



Title	積雪寒冷地の小流域における冬期渇水時の流出特性
Author(s)	南里, 智之; NANRI, Tomoyuki; 笹, 賀一郎 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 48(2), 419-444
Issue Date	1991-09
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/21347">https://hdl.handle.net/2115/21347</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	48(2)_P419-444.pdf



# 積雪寒冷地の小流域における 冬期渇水時の流出特性

南里 智之\* 笹 賀一郎\*\* 藤原 滉一郎\*\*  
佐藤 冬樹\*\* 新谷 融\* 清水 収\*

A Study on Winter Scanty Runoff Characteristics  
in Small Basins, Northern Hokkaido

By

Tomoyuki NANRI\*, Kaichiro SASA\*\*, Koichiro FUJIWARA\*\*,  
Fuyuki SATO\*\*, Tohru ARAYA\* and Osamu SHIMIZU\*

## 要 旨

冬期の渇水流出に対する表土凍結の影響を把握するために、季節凍土・強風地帯である宗谷丘陵において、表土凍結状況が異なる2流域（サンナイ川・オテンナイ川流域）で渇水期流量の観測を行った。

冬期渇水時すなわち融雪期が始まる以前の約1ヶ月間における流量は、変動の少ない安定状態（サンナイ川：0.31 mm/day, オテンナイ川：0.51 mm/day）を示した。この冬期渇水時にサンナイ川流域では62%，オテンナイ川流域では16%の範囲が表土凍結していた。一方、非凍結流域（銅蘭川・マクンナイ川）においては冬期渇水時の流量はともに0.53 mm/dayであった。

冬期渇水時の流量は流域内の表土凍結面積に、またその表土凍結は積雪深に影響されていた。冬期渇水時における表土凍結面積比は流域における〔尾根部面積比〕と〔1-尾根部林地比〕の積で表され、その表土凍結面積比の大小によって積雪下面融雪水供給量が決まり、冬期渇水時の流量に影響を与えるものと推察された。

キーワード： 冬期渇水時流量, 積雪下面融雪, 表土凍結面積比, 尾根部面積比, 尾根部林地比

1991年3月31日受理 Received March 31, 1991

\* 北海道大学農学部林学科砂防工学研究室

Laboratory of Erosion Control Engineering, Faculty of Agr., Hokkaido University.

\*\* 北海道大学農学部付属演習林

College Experiment Forest, Faculty of Agr., Hokkaido University.

## 目 次

はじめに	420
1. 方 法	421
1) 研究方法	421
2) 調査地概況	422
3) 調査方法	424
2. 冬期渇水時流出の実態	425
3. 積雪と表土凍結	427
1) 積雪・表土凍結状況	427
2) 表土凍結分布の推移	429
4. 表土凍結と冬期渇水時の流出	431
1) 表土凍結と冬期渇水時の流出特性	431
2) 非凍結流域の冬期渇水時流量	433
3) 表土凍結面積比と冬期渇水時流量	436
5. 積雪寒冷地における冬期渇水時の流出特性	438
1) 表土凍結域と積雪下面融雪	438
2) 冬期渇水時の流出と基底流出量	439
3) 積雪寒冷地における冬期渇水時の流出特性	440
おわりに	442
引用文献	442
Summary	443

## はじめに

近年、都市域への人口・産業の集中が進み、地域的な水需要偏在傾向がますます顕著となり、毎年のように各地で給水制限の処置がとられる事態となっている。現在の水需要の地域的・時間的な偏在構造への対応には、貯水ダム容量や河川取水量の限界、また、地盤沈下や人為的涵養の困難性からくる地下水利用の限界など、困難な課題が多い。流域の許容水利用量は基本的には渇水流量によって規定されるべきであり、これを基に貯水ダムや地下水などを有効に組み合わせた水利用システムが構築されるべきであろう。水資源の確保と増加をはかるには、特に河川の渇水時流量の維持・増大が基本的な課題となる。しかしながら、水文現象のうちでも渇水時の流出に関する研究は十分ではなく、特に積雪寒冷地における冬期間の渇水現象については未だ十分に明かにされていない。そこで本研究では、冬期渇水時の流出実態とその影響因子の把握を目的とした。

本研究を進めるにあたり御協力いただいた農用地開発公団、北海道大学演習林の関係各位、現地野外調査に参加いただいた北海道大学農学部林学科の大学院生、学生各位に深謝の意を表す。

なお、本研究には文部省科学研究費補助金・一般研究 B 62480058 (代表者 藤原滉一郎)、重点研究 02201103 (代表者 秋田谷英次) 及び平成元年度北海道大学教育研究学内特別経費の一

部を使用したことを附記する。

## 1. 方 法

### 1) 研究方法

流域における水循環は、降水・遮断・浸透・透水・蒸発・蒸散・流出など複雑なプロセスをたどる。また、降水量・蒸発散量・土壌水分量などの水文影響因子は、日あるいは時間といった短い時間スケールで変動するため、流域の水循環・水収支を解明することは容易ではない。流域の水文現象解明のためには、流域地盤のもつ基本的な水文特性をまず把握し、その上で短時間に変動する水文因子の影響を分析する必要がある。積雪寒冷地においては、流域地盤の基本的な水文特性が冬期渇水時に現れるものと考えられる。冬期間は降水が雪の形で供給されるため、流域への水の供給は積雪下面融雪水のみであり変動が少ない。また、蒸発散量は無視することができ、流域の水収支安定状態が長期間続く。夏期には地表面蒸発や植生による降雨遮断・蒸散作用があり、降水量も含めてこれら水文影響因子が短時間に変動することを考えると、冬期渇水時の流出特性解析は流域の基本的な水文特性を把握する有効な手段であるといえる。以上のことから本研究では、積雪寒冷地の小流域における冬期渇水時の流出特性の解明を目的とした。

北海道において、河川の渇水現象は夏期と冬期の2時期に出現する<sup>9)</sup>。夏期の渇水とは無積雪期に無降雨期間が長く続いた時の状況で、年により差異はあるが6、7月に多くみられる。一方、冬期の渇水とは降雨が降雪に変わり流域への水の供給が積雪下面融雪水のみになった時

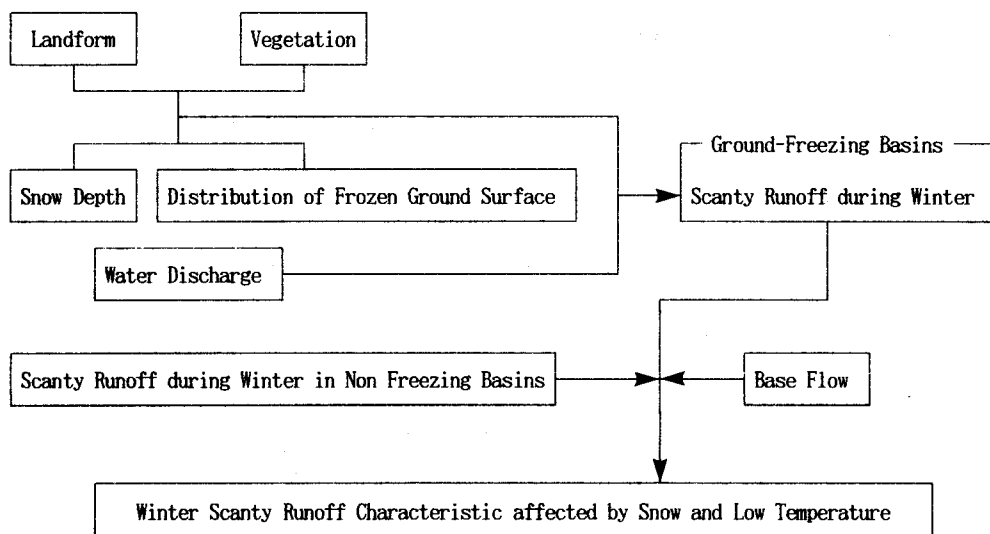


図-1 研究方法

Fig. 1. Flow chart of the study methods

の状況で、春の融雪期前まで続く。

この冬期渇水時における河川の流出成分は、冬期以前の流域貯留によるものと積雪下面融雪水によるものが考えられる。このうち積雪下面融雪とは、気温が $0^{\circ}\text{C}$ 以下でも積雪の断熱効果及び地熱により積雪の下面がわずかずつ融けている現象であるが、表土が凍結すると生じないことも報告されている<sup>10)</sup>。本研究では、このような考えを流域レベルまで広げて、冬期の渇水流出に対する表土凍結の影響を把握しようとした。

図-1に、研究方法のフローチャートを示した。まず、積雪深分布に関係が深いと思われる地形・植生状況を把握し、これに基づいて積雪深計測を行い、冬期間の積雪分布と流域の地形及び植生との関係について検討した。次に、流域内における表土凍結分布域の推移と積雪状況及び流量の連続観測から、冬期渇水時の流出特性について考察を加えるとともに、それらを明確にするために非凍結流域の冬期渇水流量の比較・検討も行うこととした。

## 2) 調査地概況

図-2に調査地位置図を示したが、調査地は季節凍土・強風地帯である北海道最北端の宗谷丘陵において、近接して位置するサンナイ川流域とオテンナイ川流域を、また非凍結流域として、北海道北部中川町に位置する銅蘭川流域とマクunnai川流域を選定した。

宗谷地方では、積雪深おおよそ50 cm以下の場所では表土が凍結し積雪下面融雪が認められないが、それ以上の場所では表土は凍結せず、積雪下面融雪が生じていることが明かにされつつある<sup>15,16)</sup>。よって調査対象流域は、表土凍結と関係が深いと思われる積雪深に注目し、積雪が少なく地表の露出範囲の広い流域（サンナイ川流域）と、積雪で地表のほとんどが覆われる

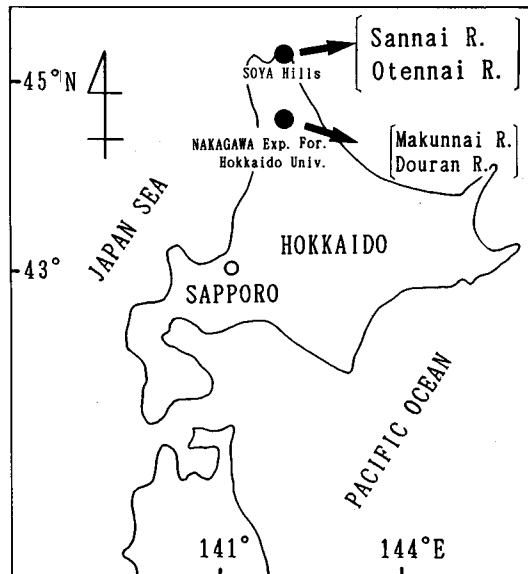


図-2 調査地位置図

Fig. 2. Location map of the investigated basins

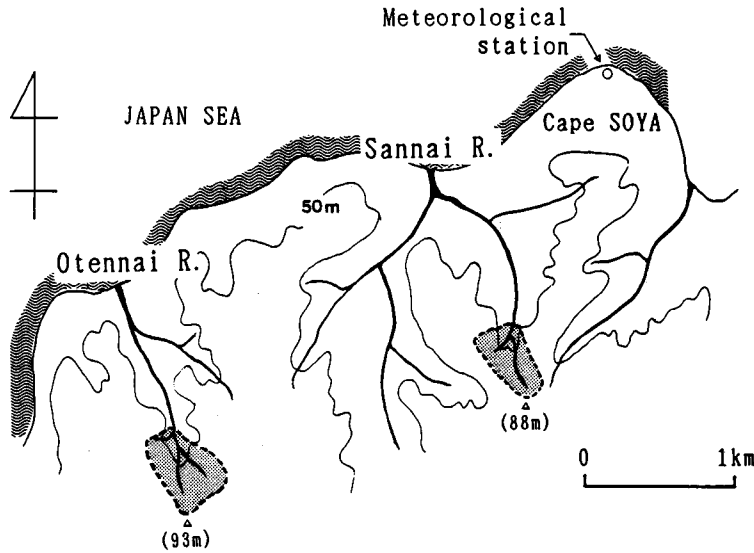


図-3 調査対象流域 (宗谷丘陵)

Fig. 3. Location of the investigated basins in SOYA Hills

表-1 調査流域の概況

Table 1. Outline of the investigated basins

Investigated basin	Sannai R.	Otennai R.
Areas (hectares)	10.4	11.6
Elevation (metres)	33~88	36~93
Vegetation	grass 70 % Sasa spp. 30 %	grass 30 % mixed forest 70 %

流域 (オテナイ川流域) を選び、表土凍結分布ならびに流量の観測を行った。両流域は約 2 km 離れているが、海からの距離、斜面方位、標高 (約 30~90 m) はほぼ似かよっている。また、流量観測点は観測対象流域面積がほぼ等しくなるように決定した (図-3, 表-1)。

地形的には、両流域ともに緩傾斜の広い尾根部と急傾斜の谷斜面とから構成され、尾根部は両流域とも牧草地で、谷部はサンナイ川流域ではササ地が主 (樹木は点在) であるが、オテナイ川流域では林地が主で尾根部にも残存林分が多い<sup>15,16)</sup> (図-4)。

サンナイ川流域とオテナイ川流域は、それぞれ新第三紀の鬼志別層 (泥岩・砂岩・凝灰岩・綠色砂岩)、上部白亜紀の尾蘭内層 (砂岩・凝灰岩) からなり<sup>9)</sup>、両流域ともに透水性が低く地下水賦存量の少ない<sup>9)</sup>白亜紀及び第三紀の堆積岩地域に位置する。

宗谷岬では、調査期間内にあたる 1990 年 1~2 月において日平均風速 5 m/s 以上の日がほとんどであり、日最大風速 10 m/s 以上の日は 1 月に 26 日間、2 月に 22 日間となっている<sup>13)</sup>。また、風向は全体としては様々な方位を持つが、北西風がやや多い<sup>13)</sup> (図-5)。

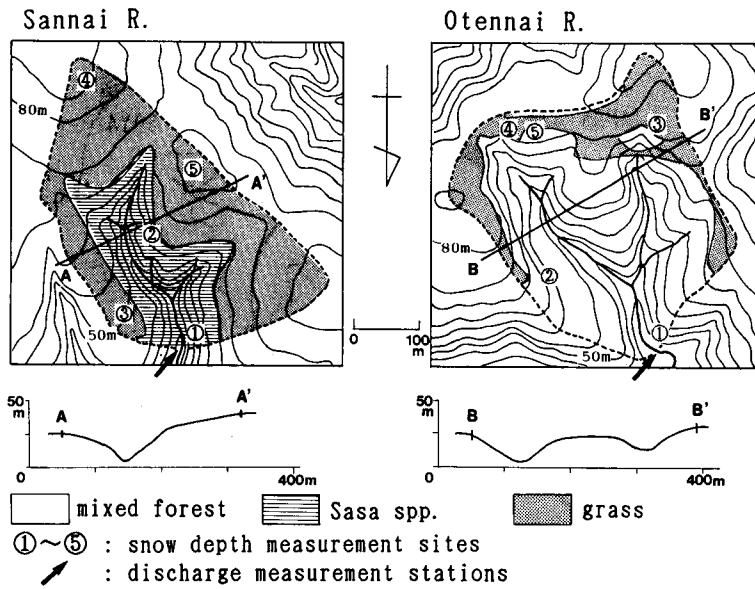


図-4 地形・植生状況

Fig. 4. Topographical and vegetational conditions of the investigated basins

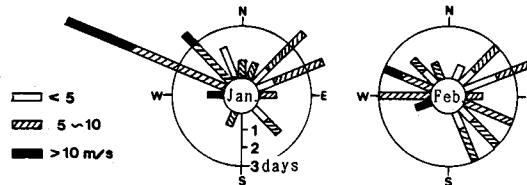


図-5 宗谷岬における日平均風速と日最多風向

Fig. 5. Direction and mean velocity of wind at SOYA Cape (Jan. and Feb. 1990)

月平均降水量(1951~1980年)は、12月：111 mm、1月：94 mm、2月：61 mm、3月：46 mmであるが、調査期間の1989年12月~1990年3月の降水量は12月：49 mm、1月：51 mm、2月：17 mm、3月：22 mmと平年に比べ少なかった。また、月平均気温は12月と1月が平年並に推移し、2月と3月は平年より約3℃高かった。

### 3) 調査方法

流量観測は、サンナイ川・オテンナイ川ともに河床岩盤露出区間の直下流側に三角堰を設けて水圧式水位計を設置し、水位を1時間間隔で自動収録した。堰上流側のプールは冬期間の結氷が予想されたため十分に大きくできず、そのため冬期間約3週間毎に流量を実測して水位-流量曲線を作成し、水位を流量に換算した。観測期間は1989年12月29日~1990年7月25日である。

積雪深は定点 (図-4 の①~⑤地点) において雪尺による計測を行い, 両流域ともに1989年12月末から1990年4月初めにかけて約3週間毎に計5回計測した。

表土凍結については, 測量ポールを積雪上面から土層に達するまで刺すことにより, 凍結の有無を判別した。凍結土壌は凍る以前に比べて十数倍も硬くなる<sup>9)</sup>ため, ポール上端に体重をかけた場合, 表土凍結した場所ではポールの先端が全く (もしくは1~2 cm程度しか) 土層内に貫入しないのに対して, 凍結していない場所ではポール先端が20 cm程土層内に貫入することを, 積雪及び土層を掘削し目視確認している。表土凍結の有無を試験的に直接確認した数地点においても同様の結果を得たので, 表土凍結域の判別はポールへ体重をかけた際のポール先端貫入状況によって行うこととした。両流域とも1990年2月9・10日, 3月6・7日, 4月4・5日の計3回調査した。

降水量及び気温, 風向, 風速は宗谷岬気象観測所 (図-3 参照) のデータ<sup>13)</sup>を用いた。

この調査は1990~1991年冬期も実施したが, オテンナイ川の流量堰が1月上旬に凍結したことから, 本報告では1989~1990年のデータを基に考察を進めることとした。

## 2. 冬期渇水時流出の実態

図-6に, 1989年12月末から1990年7月末までの日流量 (1時間毎の流量データを1日単位の積算し, 流出高に換算したもの: mm/day) の変動と日降水量を示した。

流量変動を見ると, 12月末から2月20日頃までが冬期の渇水期で, 流量は両流域とも1 mm/day以下であった。2月20日以降が春の融雪出水に当り積雪の消える4月中旬まで続き, 期間中10mm/dayをこえる日も見られた。4月中旬以降に流量が増加しているのは降雨によるものである。その後, 6月中旬から7月下旬にかけて降雨が少なく夏期の渇水期となり, 7月25

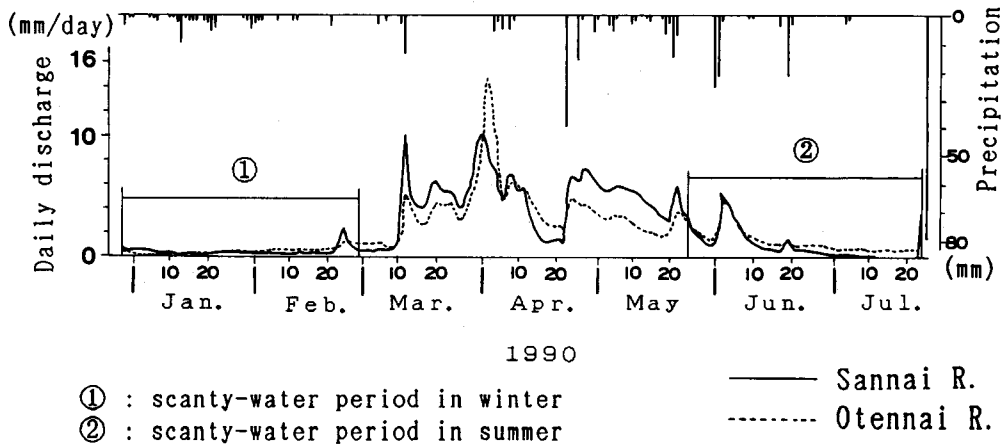
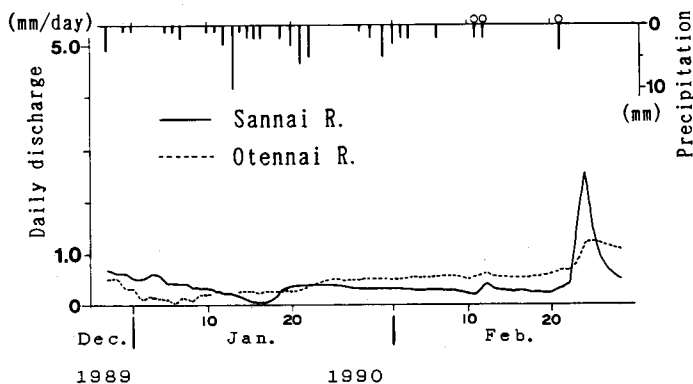


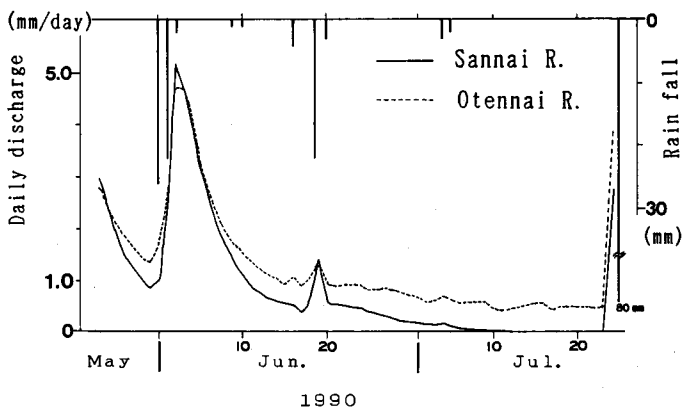
図-6 初冬から夏にかけての流出状況

Fig. 6. Streamflow hydrograph, observed from winter, 1989 to summer, 1990



図一七 冬期渇水時の流出 (○: 降雨)

Fig. 7. Scanty runoff in winter (○: rainfall)



図一八 夏期渇水時の流出

Fig. 8. Scanty runoff in summer

日の降雨まで続いた。

図一六の①, ②期間の日流量変動と降水量を図一七, 八に示した。冬期渇水時の流出(図一七)をみると, 両川とも12月末から少しずつ流量が減少し, オテンナイ川で1月6日, サンナイ川で1月16日に最低流量(0.1 mm/day以下)を示した。その後, 流量はやや増加し, 1月下旬から2月20日頃までオテンナイ川で0.49~0.61 mm/day, サンナイ川で0.25~0.42 mm/dayと, 流量はほぼ安定状態となった。図一七の期間中の総降水量は73 mmであったが, 日平均気温が0°C以上の時の降水を降雨と想定する(図中の○)と, 2月11日2 mm, 21日4 mmの他はすべて降雪と考えられた。また, 2月23日(最高気温4.7°C)からの増水は気温上昇に伴う融雪量増大の結果と考えられた。

一方, 夏期渇水時の流出状況(図一八)は, 6月1日26 mm, 2日22 mmの降雨による増水の後, 流量が低減していった。そして, 6月21日~7月24日の約1ヶ月間は合計5 mmし

か降雨がなく、流量はオテンナイ川において7月24日に最低の0.48 mm/dayとなり、サンナイ川においては7月12日に消失し、その状態が7月24日まで続いた。

両渇水時の流出状況を比較すると、夏期の無降雨期には両川ともに流量が減少してゆき、特にサンナイ川では流量がゼロになったのに対して、冬期間は降雨による流域への水の供給がない期間が長いにも関わらず、最低流量を示した後、流量はやや増加しその後1ヶ月間(1月20日~2月20日)程、安定状態であった。このことから、冬期間の水の供給源と思われる積雪下面融雪水が、冬期渇水時の流出主成分と考えられる。

### 3. 積雪と表土凍結

#### 1) 積雪・表土凍結状況

表-2に、両流域における斜面傾斜分布の面積比を示した。傾斜度を10%未満、10%以上20%未満、20%以上の3段階に区分したが、両流域とも中間の傾斜が少なく、流域の斜面構成は、尾根部に広がる傾斜10%未満の緩斜面と谷沿いに分布する傾斜20%以上の急斜面の2つからなる。その中で、オテンナイ川流域では傾斜10%未満の部分が流域の約35%であるが、サンナイ川流域では約70%を占め緩傾斜部が多い。この傾斜区分をもとに、地形及び植生状況の異なる5地点(図-4の①~⑤)を選び、1989年12月末から1990年4月初めにかけて積雪深と表土凍結の有無を調べた(図-9)。

サンナイ川流域では、谷底から急斜面にかけて積雪が多く2月には積雪深約1mに達しており、ここでは表土凍結はみられなかった。一方、尾根から緩斜面にかけては12月から3月までいずれも積雪深20cm以下であり、表土凍結が認められた。4月4・5日の調査では各測点とも積雪は消え、表土凍結が3月5・6日まで認められた③、④、⑤の地点も4月4・5日の調査時には表土が融解していたが、地表下約10~40cmの範囲にはなお土壌凍結が認められた。

オテンナイ川流域においても、積雪分布並びに表土凍結に関して⑤地点を除いてサンナイ川流域と同様の傾向を示し、谷部では積雪が多く表土凍結は認められなかったが、尾根部では積雪が少なく表土凍結が認められた。4月4・5日調査時の積雪状況は、サンナイ川流域と同じく谷沿いに所々残雪が見られる程度であったが、他に斜面及び尾根の林内にも積雪が残存していた。③と④地点は、サンナイ川流域と同様に4月4・5日には表土が融解していたが、地表

表-2 斜面傾斜分布(面積比)  
Table 2. Slope gradient distribution (%)

Basin \ Gradient	Gradient		
	< 10 %	10~20 %	> 20 %
Sannai R.	69	0	31
Otennai R.	36	9	55

下10 cm付近から下層にかけて土壤凍結が認められた。また、⑤地点は尾根部であるにもかかわらず観測期間を通して谷部以上に積雪が多く、表土凍結も見られなかった。ここでは、4月4・5日の調査時にも18 cmの積雪が見られた。

地形による積雪状況の違いの一例を図-10に挙げた。図は、サンナイ川流域の⑤-②地点付近の1990年2月10日における積雪深分布を示しているが、⑤から②地点にかけては草地で、②より斜面下方はササ地となっている。尾根から緩斜面にかけては積雪が少なく表土凍結が認められたが、谷部に近づくにつれ積雪が増加し、表土は凍結していなかった。

次に、図-9において積雪分布に異なった傾向を示したオテナイ川流域の⑤地点付近の積雪深変化を、図-11に示した。④は草地、⑤は林地で、互いに接しており尾根部の平坦地に位置する。林分はダケカンバとミズナラを主体とした広葉樹林で、樹高6 m前後、胸高直径は平均15 cm(最大23 cm)であった。積雪深計測点を10 m間隔で直線上に6点、それぞれ林内に3点、草地内に3点設定し、12月28日、1月

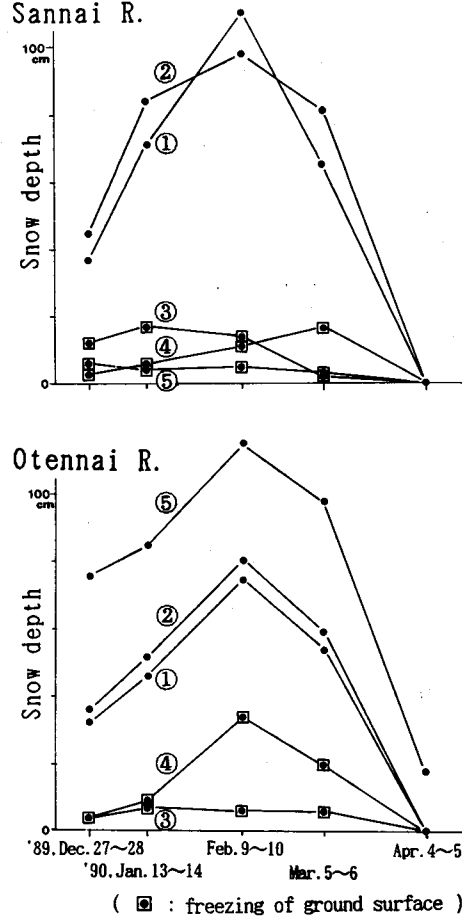


図-9 積雪深の推移と表土凍結状況  
Fig. 9. Snow depth and freezing of ground surface

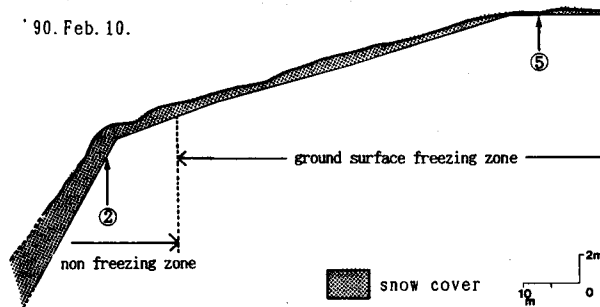


図-10 サンナイ川流域内尾根・斜面における積雪状況  
Fig. 10. A typical snow cover condition on slope (Sannai R. Basin)

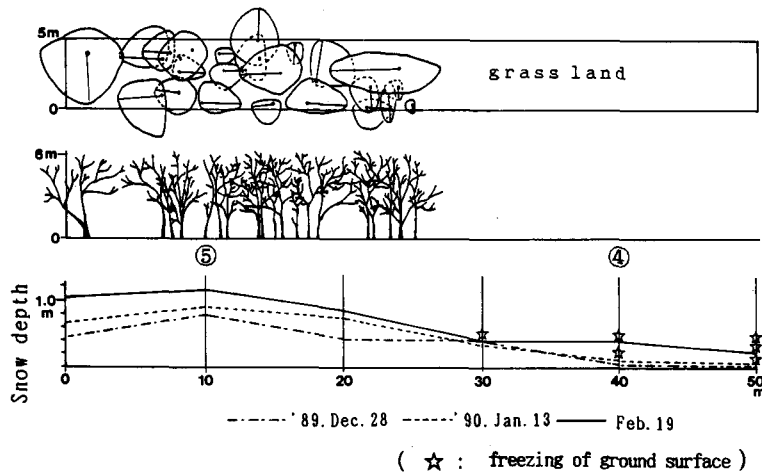


図-11 オテナイ川流域内尾根の積雪深変化

Fig. 11. Changes of snow depth around a ridge (Otennai R. Basin)

13日、2月19日に積雪深を計測した。林内では12月調査時に積雪深40cm以上を示し、その後も増加して2月調査時には約1mに達した。また、いずれの調査時点においても表土凍結は認められなかった。それに対して草地では、3回の調査時点いずれにおいても積雪深40cm以下で、日時の経過につれ積雪深が増加する地点もあれば、減少する地点もあり、草地内の積雪が風により移動しているものと考えられる。また、林地から遠いほど早い時期から表土凍結が認められた。

宗谷丘陵のような強風地域では、斜面下部から谷にかけてはいわゆる吹きだまりで積雪深が大きくなっているが、尾根から斜面上部の緩斜面にかけては、吹き払いにより積雪深が小さくなり表土凍結が生ずるものと考えられる。しかしながら、尾根部であっても林地部分では積雪の吹き払いが少なく一定程度の積雪が保存されるため、表土凍結が生じなかったものと考えられる。

## 2) 表土凍結分布の推移

流域内における表土凍結の広域的な分布を、1990年2月9・10日、3月6・7日、4月4・5日の3回調査した(表-3)。

2月には、サンナイ川流域では斜面下部から谷にかけての部分を除く広範囲に表土凍結が認められた(凍結域:62%)。オテナイ川流域では、尾根部に分布する草地の一部にのみ凍結が認められた(凍結域:16%)。凍結していない尾根や緩斜面は林地及びその周辺部に相当しており、積雪深は約50~150cmと大きかった。これは前節で述べたように風により雪が吹きだまったものと考えられる。

3月もそれぞれの凍結域は2月と同様な分布を示しており、その面積はサンナイ川流域で57%、オテナイ川流域で15%となっていた。

表-3 凍結域の面積比

Table 3. Areas of ground freezing in winter of 1989-90 (%)

	Feb. 9-10	Mar. 6-7	Apr. 4-5
Sannai R.	62	57	28
Otennai R.	16	15	10

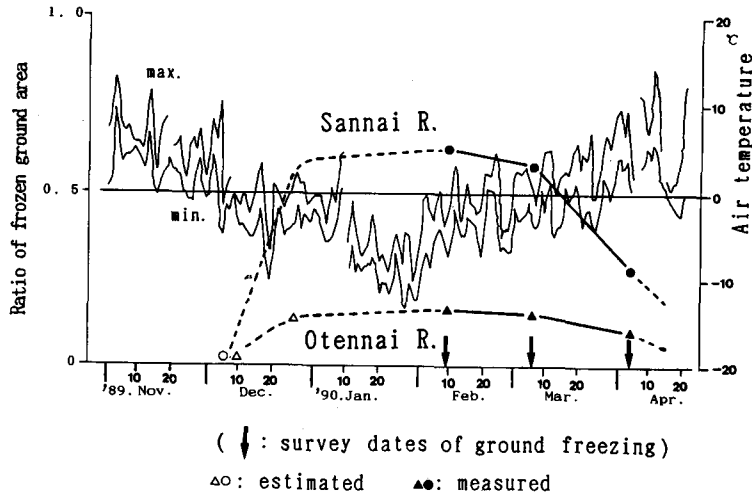


図-12 凍結面積の推移と日最高・最低気温

Fig. 12. Relation between frozen ground area and air temperature

4月には、両流域ともに表土の凍結は認められなかった。そこで測量ポールを土層中に突き刺し、地表下での土壌凍結を調査した。その結果、サンナイ川流域の28%、オテンナイ川流域の10%で地表下の土壌が凍結していた。

図-12に、流域面積に対する凍結面積割合（以下、凍結面積比）の推移と1989年11月1日から1990年4月30日までの宗谷岬における日最高・最低気温（一部欠測）を示した。なお、凍結面積比は2月と3月は表土凍結、4月は地表下の土壌凍結の面積を用いた。一般に、季節的土壌凍結は気温の下降に伴い地表面から始まり、融解期には地表面及び底面から融け始める<sup>3)</sup>。2月と3月の調査時は気温が低くほとんど表土融解条件にないことから、表土凍結していない所では地表下も凍結していないと考えられる。つまり、ここに示した凍結面積比は、地表及び地表下で凍結の認められる区域の流域面積比である。

気温の下降に伴う表土凍結の進行状況を観察するために、1987-88年の冬期に宗谷丘陵内の尾根において気温と土層内の地温を連続測定した<sup>17)</sup>。その結果、最も風の当たる場所では日平均気温が0°C以下となった12月中旬に表層は速やかに凍結し、3月中旬までほとんど凍結した状態で経過した。

図-12から、気温が0°C以下になる日が多くなるのは12月初めである。そのころに調査流

域内の尾根の一部で表土が凍結し始め、その後次第に、凍結域が拡大していったものと考えられる。図一9より、1・2・3月を通して凍結の認められた地点(両流域合わせて5地点)の内、12月末の調査時にはすでに4地点で凍結が認められていた。よって、12月末には2月調査時の凍結域面積に近い値になっていたことが推測される。しかしながら1月上旬までは気温がプラスになる日も見られ、また積雪も少ないことから、流域における凍結面積比は実際は図中の破線のように直線的に増加したのではなく、気温の昇降に伴って多少の増減を繰り返しながら増加していったものと考えられる。

そして、1月中旬以降2月調査時までには気温が0°C以下であったことから、表土凍結面積は減少することなく緩やかに増大していったものと推察される。その後、2月調査時以降3月調査時までには最低気温はマイナス、最高気温は約半分の日でプラスであった。さらに、3月調査時以降はほとんど毎日気温はプラスに達し、1日中0°C以上の日も約半分あった。

これらのことから、2月9・10日の調査以降3月6・7日までは凍結域が少し減少する程度でほぼ変わらず、3月6・7日の調査日以降気温の上昇にともなって凍結域減少の割合が大きくなったものと考えられた。

#### 4. 表土凍結と冬期湧水時の流出

##### 1) 表土凍結と冬期湧水時の流出特性

図一13に、1989年12月28日から1990年2月28日までの両川における日流量の変動及び宗谷岬の日最高・最低気温、降水量を示した。また、図一9より尾根部(サンナイ川流域の③④⑤、オテンナイ川流域③④)と、谷部及び尾根部の林地(サンナイ川流域①②、オテンナイ川流域①②⑤)の各グループで、個々の計測点での積雪深の平均をとりその推移を併せて示した。

流量観測を開始した12月末から1月中頃までは、2~3日周期の小刻みな振れを繰り返しながら流量が低減している。この流量低減は、冬期以前に流域に貯留された流出成分が次第に減少していった過程と考えられる。また、流量の小刻みな変動については、この期間は積雪下面融雪発生域である谷部及び尾根部の林地(非凍結域)においても積雪深が40cm程しかなく、気温の昇降にともなう凍結面積の変化及び積雪下面融雪量の変化の影響が現れているものとみられる。

そして、オテンナイ川で1月6日、サンナイ川では1月16日に最低流量(0.1mm/day以下)がみられた。ここで冬期以前の流域貯留成分の流出が終わったものと推測され、この後やや流量は増加して約1ヶ月間(1月20日~2月20日)、安定状態となった。この時点では、谷部及び尾根部の林地(非凍結域)の積雪深も60cmを超え流域の凍結面積比も安定したため、積雪下面からの融雪水が安定供給され、その結果、流量も安定状態になったものと考えられる。

図一14に、日流量が安定状態であった2月1~3日及び融雪時の3月20~22日の1時間

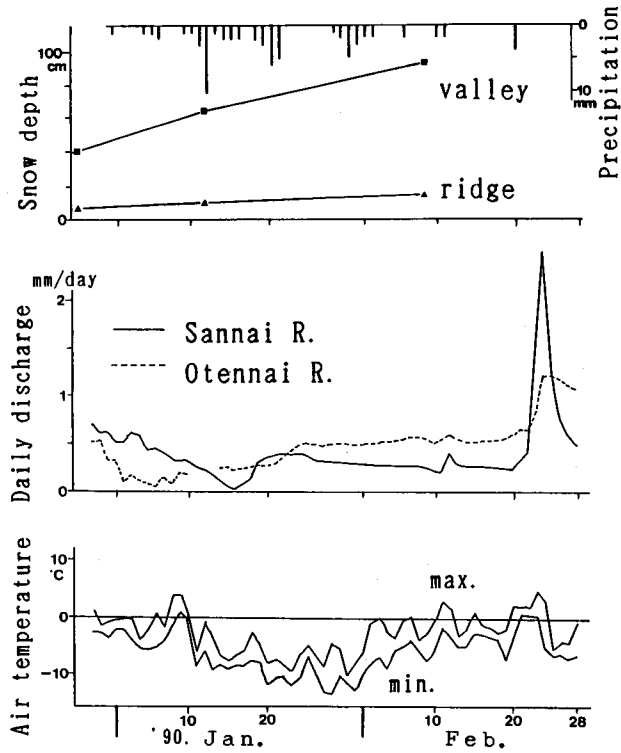


図-13 冬期渇水時における日流量変動

Fig. 13. Streamflow hydrograph during scanty-water period in winter

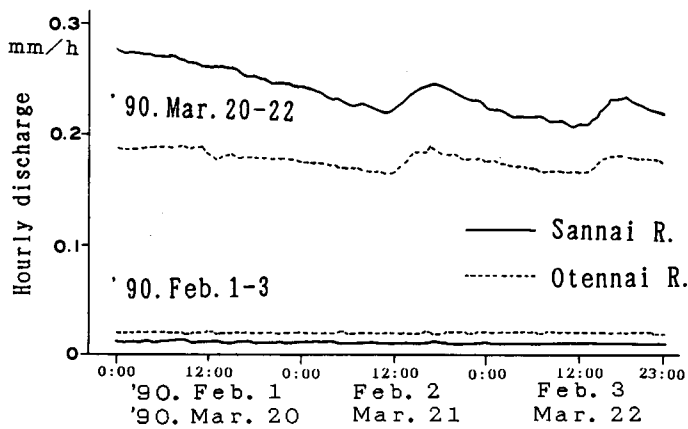


図-14 冬期渇水時と融雪時における1時間流量の変動

Fig. 14. Fluctuation of hourly discharge both of a scanty-water period and a snowmelt period

毎の流量変動を示した。この時の気温は、2月1～3日にかけては $0^{\circ}\text{C}$ 以下が続き、また3月20～22日は3日間とも最高気温はプラス( $2.6\sim 4.6^{\circ}\text{C}$ )、最低気温はマイナス( $-0.8\sim -3.8^{\circ}\text{C}$ )であった。3月21・22日には気温の日周変化に対応したと思われる流量変動が認められるのに対して、2月1～3日の流量変動は両川とも極めて小さいことがわかる。すなわち、冬期渇水時において流量が安定状態にあるということは1時間単位でみても当てはまり、このことは、冬期渇水時には両川の流出成分が積雪下面融雪により供給されていると推察される傍証となる。

流量が安定状態であった約1ヶ月間(1月20日～2月20日)の平均日流量と2月9・10日調査時の表土凍結面積比、また両流域における尾根部面積比を表-4に示した。なお、尾根部面積比は表-2の流域斜面傾斜分布のうち傾斜10%未満の部分とした。尾根部のうちで林地である部分の割合(尾根部林地比)も併せて示した。サンナイ川流域では69%を占める尾根部の全てが草地であり、その部分の積雪は吹き払われ、尾根部面積にほぼ相当する流域内の62%が表土凍結していた。一方、オテンナイ川流域では、36%を占める尾根部のうち4割が林地であることから積雪深の小さいところは流域の22%程と考えられ、そのほとんど(流域の16%)で表土凍結していた。

よって、この時期の積雪下面融雪発生域(非凍結域)はサンナイ川流域で38%、オテンナイ川流域で84%となり、サンナイ川流域が約1/2の値であった。1月20日～2月20日の平均日流量もサンナイ川が小さく(サンナイ川:  $0.31\text{ mm/day}$ , オテンナイ川:  $0.51\text{ mm/day}$ )、オテンナイ川の約6割であった。この結果から冬期渇水時の流出は、冬期以前の流域貯留成分の流出影響が小さくなってからは積雪下面融雪発生域の大小に大きく規制され、流量が決定されていると推察される。

## 2) 非凍結流域の冬期渇水時流量

表土凍結と冬期渇水時の流出の関係をより明確なものにするために、表土の凍結が認められない流域においても冬期渇水時の流量を計測した。宗谷丘陵のサンナイ川・オテンナイ川流域と比較すると、風が弱く尾根部にも積雪がみられるため表土凍結はほとんど発生しないと予想し、北海道北部の内陸に位置する銅蘭川とマクンナイ川をその対象とした。

両河川は天塩川の支流で北海道北部中川郡中川町内に位置する(図-15)。宗谷丘陵の2流

表-4 冬期渇水流量と表土凍結面積比

Table 4. Area of ground surface freezing and scanty-water discharge in winter

	Ridge area (*)	Area of ground surface freezing	Mean daily discharge (Jan. 20-Feb. 20)
Sannai R. Basin	69% (0%)	62%	0.31 mm/day
Otennai R. Basin	36% (40%)	16%	0.51 mm/day

\*: 尾根部林地比

\*: forested area / ridge area

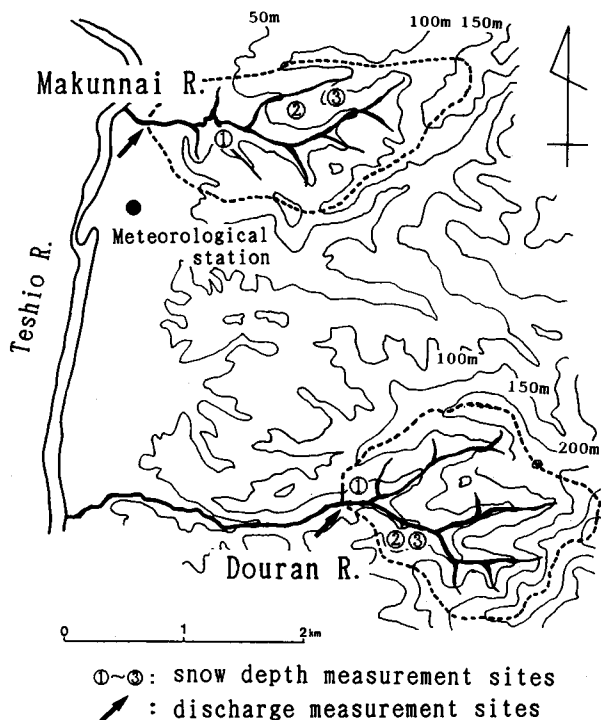


図-15 銅蘭川・マクンナイ川流域の位置

Fig. 15. Location map of Douran R. and Makunnai R. basins

域に比べて調査流域面積が200 ha以上(銅蘭川232 ha, マクンナイ川223 ha)と大きいこと, また植生状況は, 銅蘭川においては林地が主体で尾根部もほとんどが林地であり(林地70%, 草地30%), マクンナイ川では草地在主体で尾根部も草地であること(林地20%, 草地80%)が特徴である。

流量は連続観測ではなく, 1989年12月~1990年4月の期間に5回, 流速と流積を実測し日流量に換算した。

1990年1~2月の中川地方における風の状況<sup>13)</sup>は, 日平均風速5 m/s以上の日が1月で2日, 2月で1日, また日最大風速10 m/s以上の日が1月で2日, 2月で2日であり, 宗谷岬(日平均風速5 m/s以上1月:26日 2月:21日, 日最大風速10 m/s以上1月:26日 2月:22日)と比較すると弱風地域である。

両流域において図-15の①~③の地点で, 1989年12月26日から1990年4月7日の期間に, 積雪深を5回計測した。結果を図-16に示す。銅蘭川流域における計測点はすべて林内で, ①は谷部で上方が開いているが, ②は斜面で落葉広葉樹樹冠下, ③も斜面で常緑針葉樹樹冠下である。①と②に比べ③の積雪深が小さいが, これは降下する積雪が針葉樹樹冠に捕捉されたためと思われる。しかしながら, ③においても2月には積雪深70 cmをこえ, 表土凍結は観測

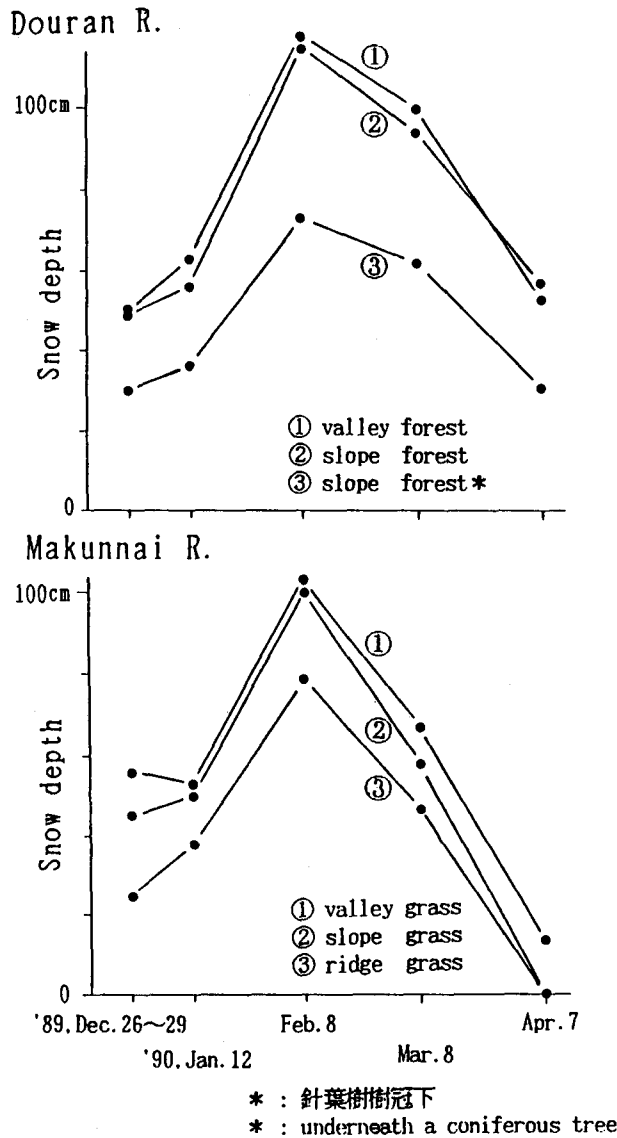


図-16 銅蘭川・マクunnai川流域の積雪深変化  
Fig. 16. Changes of snow depth in Douran R. and Makunnai R. basins

期間中いずれの場所にも認められなかった。

マクunnai川流域においては、①谷部、②斜面、③尾根部の3ヶ所で積雪深を計測した。なお、3ヶ所とも草地である。谷と斜面ではほとんど積雪深に差はなく、尾根部ではやや少ないが2月には積雪深約80cmに達している。マクunnai川流域においても表土凍結は観測期間中いずれの場所にも認められなかった。流域において最も積雪の少ないと思われた地点、銅蘭

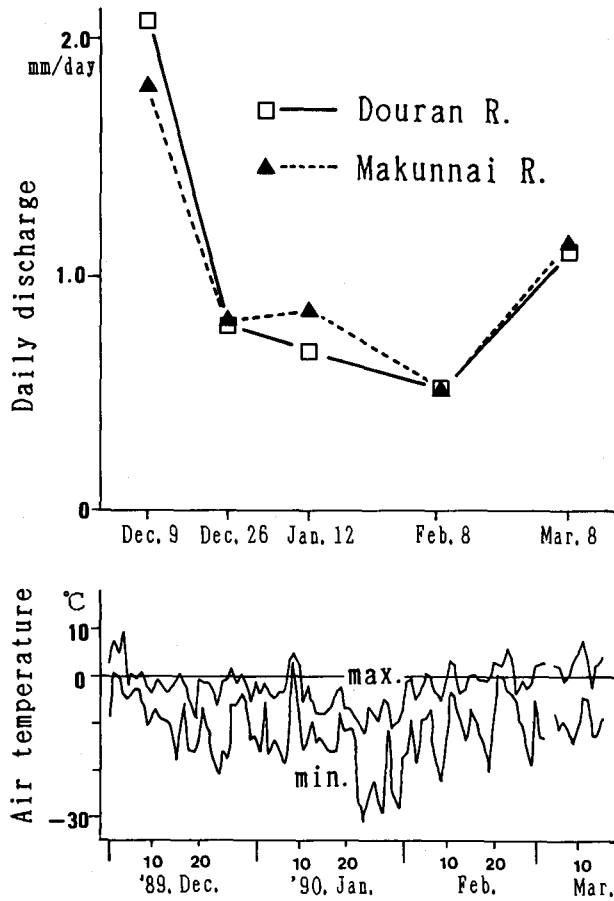


図-17 銅蘭川・マクunnai川の冬期日流量

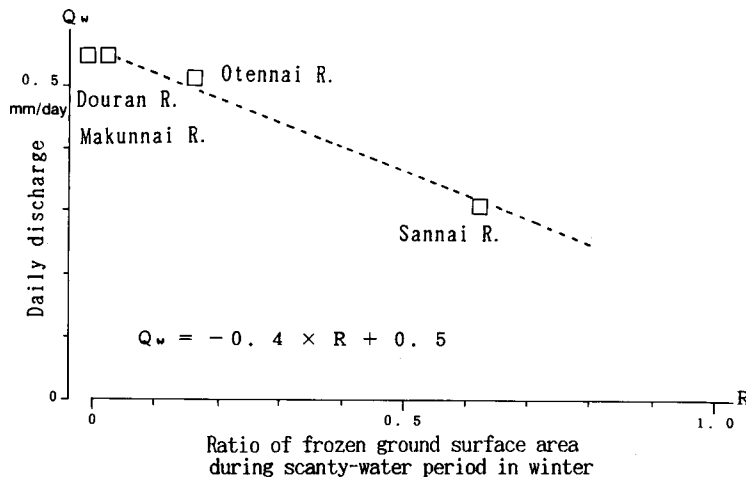
Fig. 17. Daily discharge and air temperature in winter (Douran R. and Makunnai R.)

川では常緑針葉樹樹冠下、マクunnai川では尾根部の草地において、計測点以外の場所でも測量ポールで表土凍結の有無を確認したが認められなかった。

銅蘭川とマクunnai川において、1989年12月9日～1990年3月8日の期間に5回実施した流量測定結果と、その期間の日最高・最低気温を図-17に示す。降水量の記録<sup>13)</sup>によれば、12月4日に25mmの降雨があった後、2月11日の3mmまで降雨はない(その間の総降水量は240mm)。銅蘭川、マクunnai川ともに同じように流量が減少してゆき、測定結果中、2月8日に最低流量(両川とも0.53mm/day)を示し、その後、気温上昇の影響で3月8日には増加している。

### 3) 表土凍結面積比と冬期渇水時流量

以上の4流域における冬期渇水時の表土凍結域面積比は、表-4よりオテンナイ川流域で



図一18 表土凍結面積比と冬期渇水流量

Fig. 18. Relation between ratio of frozen ground surface area and scanty-water discharge in winter

16%, サンナイ川流域で62%, さらに中川町の2流域においては前述のとおり0%である。図一18に冬期渇水時の表土凍結域面積比と流量との関係を示した。なお、冬期渇水時の流量として、オテナイ川とサンナイ川では1月20日～2月20日の平均日流量, 銅蘭川とマクンナイ川では2月8日の日流量を用いた。

図より、積雪下面融雪が生じない表土凍結域の面積比が大きい程、冬期渇水時の流量は小さくなる傾向が認められる。すなわち、表土凍結域の大小が流域に供給される積雪下面融雪水量を決定しており、それが冬期渇水時流量に現れると推察される。

寒冷地の冬期流出については、流量が小さいため開水面が結氷し易く連続観測が容易でないことから、これまで観測・解析が行われた事例は少ない。サンナイ川・オテナイ川流域においても、1990～1991年冬期の流量観測の際にオテナイ川で流量堰が凍結し、1月中旬以降の記録は異常値を示した。しかし、1991年2月23・24日に実測した結果、流量はサンナイ川で0.13 mm/day, オテナイ川で0.41 mm/dayであり、オーグー的に前冬期とほぼ同じであった。また、北海道における冬期間の流量観測事例から、比較的積雪が多く表土凍結が生じないとみられる流域の冬期渇水時の流量を抽出すると、天塩川水系清川(幌延町問寒別)で0.38 mm/day (Feb. 19, 1988), 0.56 mm/day (Feb. 2, 1989), 石狩川水系モシリウンナイ川(幌加内町母子里)で0.42 mm/day (Mar. 7, 1987), 0.42 mm/day (Mar. 7, 1988), 0.55 mm/day (Mar. 11, 1989)であり、おおよそ0.4～0.6 mm/dayとなっている<sup>2)</sup>。

## 5. 積雪寒冷地における冬期渇水時の流出特性

## 1) 表土凍結域と積雪下面融雪

これまでの検討結果から、表土凍結域と積雪下面融雪水供給域の模式図を示した(図-19)。強風地域において、尾根に森林がある場合には谷部も含めて流域全面に十分な積雪層が形成されるため、積雪下面融雪は流域全面で生ずる。また、森林がない流域では尾根部で表土が凍結し、谷部でのみ積雪下面融雪が起こる。それに対して弱風地域では、森林の有無にかかわらず十分な積雪層が形成されるため流域全面で積雪下面融雪が生ずる。

積雪下面の融雪現象に関して、小島(1980, 1982)は北海道北部母子里地区の平地において、①ライシメータから求める方法、②積雪層厚の変化から求める方法、③地中と積雪中の熱流測定から求める方法の3通りで積雪下面融雪量を測定し、日平均で1979~80年は0.44 mm/day, 1980~81年は0.44 mm/day, 1981~82年は0.61 mm/dayであったと報告している<sup>11,12)</sup>。また、藤原(1989)の測定によれば、札幌市の平地においてライシメータを用いた結果、平均0.54 mm/dayであった<sup>1)</sup>。これらの報告より、積雪下面融雪量はおよそ0.5 mm/dayと結論される。

すなわち図-19において、強風地域で尾根に森林がある流域や弱風地域の流域では、冬期渇水時の流量のうち積雪下面融雪による流量はおよそ0.5 mm/day程度に、また強風地域で

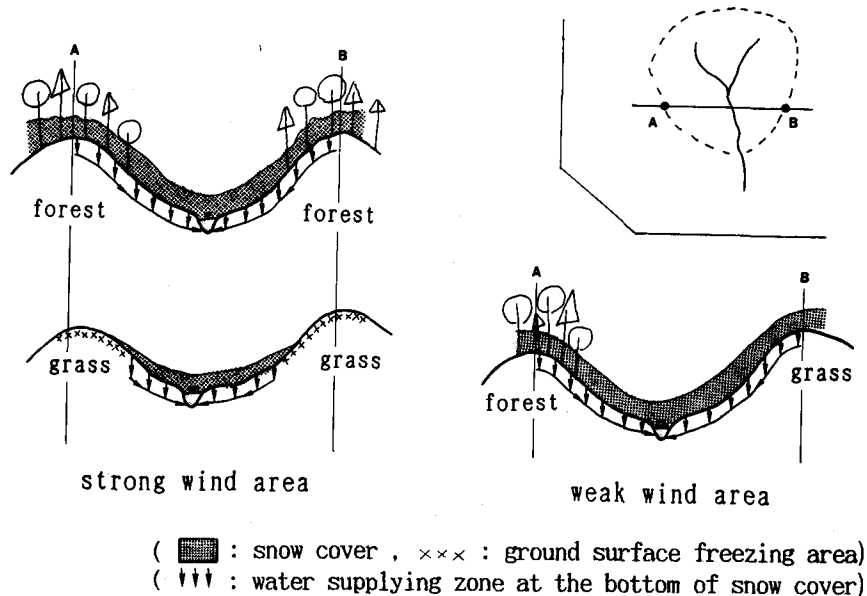


図-19 表土凍結域と積雪下面融雪

Fig. 19. Water supply process by melting at the bottom of snow cover

尾根に森林がない流域ではそれ以下になるものと推察される。

## 2) 冬期渇水時の流出と基底流出量

表一5に、宗谷丘陵のサンナイ川とオテンナイ川、中川地方の銅蘭川とマクンナイ川、および北海道苫小牧地方の幌内川の冬期・夏期渇水時の流量を示した。なお、幌内川は第四紀の樽前火山東山麓を流れる河川で、流域は約100mの層厚を持つ火山噴出物(軽石が主体)に覆われている。幌内川の流量は北海道大学苫小牧地方演習林によって測定されており、流量観測点における流域面積は7.9km<sup>2</sup>である。

サンナイ川とオテンナイ川は強風地域の宗谷丘陵に位置し、冬期渇水流量はサンナイ川0.31mm/day、オテンナイ川0.51mm/dayとオテンナイ川が大きかった。銅蘭川とマクンナイ川は弱風地域に位置しており、冬期渇水流量は両川とも0.53mm/dayであった。

これら4川の冬期渇水流量が0.3~0.5mm/dayであること、また前節より積雪下面融雪量が約0.5mm/dayであることから、この4川の冬期渇水時の主流出成分は積雪下面融雪によるものであり、冬期渇水時には冬期以前の流域貯留成分の流出影響がほとんどない流域と位置づけられる。

積雪寒冷地においては、冬期間は降雨による流域への水の供給はない。北海道において、冬期の無降雨期間は地域差もあるがおおよそ12月中旬~3月中旬の3ヶ月間である。降雨による水の供給がないその3ヶ月間以内で、冬期以前に貯留された成分の流出影響がなくなる流域においては、積雪下面融雪による流量が冬期渇水時流量となる。

夏期に3ヶ月間も無降雨期が続くことは北海道では記録にない<sup>14)</sup>が、20日間程度の無降雨期はみられる。その夏期の無降雨期における渇水時流量を4川についてみると、サンナイ川とオテンナイ川では1990年7月6~24日にかけて19日間の無降雨期間があり、7月24日の日流量はサンナイ川で0mm/day、オテンナイ川で0.48mm/dayであった。銅蘭川とマクンナイ川では1988年7月12日から8月2日にかけて22日間の無降雨期間があり、8月2日の日流量

表一5 渇水流量—冬期・夏期  
Table 5. Scanty-water discharge in winter and summer

Geological condition	Stream name	Scanty-water discharge (mm/day)	
		in winter	in summer (no rainfall periods)
Tertiary sedimentary area	Sannai R.	0.31	0 (19 days)
	Otennai R.	0.51	0.48 (19 days)
	Douran R.	0.53	0.16 (22 days)
	Makunnai R.	0.53	0.08 (22 days)
Quaternary volcanic area	Horonai R.	2.53*	2.53 (19 days)*

\*: 苫小牧演習林測定 (夏・1988年, 冬・1989年)

\*: measured by TOMAKOMAI Exp. Forest (summer in 1988, winter in 1989)

は銅蘭川で0.16 mm/day, マクンナイ川で0.08 mm/dayであった。

これら4流域の地質はいずれも第三紀堆積岩で基底流出量が小さいと予想され、夏期渇水時流量も0~0.48 mm/dayと小さな値を示している。夏期の渇水時には冬期と異なり蒸発散があるため、単純には冬期渇水時と比較できないが、夏期の20日間程度の無降雨期間後の流量がおおよそ0.5 mm/day以下であれば、冬期の3ヶ月間の無降雨期つまり冬期渇水時には、冬期以前に供給された成分による冬期渇水時流量への影響はなくなるものと想像される。

これに対して、第四紀火山地域を流れる幌内川は基底流出量が大きく、夏期渇水時においても2.53 mm/dayと他の4川に比べて大きな流量を持つ。幌内川流域は冬期間積雪が少なく表土凍結が生ずるが、冬期渇水時においても冬期以前の貯留成分の流出影響が大きいいため、冬期渇水時流量も2.53 mm/dayと大きな値を示すと考えられる。また、東ら(1989)は夏の無降雨期後の流量を渇水比流量として北海道内の諸流域を比較した結果、第四紀火山噴出物堆積地帯で1.34~3.42 mm/day, 第三紀火山岩地帯1.43 mm/day, 古第三紀・先白亜紀層の堆積岩地帯0.004~0.41 mm/dayであったと述べている<sup>4)</sup>。サンナイ川・オテンナイ川流域は白亜紀及び第三紀の堆積岩地域<sup>6)</sup>, 銅蘭川・マクンナイ川流域は白亜紀の堆積岩地域<sup>7)</sup>であり、これら4川の夏期渇水時の流量は、東らの古第三紀・先白亜紀の堆積岩地帯の渇水比流量0.004~0.41 mm/dayとほぼ一致する。

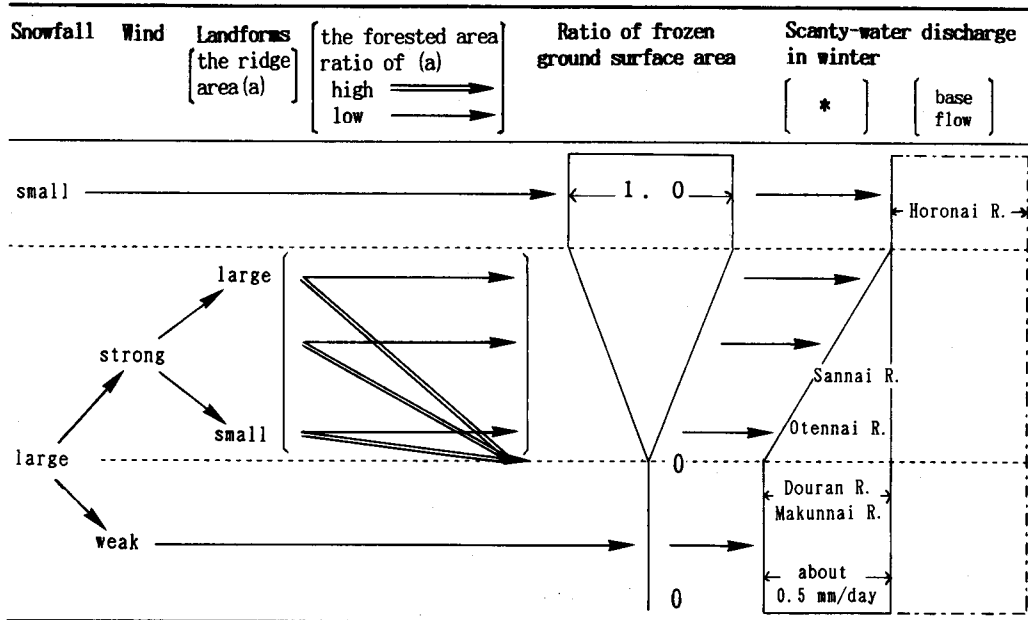
### 3) 積雪寒冷地における冬期渇水時の流出特性

図-20に、積雪寒冷地における冬期渇水時流量とそれに対する影響因子を示した。まず、降雪量が少ない流域においては積雪深が小さく、低気温により表土が凍結し、積雪下面融雪は生じない。よって、冬期渇水時の流量は冬期以前の流域貯留成分の流出のみで構成される(幌内川)。

降雪量が多い流域においては、その流域における冬期間の風の状況によって異なり、弱風流域においては地形・植生に影響されずに十分な積雪層が形成されるため、表土凍結は発生しない。したがって、積雪下面融雪が流域全面で生じ、これによる流量はおおよそ0.5 mm/dayと考えられる(銅蘭川, マクンナイ川)。

次に、降雪量が多くかつ強風流域であるが、まず地形によって不均一な積雪分布となる。尾根部では積雪が風に吹き払われるため十分な積雪層が形成されず表土凍結が発生するが、谷部では雪が吹きだまり表土凍結は発生しない。しかしながら尾根部においても林地である場合には、谷部と同様に雪が吹きだまり表土凍結は発生しない。つまり、表土凍結面積比は流域における尾根部の面積比を上限として、その尾根部における林地比が大きくなるほど表土凍結面積比は低下するものと考えられる。そして、これら地形・植生状況によって決まる表土凍結面積比の大小により、流域に供給される積雪下面融雪水量が決まり冬期渇水流量の大小となって現れると考えられる(サンナイ川, オテンナイ川)。

サンナイ川・オテンナイ川・銅蘭川・マクンナイ川は前節より、冬期渇水時には冬



注\* : 積雪下面融雪水による流量  
 Note \* : runoff from snow melting at the bottom of snow cover

図-20 冬期渇水流量とその影響因子  
 Fig. 20. Factors affecting winter scanty-water discharge

期以前の流域貯留成分の流出影響はほとんどなく、積雪下面融雪水が冬期渇水流量の主成分になっていると推察された。図-18 から、冬期渇水時流量 ( $Q_w$ ) は表土凍結面積比 ( $R$ ) の関数で表されるが、仮に流域全面で表土凍結が生ずれば、冬期渇水時流量はゼロに近い値になるものと推測される。

以上より、積雪寒冷地における冬期渇水時の流出成分について (1), (2) 式のようにまとめられる。

$$Q_w = B + S, \quad S = (1 - R) \times M \quad \dots \dots \dots (1)$$

- $Q_w$  : winter scanty-water discharge <mm/day>
- $B$  : base flow (waterflow generated before winter) <mm/day>
- $S$  : runoff from snow melting at the bottom of snow cover <mm/day>
- $R$  : ratio of frozen ground surface area
- $M$  : melting volume at the bottom of snow cover <mm/day>

冬期渇水時流量 ( $Q_w$ ) は、冬期以前の流域貯留成分からの基底流出 ( $B$ ) と積雪下面融雪水 ( $S$ ) とで構成されており、そのうち、積雪下面融雪水 ( $S$ ) は表土凍結していない地域の面積比 ( $1 - R$ ) と積雪下面融雪量 ( $M$ ) の積で表される。なお、 $M$  の値は先に述べたようにおよそ 0.5 と想定される。

表土凍結面積比 ( $R$ ) は、強風地域においては日最低気温が  $0^{\circ}\text{C}$  を下回り始める頃に増加し始め、日最高・最低気温とも  $0^{\circ}\text{C}$  以下を示す期間においては、(2) 式のように地形要素である [尾根部面積比 ( $R_r$ )] と植生要素である [ $1 - \text{尾根部林地比} (R_f)$ ] の積で表される最大値 ( $R_c$ ) に達する。そしてその後、最高気温がプラスになり始めると減少する。

$$R_c = R_r \times (1 - R_f) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$R_c$ : maximum of  $R$

$R_r$ : ratio of ridge area within basin (topographical coefficient)

$R_f$ : ratio of forested area on ridge (vegetational coefficient)

ここで、主調査対象とした宗谷丘陵の流域においては、尾根部面積比 ( $R_r$ ) は傾斜 10% 未満の部分の面積比とし、その林地比は樹高 6 m 程度の森林の面積比とした。しかし、これらは流域の凍結実態に応じて各流域の地形・植生要素から個々に決まるものである。

以上のことから、基底流出量が多い第三紀及び第四紀の火山地域においては、冬期渇水時においても冬期以前に流域へ貯留された成分による流量 ( $B$ ) が大きく、相対的に表土凍結 ( $R$ ) の冬期渇水時流量 ( $Q_w$ ) に及ぼす影響は小さくなると考えられた。また、白亜紀・第三紀堆積岩地域においては、冬期渇水時には冬期以前に貯留された成分による流出 ( $B$ ) の影響は小さく、よって積雪下面融雪水 ( $S$ ) が冬期渇水時流量 ( $Q_w$ ) の主成分となり、地形・植生要素 ( $R_r \cdot R_f$ ) に支配される表土凍結面積比 ( $R$ ) の影響を強く受けているものと推察された。

### おわりに

冬期渇水時の流量は表土の凍結域面積に影響を受け、表土の凍結は積雪に、また強風地域では積雪は地形と森林の有無に強く影響を受けていることが明かとなった。

本研究では、冬期渇水時に限ってその流出実態と流出成分を明かにすることを試みた。水資源保全を考慮にいた流域管理を行うためには、年間を通した渇水時の流出特性を把握することが不可欠で、特に夏期渇水と土地利用 (植生) の関係など問題は多岐にわたる。

冬期渇水時の水源確保のためには、特に基底流出量の小さい流域においては表土凍結の防止が重要な対策になると考えられる。宗谷丘陵において考えると尾根部の積雪を増大させることが必要であり、地形の大きな改変は望めないことから、森林の造成やフェンス設置などによる積雪の保持が有効な対策となり得ると考えられた。

### 引用文献

- 1) 藤原滉一郎 (1989) : 札幌の積雪下面融雪量. 日林北支論, 37, 183-185.
- 2) 藤原滉一郎・笹賀一郎 (1990) : 積雪寒冷地における山地小流域の冬期の流出. 日林北支論, 38, 239-241.
- 3) 東 晃 (1949) : 土壌の凍結及び融解. 農業物理研究, 1, 43-52.
- 4) 東 三郎・北村泰一・テリヨノ スグルマシ (1989) : 水源地帯の水文学的地域性に関する研究. 北大演習報, 46-2, 249-270.

- 5) 北海道開発協会 (1980) : 北海道基準渇水量調査図書.
- 6) 北海道立地下資源調査所 (1959) : 5万分の1地質図幅説明書 宗谷及び宗谷岬.
- 7) 北海道立地下資源調査所 (1962) : 5万分の1地質図幅説明書 天塩中川.
- 8) 北海道立地下資源調査所 (1985) : 北海道の水資源.
- 9) 木下誠一 (1966) : 凍土の硬度測定. 低温科学 物理編, 24, 315-317.
- 10) 北原 曜・真島征夫 (1983) : 林地における地面融雪量測定例. 北海道の雪氷, 2, 41.
- 11) 小島賢治 (1980) : 冬季間の積雪下面における融雪量の連続観測 (序報). 低温科学 物理編, 39, 101-107.
- 12) 小島賢治 (1982) : 低温多雪地域の冬期間積雪下面における融雪量. 低温科学 物理編, 41, 99-107.
- 13) 日本気象協会北海道本部 (1989-1990) : 北海道の気象.
- 14) 日本気象協会北海道本部 (1982) : 最新版 北海道の気候.
- 15) 笹賀一郎・藤原滉一郎・佐藤冬樹 (1989) : 森林の強風地における堆雪効果. 北大演研報, 46-4, 801-828.
- 16) 笹賀一郎・藤原滉一郎・佐藤冬樹・清水 取 (1990) : 森林の強風地における堆雪効果 (II). 北大演研報, 47-1, 145-175.
- 17) 佐藤冬樹・笹賀一郎・藤原滉一郎・東 三郎 (1990) : 少積雪・強風地帯における土壌凍結と堆雪柵の効果について. 日林北支論, 38, 215-217.

### Summary

Streamflow source in winter, especially during scanty-water period, is considered to be composed of runoff generated before winter and runoff from snow melting at the bottom of snow cover. Melting at the bottom of snow cover is induced by soil heat and adiabatic effects of snow cover even in the condition of air temperature below 0 °C, though it does not adversely occur when ground surface is frozen. The main objective of this study is to clarify the influence of snow melting at the bottom of snow cover on winter scanty runoff.

Continuous measurement of discharge, and surveying of snow depth and frozen ground surface were carried out to ascertain the characteristic of winter scanty runoff in Sannai and Otennai Basins of Soya Hills located in strong wind area where ground surface is frequently frozen. For a comparison, the similar surveying was also performed in non-freezing basins. The results are summarized as follows:

1) Snow depth was greatly influenced by topography. Snow depth was thick in valley and forested ridge, whereas shallow on grassed ridge.

2) Frozen ground surface was largely distributed on the ridge without forests. In the beginning of February '90, the ratio of frozen ground surface area in Sannai and Otennai Basins reached to 0.62 and 0.16 respectively, decreasing into 0.28 and 0.10 until the end of April.

3) Discharge fluctuation was not found for about one month before snow melting period. The winter scanty-water discharge (mean daily discharge from Jan. 20th to Feb. 20th in 1990) was 0.31 mm/day and 0.51 mm/day in Sannai and Otennai Basins respectively, while winter scanty-water discharge in the non-freezing basins was measured as 0.53 mm/day.

4) Winter scanty-water discharge was influenced by the ratio of frozen ground surface area determined by snow depth distribution. In strong wind basins, the ratio of frozen ground area was considerably high on ridge whose forested area ratio was small. It was considered that as the frozen ground area would be reduced, winter scanty-water discharge was expected to be increased. While in weak wind basins, frozen ground surface was not found because of thick snow depth without relation to topography and vegetation, therefore winter scanty-water discharge was considered to be steadily supplied from snow melting at the bottom of snow cover all

over the basin.

5) In basins of Quaternary volcanic area where discharge is mostly generated from base flow, winter scanty-water runoff is mainly supplied by waterflow generated before winter, therefore the influence of snow melting at the bottom of snow cover on winter scanty-water discharge is considered to be relatively small. In Tertiary sedimentary area, such as the investigated basins, the runoff generated before winter is small, therefore the influence of snow melting at the bottom of snow cover on winter discharge is considered to be exceedingly high.