

(5) 玉川流域における積雪水量及び融雪量調査について

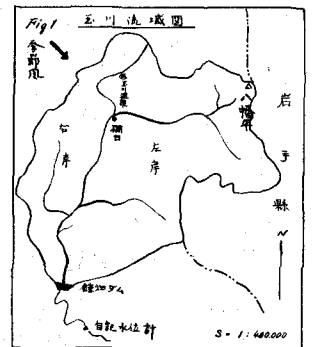
東北地方建設局玉川工事事務所 佐藤喜代昭

1. 序

此の報告は昭和30年3月以降6月中旬迄即ち山地流域の積雪が完全に流れるまでの過程を調査しそれと纏めたものである。

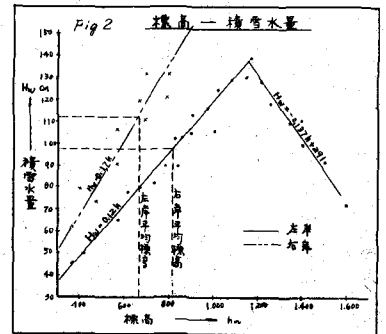
2. 流域の概要 (Fig. 1)

玉川は雄物川の一の支川であり、その源は奥羽山脉の一角と云ふ八幡平に發してゐる。流域全体は略南西に傾く冬令は大陸からの季節風と直接に受ける地形性の降雪が多い。今回調査に關係ある地域は玉川全流域12.19^{km}のうち現在築造中の鍾洞ダムより上流域で面積320^{km}、河道延長25^{km}、流域平均標高500^m、全流域は主として潤葉樹林地帯から成り高峻な山岳河川である。



3. 積雪埋蔵量調査

本冬令は例年と比べて降雪量が多いので、調査期間は融雪直前でも短期間に充つた予定であつたが3月10日より20日迄の延10日を要し更に13.17.18日と上流域に100^{mm}前後の降雨があつて一部融解と主として、大部分の観測値と補正した。調査方法は調査コースの予定地奥跡近で測線棒に依る多数の深度測定と行い平均値と示す地奥と送んでスノーサンパラーに依るロープで行い積雪水量を求めた。以上の測定の結果、積雪深と積雪水量との關係を圖示すれば Fig. 2に見られる通り左右岸別に直線で表わされる。



$$H_w = 0.17h \quad \text{右岸}$$

$$H_w = 0.12h \quad \text{左岸}$$

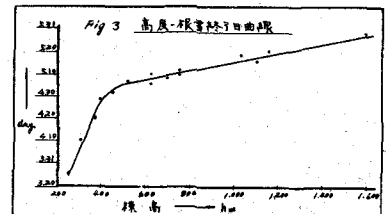
$$H_w = 0.137h + 291 \quad \text{左岸}$$

h: 標高 H_w : 積雪水量

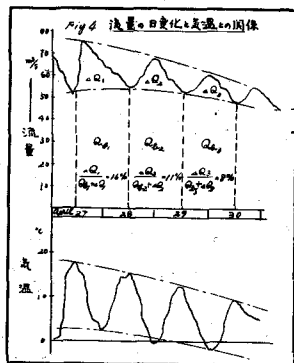
地域内の積雪水量の高度分布を(1)式で表わされるならば総積雪水量(M_w)は等積雪水量面積法即ち $M_w = \sum (a + bh_i) A_i$ (2) で求められる。茲に A は面積である。(2)式により左右岸別に M_w を求めてみると各 $0.98 \times 10^8 \text{ ton}$ 、 $2.29 \times 10^8 \text{ ton}$ 計 $3.27 \times 10^8 \text{ ton}$ 水深にして1020^{mm}の多量の水が積雪として存在することゝわかつた。

4. 融雪量調査

融雪は3月中旬より始まり5月下旬まで略80日間に及ぶ月末迄に総積雪量の20%、4月末迄80%、5月末迄略100%融解してゐる事がわかつた。融雪状況調査のために流域の各所に(約20)スノーレコーダーを設置したところこの記録より各時期に於ける融雪量と算定することができた。(此の場合各時期に於ける融雪地の面積はスノーレコーダーの記録より標高-



根雪終日の関係と調べてみると、Fig. 3の推定結果を得る事が出来た。この図表と面積-高度曲線を用いて無雪地の面積を算出した。一方流出量調査は堰堤地奥の下流5kmにある田沢自記測水所の記録と、又流域中の棚田観測所の両量及び鑑知地奥の自記温度記録を用いて推定解析し、その推定結果は次の如くである。



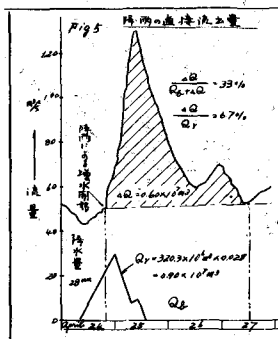
i) 流出水量に対する雪融け水の影響 (Fig. 4); 融雪に最も関係ある変数と流出量の関係とみると、流出量は気温の変化に対応して規則正しい変化をしていく。この変化する部分は全流量中の一部であり、その他の大部分は変化の乏しい基底流量に占められている事になる。4月27日~29日3日間の平均融雪水量は $3.08 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 0.021 = 6.4 \times 10^4 \text{ m}^3$ であり、曲線中の波状日変化部分と以上の雪融け水の流出分とを $\Delta Q_1, \Delta Q_2, \Delta Q_3$ とおくと、0.86, 0.58, 0.43 で平均は $0.61 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。見掛けの直接流出は $0.61 + 6.4 = 10\%$ である。又この間の毎日の全体流量は5.6, 5.2, 4.7 でその平均は $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。見掛けの直接流出部は12%で残りの88%は基底流量である。尚、この日の流出量 $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ は全融雪水量 $6.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ の81%に相当する。つまり、この日の雪融け水の直接流出する部分は1日に融け出す水量の10%前後である事になる。尚、この計算は全部この日の雪融け水から生じたと仮定しての計算である。

(Fig. 5)

ii) 流出量に対する降雨の影響; 融雪期に於て降雨量は極めて多い時は降雨の直接流出分は雪融け水のそれよりも相対的に大きい。図中の降雨量は棚田両量観測の値を示す。この値より全流域中に降った降雨の全量 Q_r をおいて見ると図中の如くなる。

第一表

降雨日	降雨量 (mm)	融雪期に於ける降雨量 (mm)	備考	全流域に降った降雨量 (mm)
3-10	6.8	0.8		5.2
3-24	2.2	6.5		4.1
3-27	3.0	7.7		4.3
3-28	2.8	8.6		4.9
3-29	7.5	6.7		3.3
3-30	2.5	6.3		4.0
3-31	5.4	6.7		3.9
4-1	5.2	4.6		3.6
4-2	5.0	2.6		2.5
4-3	5.8	4.5		4.0



なる。鎖線以上の変化部分と降雨に依る直接流出分 (ΔQ) とすると $\frac{\Delta Q}{Q_r}$ は67%であり、全流域量と直接流出量の割合を求めてみると33%である。以上の方法で融雪期間中に現われた比較的大きい降雨及び雪融け水の流出量を一括して第一表に示す。降雨の直接流出率は融雪の場合に比較して3~6倍に達している。融雪期の降雨の直接流出率は直接流出分50~60%の外に地下透流水の流出分が加わる。融雪期の降雨の流出率は60~70%位に相当すると思われる。

iii) 総流出水量及び総降雨量; 3月10日より6月15日迄観測した流量及び降雨量の平均値を第二表に示す。全流出水量 $4.50 \times 10^6 \text{ m}^3$ 之は平均1日 $5.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水が流れた事になる。又同流域中に降った降雨は 6.87 m^3 でその総量は $2.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ であり、之は3月10日の全積雪水量の略67%の降雨に相当する事になる。

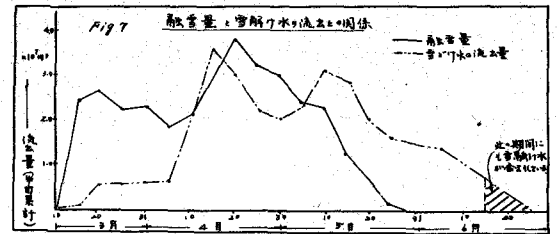
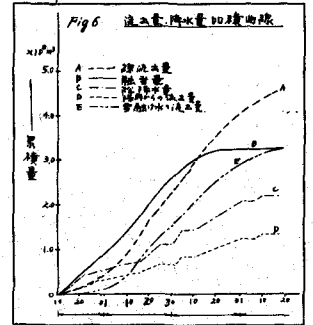
iv) 雪融け水と流出量の関係

第二表

日付	平均流量 (mm)	平均降雨量 (mm)	平均融雪水量 (mm)	平均基底流量 (mm)
3-15	11.0	6.75	6.75	1.51
3-20	27.3	16.13	20.80	3.23
3-25	46.1	17.25	20.63	6.10
3-31	22.6	11.63	6.26	0.86
4-5	21.3	7.22	57.40	0.71
4-10	23.7	10.70	78.30	1.00
4-15	107.3	46.87	126.75	0.00
4-20	107.7	67.61	173.16	23.7
4-25	58.2	25.13	172.35	0.91
4-30	60.8	26.20	223.67	—
5-5	70.3	30.25	257.23	3.05
5-10	93.7	46.64	296.30	—
5-15	84.6	57.60	373.70	1.72
5-20	70.7	30.59	363.31	1.66
5-25	52.3	22.11	388.62	1.61
5-31	56.9	27.60	404.60	1.87
6-5	37.1	16.02	430.43	—
6-10	25.8	11.12	466.58	1.69
6-15	19.3	8.82	460.70	—
計	54.0	45.0	460.0	2.2

a) 全流出水の雪融け水及び降雨からの出水の割合、第一表より上記期間に流出すべき水量は $(22+327)=547$ であり実際に流出したのは450であるから $547-450=0.97$ が流出しなかった事になる。この数値は全流出量の21%、全積雪水量の30%、全降雨量の44%に相当する。之等の損失分は雨と雪の両方から生じたものであるが両者の割合は判定の方法が異なる。今以上の損失がすべて降雨より生じたものと仮定すると降雨の損失率は $(0.97 \times 10^9 \text{ m}^3) \div (22 \times 10^9 \text{ m}^3) = 44\%$ 従って降雨の流出率は $56 \div 60\%$ 前後となり第一表の50~60%に地下透過流出分を加えた60~70%に比較して大體肯定出来る。以上の事から3月10日以降6月15日迄に全流域に於て積雪が100%流出しそれと同時にこの期間内に降った雨の総量の60%が流出し、残りの40%が蒸発その他の条件によって損失したとすれば水の収支が釣り合う事になる。しかしながら40%の降雨の損失は極めて莫大の数量である。之等の事について故に研究している農林省宝川試験所に於て有雪期間の降水量の流出率を90%と算出してゐるの60%という値は少な過ぎると思われざるで今後之を検討と要する問題である。

b) 加積曲線による融解水の流出状況の検討、第一表に於て加積曲線に表わすにFig6の如くなる。Cに60%を乗じて算出したのがD曲線であるが実際には融雪の初期、最盛期、末期では流出率は異なる筈である。第一表によれば最盛期には70~90%と又初期及末期は40~60%と云、下図の値を示してゐる。E曲線は積雪が実際に河に流れ出した量と示すものである。今雪融水量と流出量との関係と一層わかり易くするためFig6のB、E曲線と微分して半旬毎の流出曲線を作つてみるとFig7の如くなる。融雪は3月中旬の降雨と契機として急激に始まり若干低下しその後4月中旬に向つて増加の一途を辿り其の後は一時的に減少してゐる。之に於て流出曲線は4月上旬頃より急激に進行し4月中旬に最大に達し其後は急激に減少し5月中旬頃再び上昇其後は融雪曲線より緩やかなるで減少してゐる。両曲線の面積は同一であるからこの両曲線は327億の水の移動状態を正しく示すものと見る事が出来る。



5. 調査結果の要約

- i) 昭和27,28,30年の調査結果 $M_w = \sum(a+bh_w) \times A_w$ であるから、この式で積雪水量調査は左記の通りに流域の略中心とし、平均標高地点で流域全体の積雪水量を算出できる。
- ii) 融雪期の河川流量は温度即ち融雪量、降雨に依つて著しく変化し、日変化部分は融雪量と降雨の直接流出部として生ずるものと、その流量は毎日の総流出量の(融雪12~20% 降雨30~40%)全体として15~40%位である。
- iii) 融雪期の毎日の流出量の大部分は所謂基底流出であつて、これは雪融け水や降雨が一旦貯留され、それから徐々に流出する地下水流出部に依つてよめられるものである。種々の外的条件に依つて異なるが大體その量は流出量の85~60%である。
- iv) 融雪期に於ける降雨の流出率は略60~70%前後である。
- v) 河川に於て未だ流出量から毎回の降雨による流出分を展列する事によって雪融け水の流出状態を知る事が出来る。