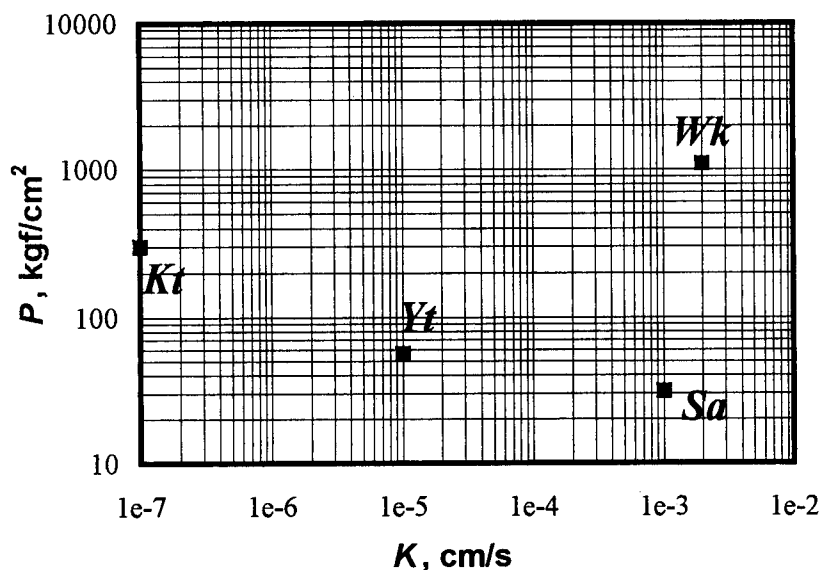


図-3 各岩石の新鮮岩の物理的性質

$P$ : 貫入硬度,  $K$ : 透水係数。物性値は Suzuki *et al.* (1985) による。

Fig. 3 Physical properties of fresh rocks of study area (after Suzuki *et al.*, 1985).

$P$ : Cone penetration hardness,  $K$ : Permeability.

### 2. 3. 調査対象流域の選定

前記の4種類の岩石について、各岩石のみから構成され、その地形的特徴がよく現れている流域の中から、器材設置およびデータ回収の便の良さを考慮して、調査対象流域を選定した(図-1・2)。これらの調査対象流域の流域面積は、**Wk** から構成される流域(以下 **Wk** 流域と略称、その他も同様)が  $0.690 \text{ km}^2$ 、**Kt** 流域が  $0.242 \text{ km}^2$ 、**Yt** 流域が  $0.167 \text{ km}^2$ 、そして **Sa** 流域が  $0.553 \text{ km}^2$  である(図-2)。これらの調査対象流域は、本研究で降水量の観測点として用いた **AMeDAS** 観測地点(豊富)を中心として半径約  $10 \text{ km}$  以内の範囲に分布し、気候条件はほぼ同一とみなせる範囲にある(図-1)。また、この地域の丘陵地の植生はいずれも針広混交林およびトドマツ人工林である。このように流出特性に影響すると考えられる条件のうち岩石および地形以外の流出に対する影響は、どの流域でもほぼ同一であると見なすことができる。

## 3. 調査方法

今回の報告は、今までの調査から得られたデータの提示が中心になる。そこで、以下に気象および水文データの取得方法を述べる。

### 3. 1. 降水量

近傍の **AMeDAS** 観測点「豊富」(位置は図-1 参照)のものをそのまま用いた。時間単位は1時間である。

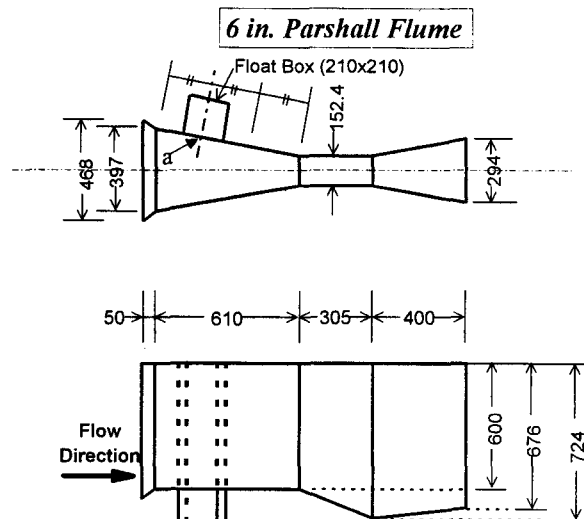


図-4 6 インチパーシャルフリュームの設計図  
長さの単位は mm。

Fig. 4 Draft for 6-inch parshall flume (unit: millimeter).

### 3. 2. 河川流量

6インチのパーシャルフリューム (Parshall Flume) を用いた。パーシャルフリュームは有限会社マルミツ竹内製作所(愛知県瀬戸市)製のもので、寸法は図-4の通りである。パーシャルフリュームにおいては、図-4のa点における水位から、その時点でパーシャルフリュームの内部を通る水の流量が求められる。6インチパーシャルフリュームの場合、その関係は

$$Q = 0.264 H^{1.580} \tag{1}$$

ここに  $Q$ : 流量 (l/s),  $H$ : a点での水位 (cm) である (土木学会編, 1985) (注1)。

a点での水位は池田計器製の水研62式ペン自記水位計を用いて計測した。これは3カ月巻きの記録紙にフロート計測した水位をペンでアナログ記録する自記水位計である。記録紙を巻く動力は単1乾電池一本である。

実験流域においては、自記水位計を乗せる台および箱(図-5に寸法を示す)を木材で作成し、パーシャルフリュームの脇に設置した。そして土嚢でパーシャルフリュームの周囲を完全にせき止めて河川水のすべてがパーシャルフリュームの中を通過するようにした。このさい、[1] 大きな出水に対しても水位計の台やパーシャルフリュームが動かないように土嚢で完全に固定すること、[2] パーシャルフリュームの中を通らない水(これは計測されず、計測誤差の原因となる)がなくなること [3] パーシャルフリュームおよび水位計の台の上面が完全に水平

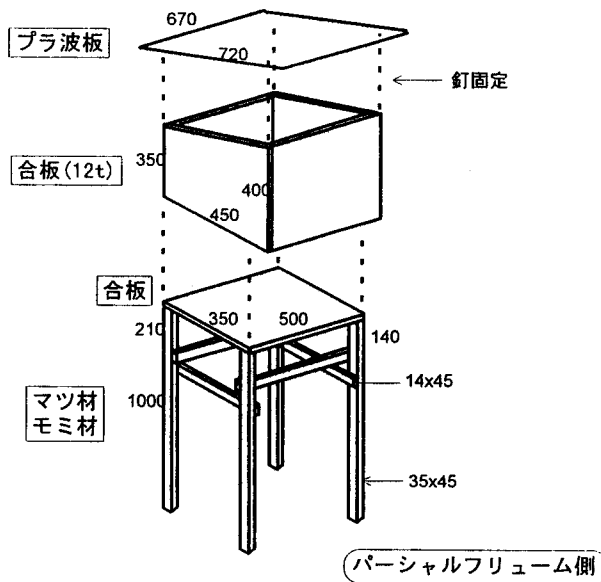


図-5 水位計設置台および設置箱の寸法  
長さの単位は mm。

Fig. 5 Draft for water gauge stand and setting box (unit: millimeter).

となることに留意した。また、万一水位が60 cm以上に上昇し、水がパーシャルフリュームからあふれたときもフロートがフロートボックスから飛び出さないように、フロートボックスの口にガムテープを用いて蓋をした。実際の設置状況および観測時の状態を写真-7・8にそれぞれ示す。

データをとった記録紙はほぼ2カ月おきに回収し、デジタイザを用いて数値化した。このとき、水位は観測時間10分ごと(記録紙上では横軸方向に1.0 mm間隔)の値を読みとった。このデータから1時間平均および日平均の流量を(1)式を用いて計算した。回収した水位記録用紙の例を図-6に示す。

この計測方法では、冬季の観測は困難である。それは、低温によるペンインクの凍結や電池の放電不良・雪の重みによる水位計台の倒壊等の障害が起こりうるからである。したがって観測期間は無雪期とし、現在までに1994年6月12日～11月9日および1995年5月2日～10月27日に観測を行った。

## 4. 結 果

### 4. 1. データの欠測

観測期間中のハイトグラフおよびハイドログラフを図-7(日降水量で示してある)と図-8(a-d)にそれぞれ示す。これらの流量データについては、以下の期間に欠測があった：

**Sa** 流域 —1994年9月4日22時—9月8日14時 (注2) 理由：谷壁斜面崩壊によりフロートボックスが土砂に埋没した

〃 —1995年5月2日16時—6月23日11時 理由：ペン動作不良

〃 —1995年8月26日15時—8月31日12時 理由：側岸決壊による漏水

**Wk** 流域—1995年5月9日14時—6月23日13時 理由：水位計の重りが滑車からはずれていた

**Kt** 流域 —1995年7月13日00時—7月27日23時 理由：電池接触不良により、記録紙の巻き取りが一時的に停止した。

**Kt** 流域の事例を除いて、記録紙巻き取り速度の狂いは無視して良い程度のものであった。また、以下の期間については洪水により水位が計測限界(60 cm)を越えたので、対応する洪水の正確な洪水ピーク流量が不明であった：

**Sa** 流域 —1995年7月24日23時—7月25日00時

**Wk** 流域—1995年8月13日14時—22時

これら以外の流域・期間では正常と思われる連続水位データが得られた。また、降水量データには欠測はなかった。

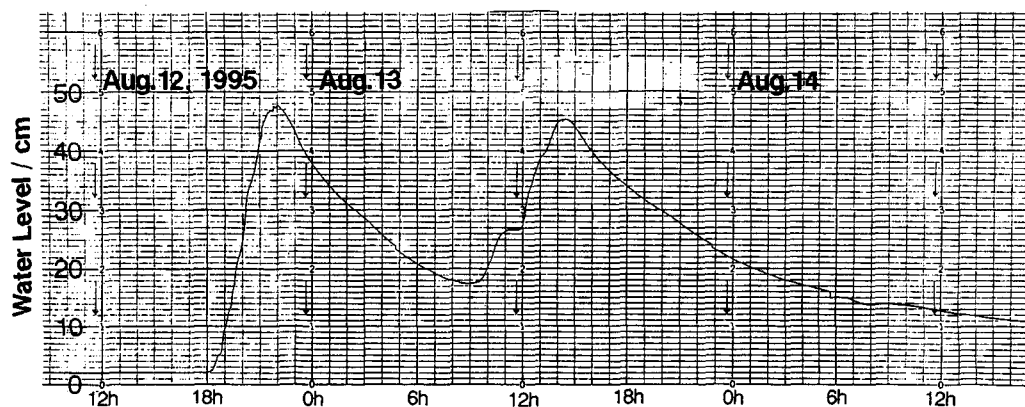


図-6 水位記録の例 (Yt 流域)

Fig. 6 Example of observational record (Yt experimental drainage basin).

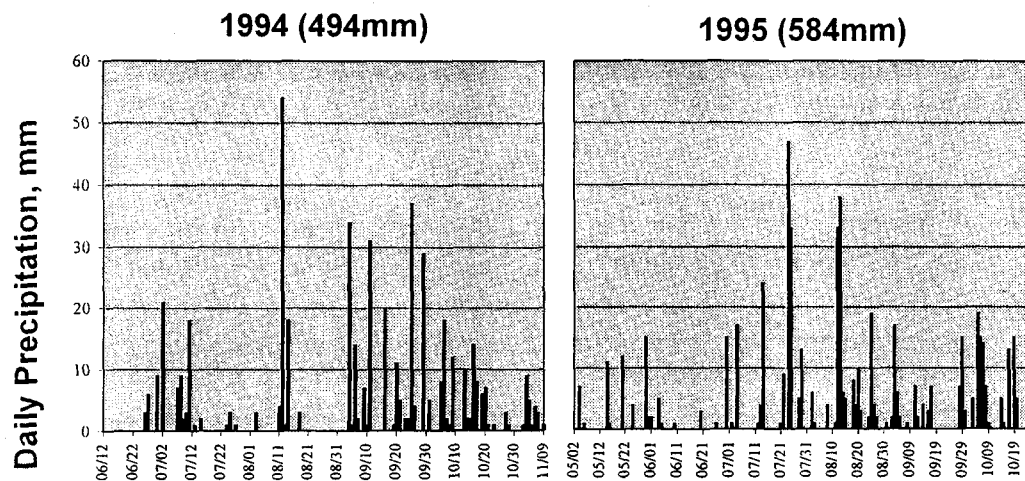


図-7 1994, 1995年度観測中の豊富 AMeDAS 日降水量記録 (ハイトグラフ)

Fig. 7 Hyetograph during observation period of 1994 and 1995.

Data are obtained from the AMeDAS station (Toyotomi) of Japanese Meteorological Agency. Location of this station was shown in Fig. 1.

#### 4. 2. 長期水収支

各流域の長期水収支を欠測の少ない1994年度の観測結果から比較する。1994年中の観測期間(6月12日-11月6日)の AMeDAS 豊富観測点における総降水量は494 mmであった。一方、観測流域からの流出高はそれぞれ表-1の通りであった。これから、Wk, Kt, Yt 各流域の流出高がほぼ等しく、Sa 流域のみ他の流域に比べて流出高がきわめて小さい事がわかる。

この原因は Sa 流域からの地下水の流出のためと推定される。ここで、Sa の層の中を地下水が流出していくとすれば、その方向は地質構造(注3)から見て下流のサロベツ原野に向か

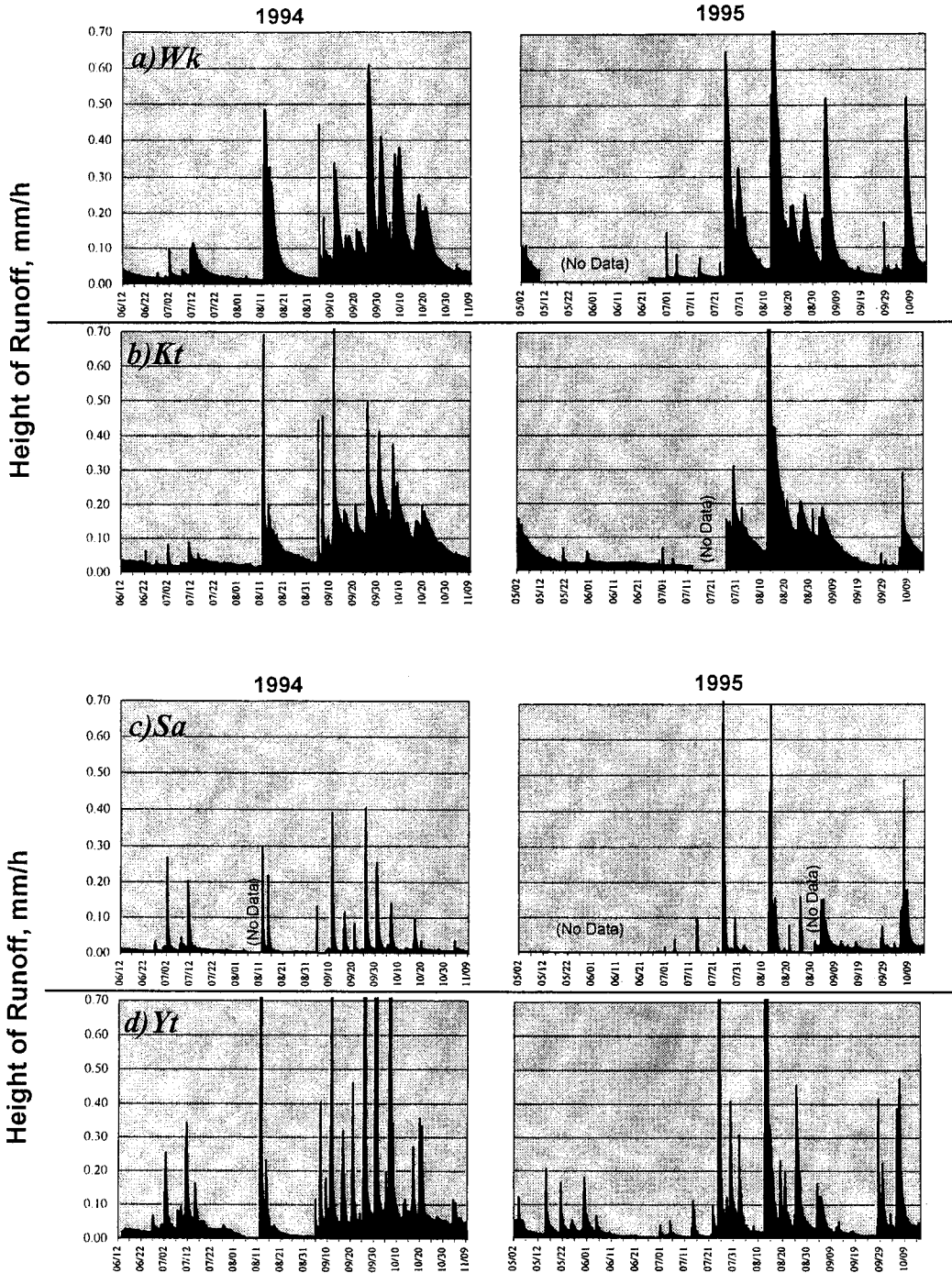


図-8(a, b, c, d) 1994, 1995年度観測における各流域の流出ハイドログラフ

Fig. 8(a, b, c, d) Hydrograph for each experimental drainage basins during observation period of 1994 and 1995.

う方向であると考えられる。なお、筆者らは1993年8月の渇水時にも今回対象とした地域内の河川流量を測定したが、Sa流域近傍のSaからなる河川はいずれも他の地質からなる河川より渇水時流量が極端に小さく、水流を欠く場合も多く見られた。したがって、Sa流域から流出した水が近隣の流域の河川水を涵養しているのではなく、これらの河川はいずれも地下水の「抜け」が起きている可能性が高い。

Sa流域以外の流域の損失量は、近藤ほか(1992)が近傍の気象官署(稚内)における気象データから推定した蒸発散量より小さい。各洪水ごとの水収支(別稿で示す予定である)は妥当な値を示すので、洪水流量の過大評価(樫根, 1969)が原因とは考えられない。この地域では、冬季や融雪期に涵養された水が無雪期に流出し、それが見かけの損失量を少なくしていると考えられる。

Sa流域とWk流域は、基盤岩石そのものの透水性はほぼ等しい(図-3)にもかかわらず、流域の「保水力」という観点からは全く異なる性質を持っている。したがって、基盤の透水性を単純に流域の「保水力」に関連づけることは出来ないことがわかる。

#### 4. 3. 洪水ピーク

洪水のピーク流量は、流域の性質を特徴的に表す値である。図-8から以下のような特徴を読み取ることができる。洪水ピークの大小関係はYt流域>(Kt流域, Wk流域)>Sa流域となっている。したがって、基盤岩石の透水性が大きいと洪水ピークが小さいという傾向が非固結砂質岩であるYt流域とSa流域の間で明瞭に認められる。しかし、固結泥質岩であるWk流域とKt流域の間では、必ずしも、この傾向が明瞭に現れていない。しかも、Wk流域とKt流域では同じ程度の大きさの降雨イベントでも洪水ピーク流量が大きく異なることがある。このような現象の起こる原因としては、これらの流域では洪水流出様式が降雨直前の流域の乾湿条件に大きく左右されるためであると考えられる。また、Wk流域の流出には、1回の降水で2つの流量ピークが形成されることがあるという他の流域とは異なった特徴がある。図-9にその一例を示す。

#### 4. 4. 洪水逓減および日変動

洪水ピーク後の流量の逓減パターンもまた、重要な流出特性である(高橋ほか, 1983)。図-8によると、対象流域流量の逓減は、速い順にSa流域>Yt流域>Kt流域>Wk流域である。

表-1 1994年度観測における各流域の流出高と見かけの損失量

Table 1 Height of runoff and apparent loss during experimental period of 1994 for each drainage basin

Watershed Geology	Height of Runoff	Apparent Loss
Wk	318.2	175.8
Kt	304.2	189.8
Sa	(63.9)	(430.1)
Yt	328.4	165.6

(Unit: mm)

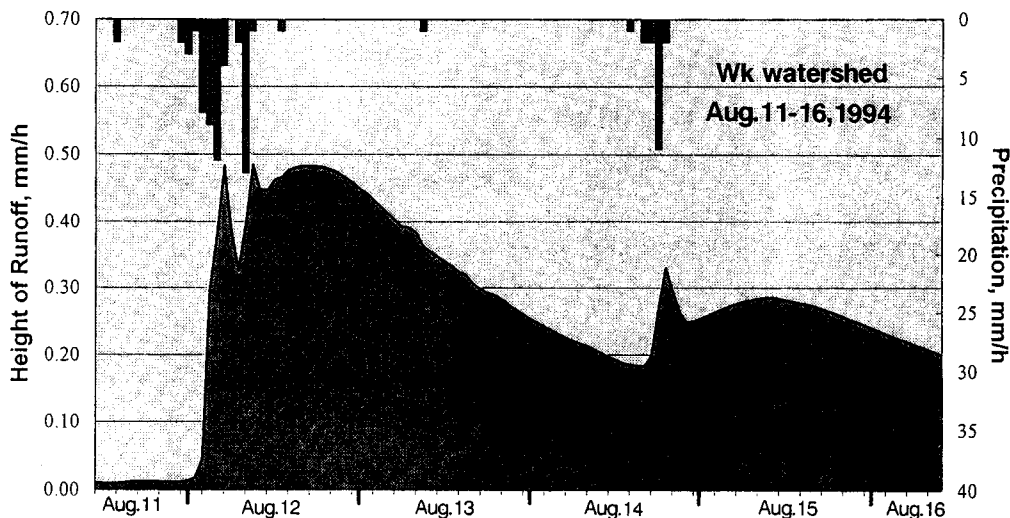


図-9 Wk 流域におけるダブルピーク流出現象の例

Fig. 9 Example of double-peak runoff (Wk experimental drainage basin).

通減の遅速も流域の「保水力」と関係づけられて考えられており、通減が遅い流域は「保水力」が良好とみなされる。その観点から、今回扱った地域では、「保水力」が良好なのは Kt 流域や Wk 流域といった固結岩からなる流域であると言える。なお、図の表現上、図-8 からは明瞭に読み取ることはできないが、通減時には昼間(特に 10 時~14 時)の流量減少量が他の時間より多い。これは流域からの蒸発散の影響と思われる。

#### 4. 5. 流出成分分離

フィルタ分離 AR 法(日野・長谷部, 1985)を用いて、各流域の日平均流量時系列を 3 つの成分に分離した。この 3 つの成分は quickflow, interflow, baseflow に相当すると考えられる。4 流域に対する分離を図-10 に示す。これら流出成分分離も、欠測の少ない 1994 年のデータに対して行った。

各流域のヒドログラフについて、前記 3 成分の構成比率を示したのが図-11 である。これより、対象流域は 2 つのグループに明瞭に分けられる。1 つは Wk 流域および Kt 流域の属するグループ、もう 1 つは Sa 流域および Yt 流域が属するグループである。両者の流出成分構成比の最も顕著な違いは interflow 成分の比に現れている。すなわち、Wk 流域と Kt 流域のグループは interflow が相対的に多い。

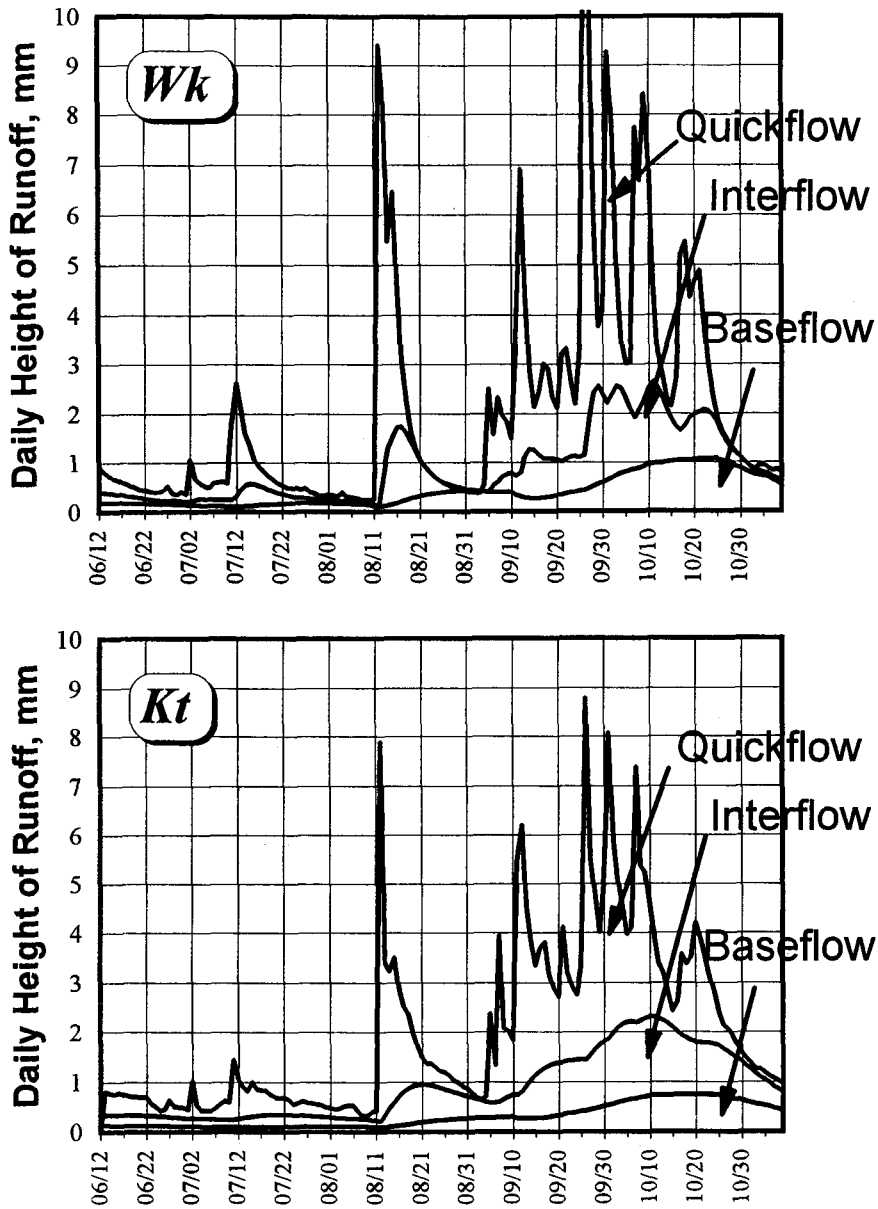


図-10(1) Wk および Kt 流域における  
フィルタ分離 AR 法による成分分離 (1994 年)

Fig. 10(1) Results of filter separation and AR method for data obtained from Wk- and Kt-basins in 1994.

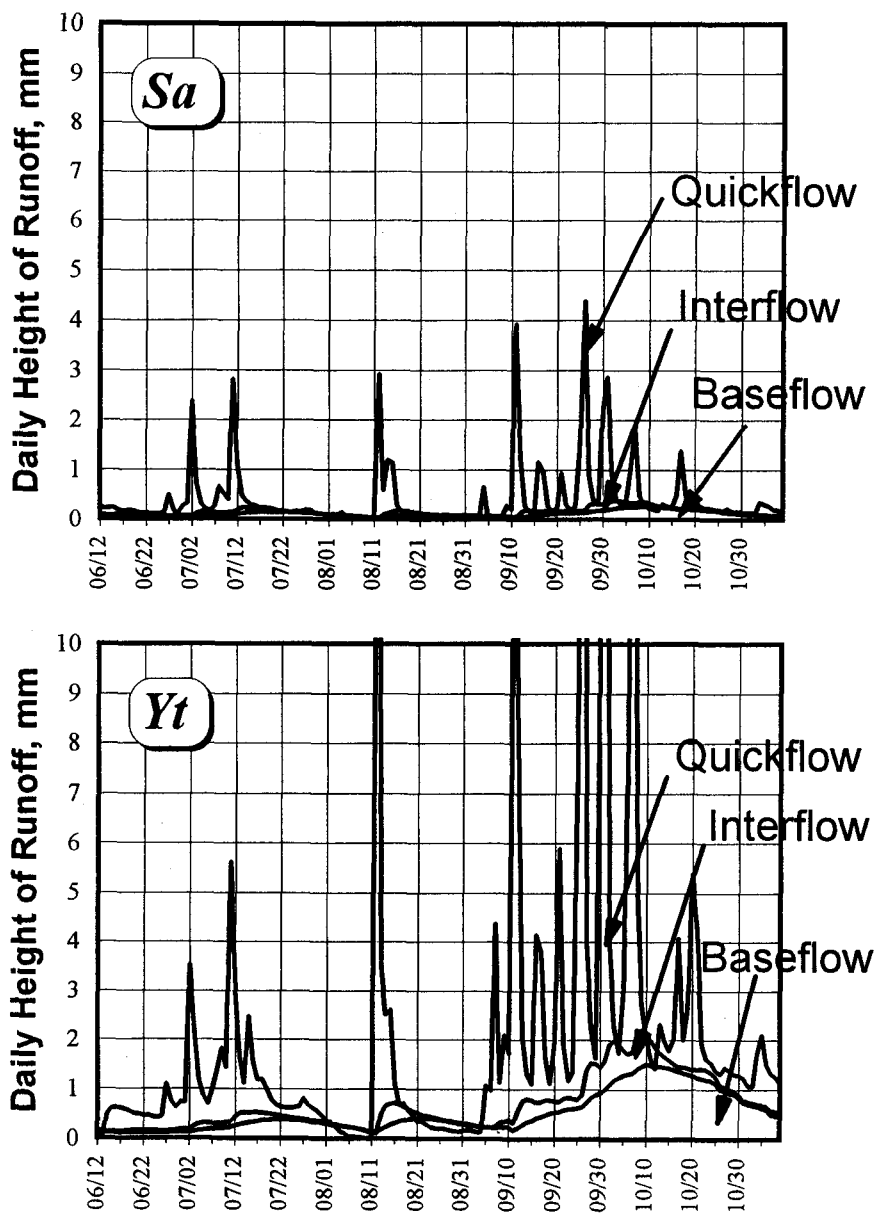


図-10(2) Sa および Yt 流域におけるフィルタ分離 AR 法による成分分離 (1994 年)

Fig. 10(2) Results of filter separation and AR method for data obtained from Sa- and Yt-basins in 1994

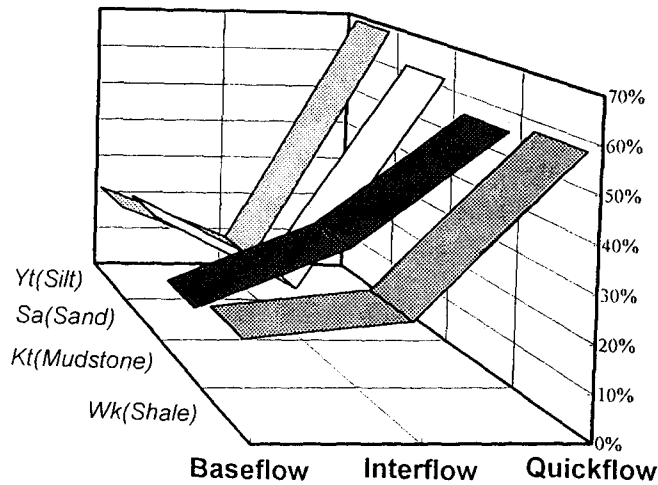


図-11 各流域におけるフィルタ分離AR法により求められた流出成分の構成比

Fig. 11 Difference in runoff component characteristics between 4 rock types drainage basins.

## 5. ま と め

以上より、宗谷丘陵南部小流域における流出特性と基盤岩石物性との間には、次のような関係が認められる。

まず、透水性が互いに大きく異なり、力学的強度が共に大きい固結岩から構成される **Wk** 流域および **Kt** 流域において逓減が遅い。したがって、流域の「保水力」は、本研究で使用した新鮮基盤岩石の 10 cm スケールの現場透水係数の値 (Suzuki *et al.*, 1985; 田中, 1990) とは直接関係しないようである。固結岩石である **Wk** および **Kt** には節理が非固結岩石である **Sa** と **Yt** よりはるかに多数見られ、これが降雨時に reservoir としてはたらし、流域スケールの保水力を規定しているとも考えられる。

一方、基盤岩石の透水性は洪水ピーク高さに関係する。すなわち、透水性が大きいとピーク流量が小さい傾向がある。ただし、これはともに非固結砂質岩の流域である **Sa** 流域と **Yt** 流域の比較には顕著に現れるが、固結岩の流域である **Wk** 流域と **Kt** 流域の場合には洪水初期流量の大小がピーク流量の大小に大きく影響するので、透水性の効果が必ずしもはっきりしない。また今回対象とした流域のうち、基盤岩石物性の透水性が小さい流域 (**Kt** 流域, **Yt** 流域) は同時に流域面積が小さい流域でもあり、地形的条件でピーク流量が高くなっている可能性もある。

今後の検討課題としては、第一には、**Wk** 流域に見られるダブルピーク現象については、わが国における従来の報告 (日原・鈴木, 1988, Hirose *et al.*, 1994 など) より明らかに大きな流域で起こっており、非常に興味深い。この問題については別稿で考察する予定である。

第二に、流域の「保水力」が基盤岩石の固結度と見掛け上関係する理由については、間隙

率、間隙径との関係あるいは岩盤亀裂中の水の動きについての物理的考察が必要である。

第三にはフィルタ分離 AR 法を用いて流出成分を分離した場合、各成分の単位図を求めることが出来 (日野・長谷部, 1985), これを用いて各流域の流出特性の差を論ずることも可能である。

さらに第四としては、当研究地域では、基盤そのものが土層並の透水性を持っており「不透水層」とはみなせない (Wk および Sa の場合) 等、従来の水文地形学的研究における対象流域とはやや性質が異なるが、そのような特殊性をふまえた上で、水の挙動—地形形成過程の相互関係を明らかにする必要がある。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、北海道大学農学部附属天塩地方演習林の佐藤冬樹林長には、現地において様々な便宜を図っていただいた。北海道大学地球環境科学研究科の倉茂好匡博士には、観測流域選定にあたり、現地において有益な討論をしていただいた。名古屋大学農学部の恩田裕一博士には水文観測について御助言をいただいた。また天塩営林署、豊富町役場農林水産課、幌延町役場農林課の関係各位からは入林および観測器材設置許可申請にあたり御協力を頂いた。観測器材設置にあたっては、東京大学大学院生の江崎雄治、木村圭司、可児好宏 (当時)、堀和明および同大学学部生太田剛、高橋洋子の各氏の御協力を頂いた。以上の方々に深く感謝致します。

## 〈注〉

1. 厳密には、パーシャルフリーユームの下流側の水位が高くなりすぎると(1)では適合が悪くなる (土木学会編, 1985) が、ここではその影響が小さいと考え常に(1)を使った。
2. ここで  $n$  時の流量という場合、 $n$  時から 1 時間の平均流量のことを指す。
3. Sa 流域付近の Sa 層は、サロベツ原野側、つまり Sa 流域の下流側に傾いている。

## 文 献

- Hirose, T., Y. Onda and Y. Matsukura (1994): Runoff and solute characteristics in four small catchments with different bedrocks in the Abukuma Mountains, Japan. *Trans. Japan. Geomorph. Union*, **15A**, 31-48.
- Onda, Y. (1992): Influence of water storage capacity in the regolith zone on hydrological characteristics, slope process, and slope form. *Z. Geomorph. N.F.*, **36**, 165-178.
- Onda, Y. (1994): Contrasting hydrological characteristics, slope processes and topography underlain by Paleozoic sedimentary rocks and granite. *Trans. Japan. Geomorph. Union*, **15A**, 49-65.
- Suzuki, T., E. Tokunaga, H. Noda and H. Arakawa (1985): Effects of rock strength and permeability on hill morphology. *Trans. Japan. Geomorph. Union*, **6**, 101-130.
- 土木学会編 (1985): 「水理公式集 昭和 60 年度版」, 625 p, 土木学会

- 秦 光男・植田芳郎 (1969) : 20 万分の1 地質図幅「天塩」, 地質調査所
- 日原高志・鈴木啓助 (1988) : 丘陵地源流域における降雨による流量のふたつのピークについて, 地理学評論 **61**(Ser.A), 804-815.
- 日野幹雄・長谷部正彦 (1985) : 「水文流出解析」, 254 p, 森北出版
- 平田重夫 (1966) : 香川県塩江付近の小谷における水の流出について, 地理学評論 **39**, 713-729.
- 樫根 勇 (1969) : 水収支観測値の精度について, 東京教育大学地理学研究報告 **XIII**, 129-137.
- 近藤純正・中園 信・渡辺 力・桑形恒男 (1992) : 日本の水文気象(3)—森林における蒸発散量一, 水文・水資源学会誌 **5**(4), 8-18.
- 虫明巧臣 (1978) : 流出の地域性をどうみるか, 高橋裕編「河川水文学」, 141-179, 共立出版
- 長尾捨一 (1960) : 5 万分の1 地質図幅「豊富」および図幅説明書, 北海道立地下資源調査所.
- 高橋 裕・安藤義久・井上誠一 (1981) : 表日本の山地河川の流況特性に関する統計学的研究, 第25回水理講演会論文集, 209-214.
- 高橋 裕・安藤義久・伊藤 孝・伊藤和央 (1983) : 山地河川の低水流出の減水特性に関する研究, 土木学会論文報告集 **337**, 75-82.
- 田中幸哉 (1990) : 宗谷丘陵および白糠丘陵における谷壁斜面発達と岩石物性, 地理学評論 **63**(Ser.A), 836-847.
- 山本荘毅 (1970) : 富士山の水文学的研究—火山体の水文学序説一, 地理学評論 **43**, 267-284.

### Summary

Soya hills, located in Hokkaido, northern Japan, are underlain by Neogene or Lower Pleistocene sedimentary rocks, which are divided into 4 rock types: *i.e.*, Miocene hard shale (**Wk**), Miocene-Pliocene mudstone (**Kt**), Pliocene unconsolidated fine-grained sandstone (**Yt**) and Pleistocene unconsolidated medium-grained sandstone (**Sa**). These rocks have different values of cone-penetration hardness (**P**) and permeability (**K**): *i.e.*, **Wk**: large **P**, high **K**; **Kt**: medium **P**, low **K**; **Yt**: small **P**, low **K**; **Sa**: small **P**, high **K**. These rocks form clear rock-controlled differential erosional topography: *i.e.*, such as drainage relief, stream length and drainage density. However, the cause of this relation has not been resolved hydrogeomorphologically. Therefore, the authors made a hydrological observation in four experimental drainage basins, which are underlain by **Wk**, **Kt**, **Yt** and **Sa**, respectively. The results of observations are as follows; (1) Flood peak discharge of **Sa**-basin shows the smallest value in four basins and total runoff is quite smaller than expected from precipitation and evapotranspiration values, (2) Flood peak discharge of **Yt**-basin shows the most large value in four basins, and (3) Recession rate of discharge of **Wk** and **Kt** is small, and second peak of discharge is often recognized in **Wk**-basins. Filter separation and AR method (Hino and Hasebe, 1985) indicated that **Wk**- and **Kt**-basins have interflow-dominated characteristics, while **Sa**- and **Yt**-basins have quickflow-dominated one. Therefore, these findings suggested that flood peak discharge values are mainly controlled by permeability and recession rate of discharge is mainly affected by solidity of basement rocks.



写真-1 Wk (稚内層) の層相  
10 cm 程度の間隔で節理が入る頁岩である。  
位置は図-2 参照。

**Photo 1** Typical rock facies of Wk (Wakkanai formation).  
Hard shale with joint planes about 10 centimeters apart.  
Location is shown in Fig. 2.



写真-3 Kt (声間層) の層相  
数 m 間隔の節理をもつ比較的マッシブな泥岩である。位置は図-2 参照。

**Photo 3** Typical rock facies of Kt (Koetoi formation).  
Relatively massive mudstone with joint planes about several meters apart.  
Location is shown in Fig. 2.



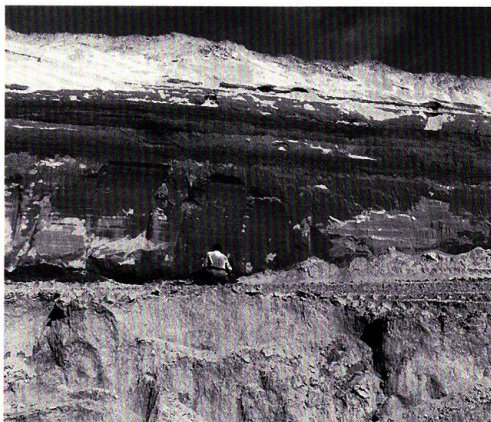
写真-2 Wk (稚内層) の露頭  
右上から左下方向に少なくとも2本の顕著な破碎帯が認められる。破碎帯からは降雨時に水の湧出が認められ、左手の崖錐上部にその跡が確認できる。位置は図-2 参照。

**Photo 2** An outcrop of Wk (Wakkanai formation).  
At least two fissure zones run from upper right side to lower left side. Groundwater flows out from fissure zones, associating with rainfall. Flow traces can be recognized on the talus slope.  
Location is shown in Fig. 2.



写真-4 Yt (勇知層) の層相  
きわめて均質な非固結細粒砂岩である。位置は図-1 参照。

**Photo 4** Typical rock facies of Yt (Yuchi formation).  
Unconsolidated fine grained sandstone with uniform rock facies.  
Location is shown in Fig. 1.



**写真-5** Sa (更別層) の層相  
ところどころに粘土層を挟む非固結ないし粗粒砂岩である。位置は図-2 参照。

**Photo 5** Typical rock facies of Sa (Sarabetsu formation).

Unconsolidated medium and coarse grained sandstone with interbedded clay layer.

Location is shown in Fig. 2.



**写真-7** 流量観測状態 (平水時の例, Yt 流域)  
手前が上流側。上流側の河床にはビニールシートを埋めこみ、漏水を防いでいる。またプラ波板のついた木箱の中に水位計が入っている。位置は図-2 参照。

**Photo 7** Hydrological observation with “Parshall flume” (ordinary water level, Yt experimental drainage basin).

View from upstream side. Putting vinyl sheet on the river floor of upstream side of “Parshall flume” prevents leakage of water. There is the water level gauge in the box with a plastic board roof.

Location is shown in Fig. 2.



**写真-6** 調査対象地域の差別削剝地形  
奥側の谷がきわめて少なく起伏の大きい丘陵は Wk から構成される。その手前の谷が多く (写真では不明瞭) 起伏が小さい丘陵は Sa および Yt から構成される。位置は図-1 参照。

**Photo 6** Rock controlled denudational hill morphology of study area.

Behind hills composed of Wk (hard shale) have low drainage density and large relief. Front ones with high drainage density and low relief are composed of Sa (unconsolidated medium and coarse grained sandstone) and Yt (unconsolidated fine grained sandstone). Location is shown in Fig. 1.



**写真-8** 流量観測状態 (洪水時の例, Wk 流域)  
手前が上流側。洪水流がすべてパーシャルフリュウムの中を流れていることに注意。位置は図-2 参照。

**Photo 8** Hydrological observation with “Parshall flume” (during a flood event, Wk experimental drainage basin).

View from upstream side. Notice that flood water flows through Parshall flume without water leakage.

Location is shown in Fig. 2.