

ダム上流森林地帯の基底流出に関する研究

北海道工業大学 ○佐藤貴洋 岡村俊邦 渡辺紀元
森林空間研究所 東 三郎

1 はじめに

私たちが家庭の水道から口にする水は、ダムがその発端となる場合が多い。このとき飲料水として必要な水量の確保に関しては、ダムの貯水能力に依存することになる。しかし、水質の面では渇水時に良質な水を十分に確保できない場合がある。渇水時において森林流域は、ある一定量の流量（基底流量）を流し続け、渇水を緩和しており、水質も良質であることが予想される。そこで渇水期にも豊富で良質な水を確保するためには、流域の性質を的確に把握した管理が必要がある。本研究は、ダム上流の森林流域の渇水期の流量や水質を比較し、優れた水源林の条件を明らかにしようとするものである。

2 研究方法

本研究の試験対象地に選んだ場所は、札幌市の水源となっている定山溪ダムと豊平峡ダムの2つの流域である（図-1）。この2つのダムは向かい合う形で隣接しており、本研究には理想的な試験地である。流域の選定においては、アクセスの良さを第一に、一本の沢を一つの標準試験地とし、近隣の試験地と比較することでそれぞれの性格を掴むことを目的にしている。

本研究では、渇水期に見られる基底流量を的確に把握することが重要であるが、これについては次の方法で調査を行った。調査時期は北海道の気候条件を考慮し、山地の融雪の影響が無くなる7月～9月の間が基底流出の出現期間であるとした。流量調査及び水質調査のサンプリングは、この期間の無降雨が続いた後に行い、一日の内に全ての調査流域を調査することとした。この調査で得られた渇

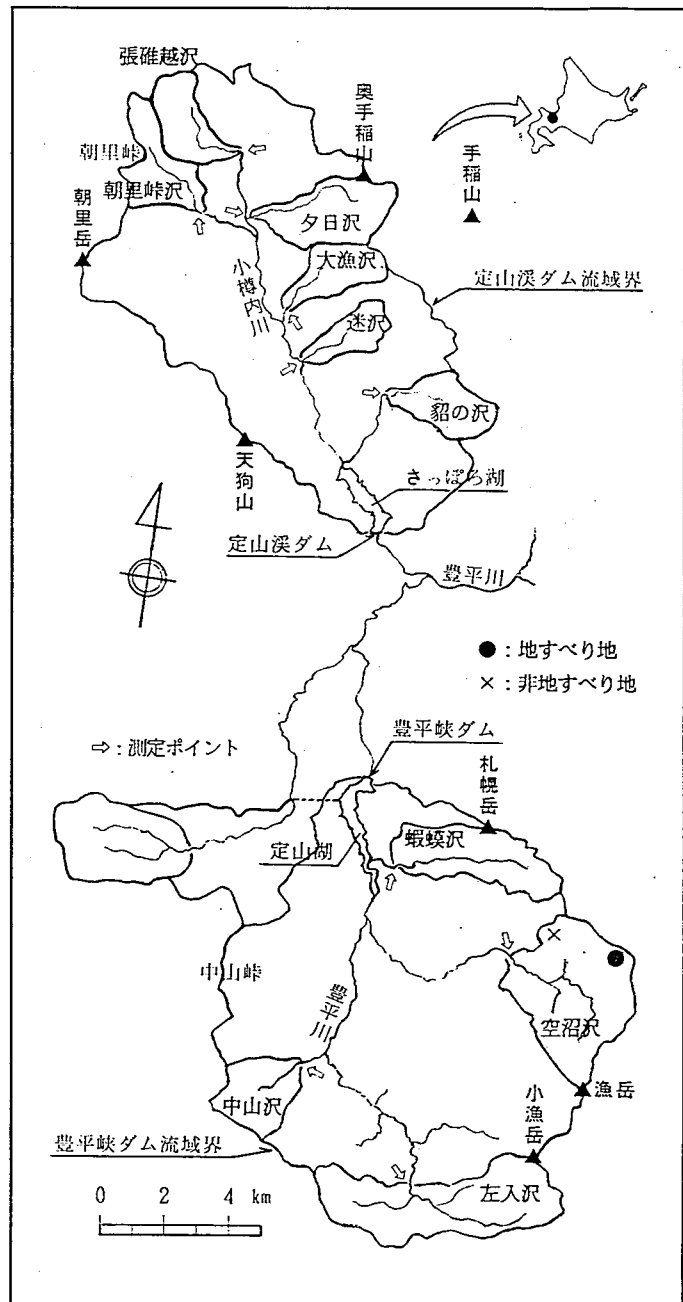


図-1 調査流域位置図

水流量は、流域の地形や地質などの影響を多分に受けていると考えらる。そこで標準試験地の地形・地質要素の比較検討を行い、更に標準試験地の他に新しく地すべりの有無別小流域を設定した。またこの他に林相別小流域を設定し、森林タイプの影響についても検討を行った。

3 流量観測

流量観測は多くの試験地を短時間で調査するため、簡便な方法を用いて精度よりも相対的な量の比較に重点をおいた。実際の測定は次の要領で行っている。まず測定ポイントにおいて、比較の流れが一様な区間を設定し、区間長、上流側及び下流側の平均断面積を測定する。次にその区間内の平均表面流速を測定し、これらの値から見かけの流量を計算し、実用として見かけの流量の8割を実際の流量として扱うことにした。そしてこの湧水流量を他の流域と比較するために、湧水流量を流域面積で除し、単位面積当りの流量に修正したものを比流量として用いることとした。

4 湧水流量に見られる流域特性

湧水時の流量は流域の性質によって大きく異なるが、これについて定山溪ダムと豊平峡ダムの2つのダムで比較してみると図-2のようになる。この図からは明らかに豊平峡ダム流域の湧水緩和能力が高いことがわかる。この2つの違いを生じさせる原因を探るため、次にそれぞれの流域の小流域（標準試験地）で、更に細かく分析を行った。

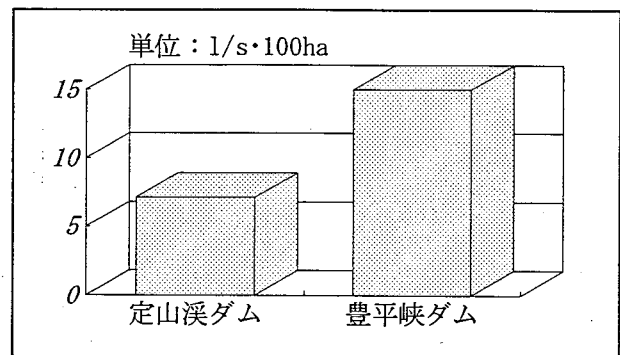


図-2 定山溪ダムと豊平峡ダム流域の比流量の比較

4.1 湧水流量の変動

流域の特性を明白にするために、まず流量の現れ方に注目した。次の図-3は標準試験地の比流量の変動を表したものである。この図から湧水時の比流量は、流域それぞれで違いが見られる。また、左入沢、空沼沢の2つの流域では93年7月9日に、その他の流域では93年9月20日にそれぞれ湧水流量を記録している。蝦蟆沢を除く豊

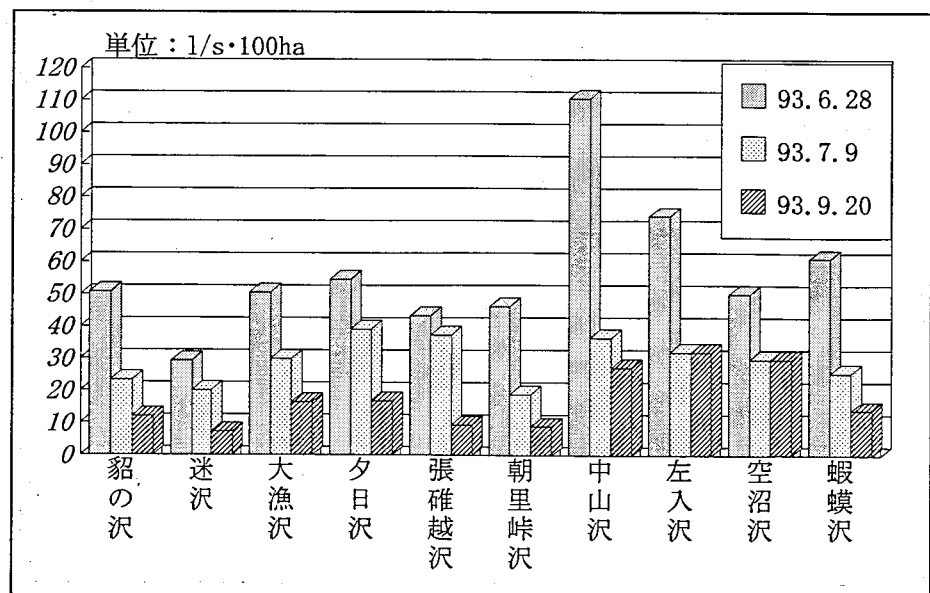


図-3 標準試験地の比流量の比較

平峡ダム流域は、定山溪ダム流域に比べて比流量が高いが流量変動幅が大きく、降雨に対する反応が

比較的早いことを示している。このことから定山溪ダムの標準試験地と蝦蟆沢試験地は、ピーク流量から湧水流量への遷移期間が長く、反対にその他の試験地では遷移期間が短いことがわかる。

4.2 湧水流量と流域の地形・地質の影響

湧水流量は流域の様々な影響を受けていると考えられるが、地上が完全な森林地帯であるとき、この湧水流量は流域の地形・地質条件に依存する。そこで基底流出に直接結びつく指標として、流域の雨水浸透性について検討を行った。ここでは浸透性に影響を与えるものが、地すべりなどの地表変動であるとし、次の2つの方法で比較を行った。まず最初に、標準試験地において地すべり面積と比流量の関係に注目した。すると左入沢を除いた比較的地すべり地形を多く含む豊平峡ダムの試験地は、定山溪ダムの試験地に比べ、全般に比流量が高いという結果が得られた。そこで次に、標準試験地内に地すべり地形と非地すべり地形の対照的な小流域を新たに設定し、両者の比較を行った(図-4)。

この図は、空沼沢標準試験地内に設定した地すべりの在るところと無いところの比流量を比較したものである。結果は予想通り地すべり地で明らかに比流量が多くなった。

試験地である定山溪地方の地質は、第三紀～第四期の火山岩から成る地質で、柱状節理が発達している地域である。またこの年代の地質は、他の地質に比べ、湧水流量は多いとされている。このような地質構造は、湧水期の流量に著しく影響を及ぼすと同時に、次章に示す水質の面にも影響を及ぼしている。

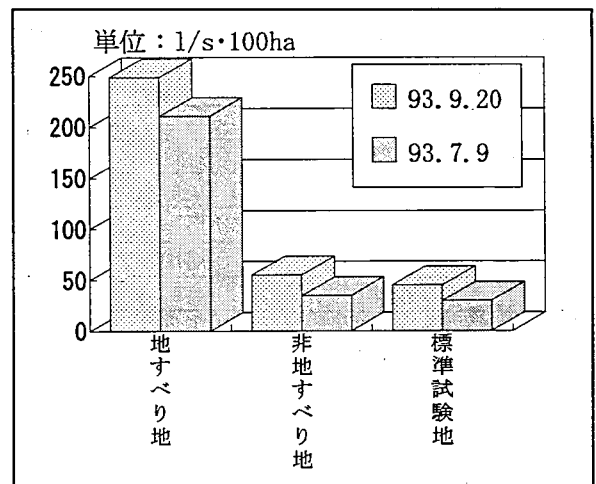


図-4 空沼沢における地すべりの影響

5 湧水期水質の特徴

名水と呼ばれる水はほとんどの場合、山地から湧き出る水であって、地中を長い年月を経て潜り抜けてきたものである。この点から見ると今回分析を行った水は、これらの水に近い環境にあると言える。水質については27項目の分析を行っており、これをもとに簡単な見解を以下にまとめる。

標準試験地10地点の水質は、中性で電気伝導度、栄養塩、重金属イオンともに極めて低く、ほぼ飽和量の酸素を含む硬度が20度以下の軟水である。また沢水は、雨水や河川水に比べ、無機および有機性物質の極めて少ない良好な水質であることが分かった。定山溪ダム流域は、豊平峡ダム流域に比べて全窒素、COD、蛋白質紫外吸光度の有機性物質が高かった。これらの有機性物質は標高が比較的低く、流量が少ない沢の水で増加する傾向にあった。沢水中の主要なイオン形態は、定山溪ダム流域がナトリウム、豊平峡ダム流域はカルシウムが支配的であった。

以下の表-1は、幾つかの項目について、沢水の平均値と雨・雪、そのほか一般河川水(豊平川、石狩川、創成川)とを比較したものである。表-1より森林流域は、降水中に含まれる汚染物質とされる窒素・リンの栄養塩及び亜鉛などを除去し、酸性降水を中和している。また、カルシウム、マグネシウムなどの適量なミネラルを補給しながら、良質なミネラルウォーターの生産に寄与している。このような原水が流れる豊平川上流に比べ、市街地を流れる石狩川、創成川は、窒素・リンの栄養塩

や有機物による汚染が進行している。

表-1 沢水、降水、河川水の水質の比較

分析項目	沢水		降水		河川水		
	定山溪沢水	豊平峡沢水	雨	雪	豊平川	石狩川	創成川
pH	7.38	7.10	5.47	5.34	7.47	7.29	7.19
EC (μ S/cm)	65	58	25	40	194	497	446
DO (O_2 mg/l)	10.5	10.5	-	-	11.3	9.6	6.0
T-Re (mg/l)	55	46	-	-	139	303	272
Na (mg/l)	5.3	3.8	2.0	5.1	13.3	51.0	47.6
K (mg/l)	0.7	0.6	0.4	0.5	3.4	7.3	10.1
Ca (mg/l)	3.8	4.1	1.0	1.1	14.5	11.4	21.5
Mg (mg/l)	1.8	2.4	0.2	0.6	2.8	10.2	5.2
Fe (mg/l)	0.033	0.010	-	-	0.080	0.250	0.140
Zn (mg/l)	0.011	0.009	0.046	0.064	0.053	0.053	0.059
Si (mg/l)	6.2	6.6	-	-	6.7	7.8	11.2
Cl (mg/l)	8.8	6.6	6.3	11.9	21.1	110.5	69.6
SO ₄ (mg/l)	8.5	11.9	2.7	3.6	44.0	38.6	39.7
NO ₂ -N (mg/l)	0.001	0.001	0.012	0.012	0.004	0.034	0.270
NO ₃ -N (mg/l)	0.04	0.03	0.11	0.10	0.17	0.36	2.29
NH ₄ -N (mg/l)	0.005	0.004	0.270	0.290	0.040	0.654	6.570
PO ₄ -P (mg/l)	0.003	0.004	0.009	0.010	0.009	0.036	0.138
E260 (-logt)	0.064	0.021	0.022	0.033	0.032	0.108	0.101
COD (O_2 mg/l)	2.5	0.9	2.2	4.0	1.9	4.8	7.7
蛋白質 (mg/l)	2.16	0.58	1.18	1.17	0.98	2.82	5.42

6 おわりに

本研究における優れた水源林とは、渇水期においても流量が豊富で良質な水質を流し続ける森林流域のことだが、今回調査した両流域とも水源林としての優れた機能を持っていた。その中で、豊平峡ダム試験地が流量及び水質の面で定山溪ダム試験地を上回った。標準試験地の比較から、両流域の渇水緩和能力もおおよそ知ることができた。また、植生の違いによる影響を調べるために設定した林相別流域については、適当な試験地の設定に難があり、調査回数も不十分なため、現時点で特徴づけることは困難であった。今後はこの点を改善しながら、植生による流量及び水質の優劣について十分な検討を行いたい。

参考文献

東 三郎(1987)：北海道 森と水の話. 202p, 北海道新聞社.

東 三郎(1992)：水源林機能の解析と評価. 51p, 森林空間研究所.

石狩川開発建設部豊平川ダム統合管理事務所 (1993)

：平成4年度 定山溪ダム流域内流出機構関連検討業務報告書. 81p.

山岸 宏光 編著(1993)：北海道の地すべり地形. 450p, 北海道大学図書刊行会.