

三枚の北海道地図と二つの河川の流況表

中村興一*

1. 北海道内河川の渇水流量の現況

北海道内13の一級水系での主要観測所30カ所の渇水流量は、観測開始から平成4年度までの単純平均値で流域面積100km²当たり1.09m³/sである。昭和45年度までの同値は1.24m³/sであり、20年あまりの間に12%程度の減少となっている。この期間での札幌の平均年降水量はそれぞれ1116mm、1149mmで近年の方が少なくなっているが、その差は3%程度であり、降水量の減少が渇水流量の減少化の原因とは考えにくい。流量観測所が中下流部地点のものも含まれており、中上流部でのかんがい等の利水取水量の増加によるものと推測される。

北海道内の主要河川での渇水比流量の単純平均値は現状ではかろうじて1.0m³/sが確保されている。しかし、この20年間で10%以上の減少傾向にあり、河川維持流量を決定する際に、これら主要観測所の実績の渇水流量が大きな判断材料になっていることを考えるとこれからの水資源開発計画では流域全体の河川の本来の姿（原始流量）を考慮したものとする必要があろう。

河川流量が渇水流量近くまで少なくなる時期は、かんがい用水の需要がある河川では夏場であり、山地部などの利水がされていない自然状態に近い河川（自然流況）では融雪が始まる直前の3月ころが多い。また発電などでバイパスされている河川では、雪融け時期や洪水の時を除いて、ほとんど水の無い状態であったり、渇水流量程度の流量となっている。取水堰などの直下流で、維持流量が確保されていないカ所については、利水者の協力を得ながら流水を取り戻す努力をしており、少しずつではあるが改善されつつある。

2. 北海道の降水量

図-1に1951年から1980年の30年間における北海道の降水量の平均値分布を示してある。道東の網走周辺での800mm以下から地形性の降雨、降雪の多い箇所での1,600mmを越える2倍以上の違いがみられる。支笏湖周辺、日高山脈東部斜面は地形性降雨、天塩山系は地形性降雪の多い所と言われている。

札幌における1990年までの30年間の年平均降水量は1,130mmとなっている。表-1には、豊平川上流の定山

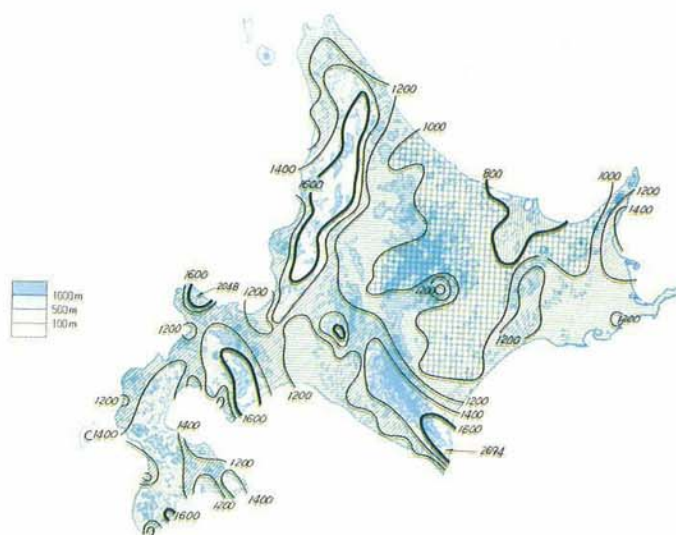


図-1 道内の降水量

(1951～1980, 単位: mm)

表-1 定山溪ダム流域年間降水量、流出高

(単位: mm, m³/s)

年度	降雨、降雪量			ダム流入量	
	降雪分	降雨分	総降水量	流量	流出高
S.58	1,069	645	1,714	4.58	1,389
S.59	1,016	458	1,474	4.52	1,371
S.60	1,053	768	1,821	4.45	1,349
S.61	1,311	853	2,164	5.58	1,692
S.62	945	698	1,643		
S.63	824	921	1,745	8.18	2,480
H.1	1,105	983	2,088		
H.2	1,121	819	1,940	4.93	1,495
H.3	995	807	1,802	4.83	1,465
H.4	968	1,142	2,110	5.19	1,574
H.5	1,115	739	1,854	4.15	1,258
平均	1,047	803	1,850	5.16	1,564

溪ダム（流域面積104km²）での降水量とダム流入量の時系列値が示されているが、年間降水量は1,850mm程度である。これは、4月から11月までの降雨量と、3月中過ぎ

に実施される積雪調査から得られた相当水量を12月から3月までの降水量として取りまとめたものである。札幌の降水量に比べ64%ほど定山溪ダム流域では多くなっている。この間のダムへの年平均流入量は $5.16\text{m}^3/\text{s}$ で流出高では $1,564\text{mm}$ となる。この値とダム流域での年間降水量との差から年損失量を求めると 286mm となる。森林総合研究所北海道支所の北原氏の報告¹⁾によると、道央における森林流域での蒸発散量等による年損失量は 460mm 程度と見積もられているが、定山溪ダム流域の値は、その量の60%ほどになっている。

札幌の年平均降水量 $1,130\text{mm}$ の内、4月から11月までの降雨量は 746mm であり、定山溪ダムでは 803mm で7%程度の増加にとどまっている。年間降水量の大きな差は降雪量の違いであることが分かる。図-1での定山溪ダム流域の降水量は $1,200\text{mm}\sim 1,400\text{mm}$ であるが、雨量観測所の無い山地部での降水量は図-1に示した値より数十%程度は多いものと推測される。

3. 北海道内河川の渇水流量分布

図-2は北海道内河川の渇水流量の分布図であるが道内の一級水系の平均渇水流量は 100km^2 当たり $1.0\text{m}^3/\text{s}$ であるので、これより多い $1.5\text{m}^3/\text{s}$ 以上の所を赤で、 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 以下の少ない所を黄色で示した。赤の目玉が4カ所ある。

これを年降雨量の分布図と比較してみると、支笏湖から羊蹄山にかけては雨の多い個所と渇水流量の大きい個所が良く一致している。しかし、天塩山系では雨は多いが渇水流量は小さく、道東では雨は少ないが渇水流量は大きく、全体的には年降雨量と渇水流量とは相関は良くない。

図-3には北海道の地質図を示してあるが、図-2の渇水流量の大きい個所が固結～未固結の軽石流堆積層の分布と良く一致していることが分かる。これらは羊蹄山(尻別川)、恵庭岳・樽前山(千歳川、苫小牧周辺の河川)、十勝岳(石狩川上流)、雌阿寒岳・雄阿寒岳(釧路川、斜里川、標津川)等の第四紀の活動によるものである。また、少ない個所は新第三紀の軟質な堆積岩類の分布と比較的良く一致している。

樽前山から流れ下る苫小牧周辺の中小河川は、道内でも渇水流量が最も大きく、苫小牧川で $4.03\text{m}^3/\text{s}$ 、別々川で $3.86\text{m}^3/\text{s}$ 、敷生川で $3.09\text{m}^3/\text{s}$ などと全道内平均の3～4倍近くになっている。これはこの地域が道内でも最も雨の多い地域の一つであることと、樽前山からの軽石質火山噴出物が流域に広く分布しているためと考えられる。

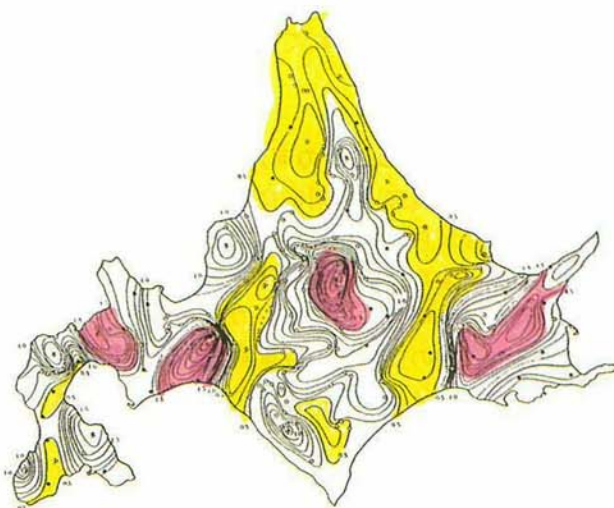
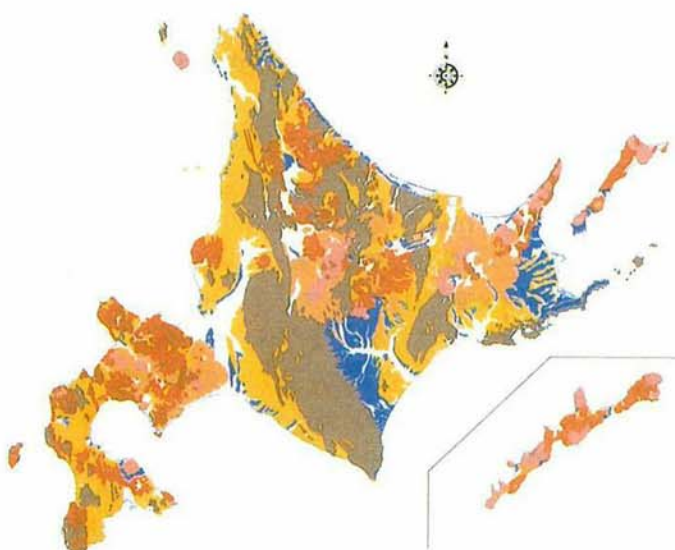


図-2 10年非超過確率の渇水量分布図
 $\text{m}^3/\text{sec}/\text{day}/100\text{km}^2$



凡 例

時 代	記 号	地 質	固 結
第 四 紀	沖積世	現河床堆積層	未固結
		火山岩類	硬 岩
	洪積世	段丘堆積層	未固結
		軽石流堆積層	固結～未固結
新 第 三 紀	鮮新世	火山岩類	硬 岩
		堆積岩類	軟 岩
	中新世	火山岩類	硬 岩
新第三紀以前		堆積岩類 火山岩類 火成岩類 火成岩類	硬 岩

図-3 北海道の地質図

日本の河川では、第四紀火山性流域では保水力が高く、
 湧水流量が大きいと言われているが、道内の河川地質も
 これを裏付けている。

4. 同じ森相を持つ二つの河川流況

国道38号の富良野市と南富良野町との市町界付近に位置する樹海峠から北側を見下ろすと、見事な緑の海が広がっている。東京大学の演習林である。この中を西達布川支川の奥の沢川と布部川支川のポンヌノッペ川が流れている。これ等の支川では流量観測が継続的に実施されており、ポンヌノッペ川の観測所はほぼ円形の流域形状をした流域面積35.0km²であり、奥の沢川は細長い形状の流域面積11.9km²である。この二つの河川流域は互いに接し合っているが、五万分の一の地形図を見ると、ポンヌノッペ川は扇状地的な等高線を有し、奥の沢川はほぼ直線的に流れる川に平行して密な等高線となっている。

このあたりの地質は第四紀の十勝火砕流堆積物に区分されており、十勝溶結凝灰岩を基盤とし、西側（ポンヌノッペ川方向）にいくに従い十勝岳の火山灰が深く覆ってくる。

表-2と表-3にこれらの観測所の湧水比流量を示してある。ポンヌノッペ川は2.334m³/sと全道平均の2倍以上となっているが、奥の沢川では0.350m³/sと小さな値となっている。

図-4にこの2河川の平成5年観測の年間の流量変化図を100km²当りの流量(比流量)に換算したものを示した。冬期や夏期の湧水期では、ポンヌノッペ川が大きな流量となっているが、融雪時期や秋雨時期のピーク付近では、逆に奥の沢川の方が多くなっている。この年の流出高はポンヌノッペ川が1,323mm、奥の沢川が817mmであり、約1.62倍の差がある。

湧水流量の約6.7倍の違いは、流域の保水力の差から説明できよう。しかし、年間流出高はこの2河川は隣接し合っており、年間の降水量の差に求めることには無理がある。また、森林の蒸散量による損失量にもこれだけの差は無いであろう。基礎岩盤内の亀裂を通じて隣接流域に流れているのだろうか。

奥の沢川流量観測所の約2km下流にダムが建設されており、このダムサイトの地質調査結果から、2河川の基礎岩盤である十勝溶結凝灰岩の性状が推測される。

ダムの基礎掘削を完了した時点での地質平面図を見ると、河川に直行するほぼ垂直に近い連続した節理が2～5m間隔で掘削面全体に分布している。この亀裂は粘土等で充填されているものもあるが、あるものは開口しており、これにより40m以上の深さでも高透水ゾーンが存

表-2 奥の沢川流況(単位：m³/s)

(西達布川支川 A=11.9km²)

年度	湧水流量	同比流量	観測期間
S.59	0.044	0.370	通 年
S.60	0.022	0.185	"
S.61	0.014	0.118	"
S.62	0.022	0.185	"
S.63	0.034	0.286	"
H.1	0.039	0.328	"
H.2	0.088	0.739	"
H.3	0.052	0.437	"
H.4	0.042	0.353	"
H.5	0.059	0.496	"
平均	0.042	0.350	

表-3 ポンヌノッペ川流況(単位：m³/s)

(布部川支川 A=35.0km²)

年度	湧水流量	同比流量	観測期間
S.59	0.862	2.463	4/1～12/31
S.60	0.756	2.160	4/1～11/30
S.61	0.736	2.103	"
S.62	0.819	2.340	"
S.63	0.726	2.074	"
H.1	1.044	2.983	"
H.2	0.992	2.834	"
H.3	0.716	2.046	"
H.4	0.674	1.926	通 年
H.5	0.842	2.406	"
平均	0.817	2.334	

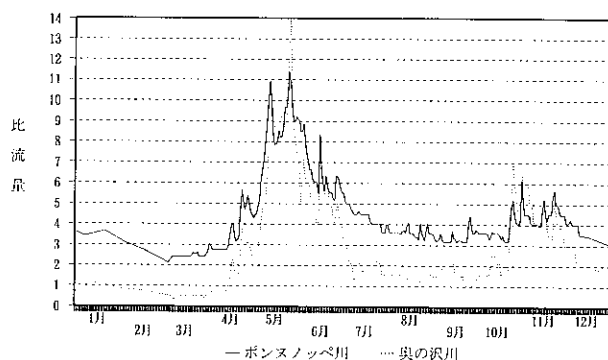


図-4 平成5年比流量図

在している。左岸部の標高の高いカ所では、この垂直方向の亀裂に盤上の節理が加わり、地表部から十数m程度の深さまで高透水ゾーンが広く分布する。

また右岸部の掘削法面では水平方向に切断された数十センチ幅の柱状節理が見られ、透水性を高めている。

このことから、十勝溶結凝灰岩の地表付近は垂直、水平の亀裂系により、面的な広がり的高透水ゾーンが分布し、深部では垂直系の連続した節理による地下水の存在が想像される。

また、左岸山部と川床部に設置された2本のボーリング(透水部の標高差約38m、水平距離約450m)で実施したトレーサ試験でのトレーサ到達時間は約80時間であった。1km流下するのに約7日要する流速である。これはダムサイトでの値であり、流域全体では斜面勾配はもっと緩いであろうし、摩擦による損失もあるので、流速はこの値以上に小さいであろう。

図-5と図-6に奥の沢川とポンヌノッペ川の流域の中間点付近の川道に直行する横断面図を示した。奥の沢川は谷が深く、流域幅が狭く、上記のようなモデルを考えると動水勾配が大きく、川床までの距離が小さいため、流出が早く、保水力が小さくなることが分かる。

一方、ポンヌノッペ川は谷の深さは奥の沢川の1/3程で、流域斜面も緩やかであり、川道への流出には奥の沢川より時間がかかる。

また、落ち葉やA層と呼ばれる有機質腐食土や火山灰の厚さや性状は、表面流や直接流出を押さえ、基礎岩盤内の亀裂への浸透率を高めているものと考えられる。

以上の考え方は今は推論にすぎないが、いずれにしろ観測結果は、ポンヌノッペ川は、渇水流量が大きく出水期のピーク流量は小さく、年間流出量が平準化されているが、これに隣接する奥の沢川は大きな差異を呈している。

二つの流域とも全地が東京大学の演習林であり、林相的には北海道内でも有数な地域であり、流域間には大きな違いはないように思われる。森林がいかなる条件下(地質、地形等の流域特性)においても、緑のダムとして水源かん養機能を発揮するならば、奥の沢川の渇水流量は少なくとも北海道内平均の100km²当たり1.0m³/s程度の

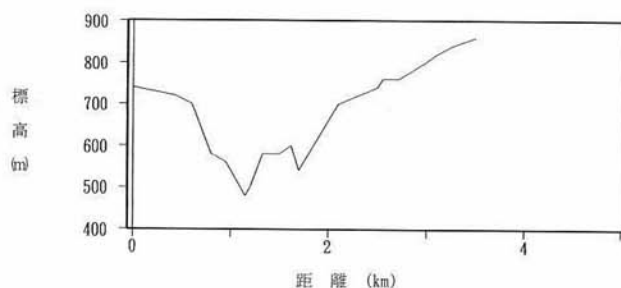


図-5 奥の沢川流域断面図

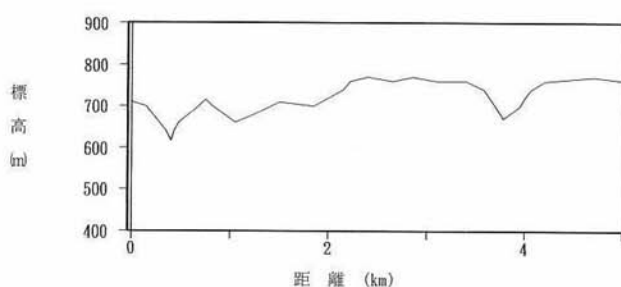


図-6 ポンヌノッペ川流域断面図

流出があってもよさそうである。

5. 緑のダムと人工のダム

水資源の確保は、ダムだけを造れば良いと言うものではないし、森林を整備すれば足りると言うものでもない。流域の保水能力は流出しやすい火山性の地質が最も大きな要因のようであり、この土砂流出は森林によって抑止され、流域の保水能力が保持されるとともに、ダムへの流入土砂量も低減され、ダムの寿命も延びる。ダムは森林の存在を条件とした流域環境で計画されており、「緑のダム」の能力の限界を越えた水量の開発をダムで増量している。

三枚の北海道地図と二つの河川の流況図は、「緑のダム」と「人工のダム」の能力の限界と役割とを示しているように思われる。

参考文献

- 1) 北原 曜：森林と水土保持、日本森林学会北海道支部論文集 No. 39、1991年2月。



中村興一*
建設部
河川計画課長