

石狩川流域の融雪量算定に関する考察

正員 北海道大学工学部 工学博士 大坪 喜久太郎

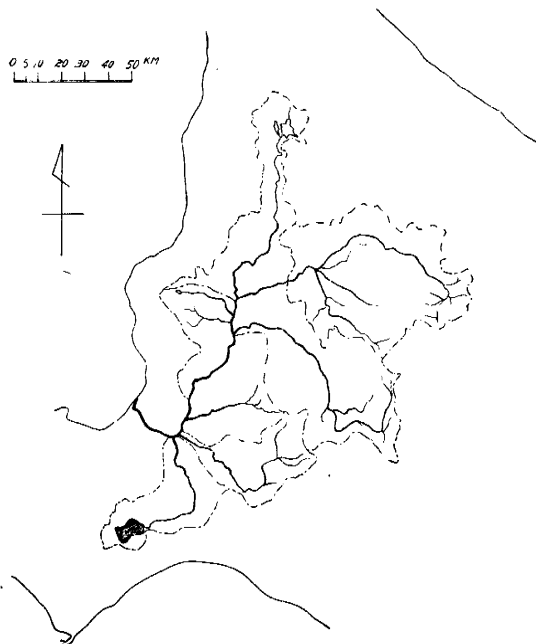
準員 北海道大学工学部

鈴木 洋二

§1 概 説

北国において、河川に流出する融雪量を推定する事は、洪水予報、災害防止、発電水力等の見地から、必要性が大である。しかし、複雑な要素が沢山含まれていて、今日の科学では高い信頼度は期し難い。融雪量算定については、多くの方法が研究されているが、ここでは、デグリーデーファクターによる方法を採用し、算定を試みてみた。算定に用いた資料は昭和30年4月8日から同月20日までの江別に於いて観測した出水（開発局石狩川治水事務所調査課）と、石狩川支川各流域の代表的測候所の観測値（札幌気象台調査課）を基にしたものである。

先ず、石狩川流域（江別上流）を図一1の如く7箇の流



図一1 石狩川江別上流流域図

域、即ち千歳川、夕張川、幾春別川、徳富川、空知川、雨竜川、神居古潭上流の各流域に分けて考える。これらの各流域は、気象学的にも、水文学的にも夫々異つた性

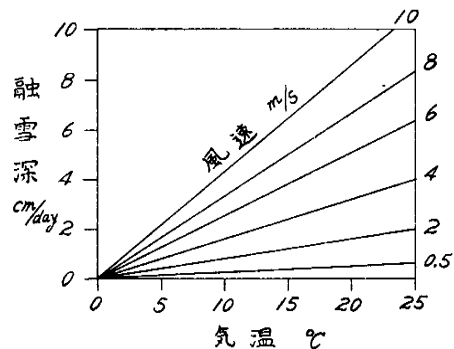
状を有するので、解析に当つては、個々について行ない、それを集計して結果を求めるのが妥当と思われる。

§2 融雪量算定に要する基礎資料について

i 融雪の原因となる種々の要素

融雪を促進するファクターとして大体、気温、風速、湿度、日射量、降雨、地温等が考えられる

地中から伝導する熱量は絶対値が小さく、最高の状態で最初の1日が3mm次の2日目を加算しても4mmしか融けない。又空気が静止していれば、雪と空気の間に変換される熱は極めて少量で問題とならないが、風があると攪乱されるため、大きな熱交換が行なわれる。図一2は、気温と風速による融雪深の関係を示したものである



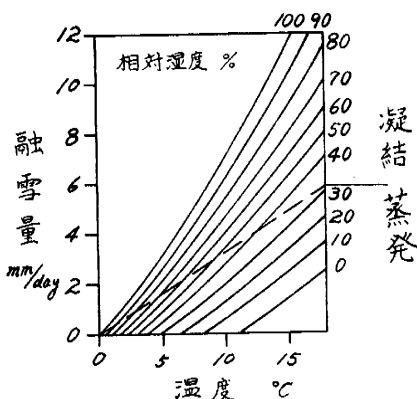
図一2 気温と風速による融雪量
(Applied Hydrology p. 135, 参照)

る。空気中に含まれている水蒸気が雪面に凝結する際に出す潜熱によつて融解する量は、ウィルソン氏(米国)の式に依れば、気温10°Cで、湿度80%、風速10mである場合に、1日12mmとなつてゐる。図一3は、相対湿度と温度による融雪量の関係を示したものである。

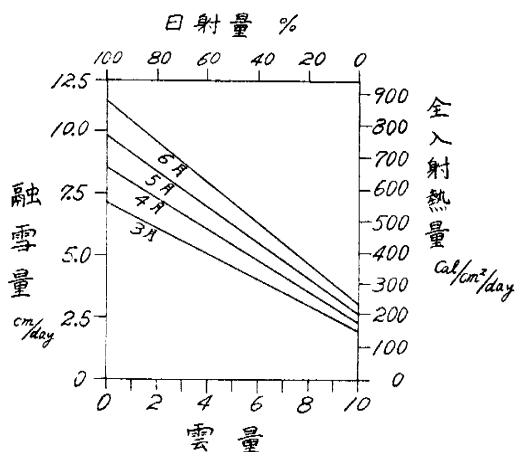
輻射による融雪量は曇量と雪面の反射率とに依つて異なるもので、夫等の関係は図一4の通りである。

降雨そのものが、直接雪に与える熱によつて融ける量は存外少ないものである。例えば10°Cの雨が30mm降り、この雨が雪中で0°Cになると仮定すると、融雪に費される熱量は1cm²に30カロリーであつて、この

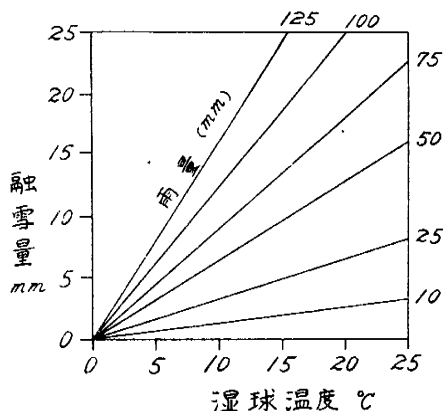
熱量では僅々約 4mm である。図—5にこの関係を示す。



図—3 相対湿度と温度による融雪量
(Applied Hydrology p. 142, 参照)



図—4 雲量と融雪量の関係
(Applied Hydrology p. 139, 参照)

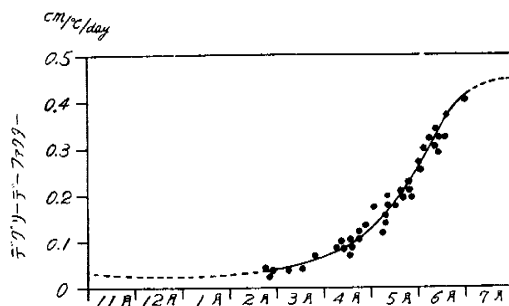


図—5 降雨による融雪量
(Applied Hydrology p. 137, 参照)

ii デグリーデーファクター

以上述べた如く、融雪の要素は複雑であり、かつ、各流域によつて、その地質、地形、森林状態等、夫々異なること、また夫々の観測資料も豊富に得られないことなどを考え合わせれば、よし個々の要素について計算し得るとしても、いたづらに複雑となり、その正確度も高いとは考えられないので、多少、大雑把ではあるが、この計算例では気温、風速、湿度、日射量、降雨、地温、地質、地形、その他の要素を総合して考えたデグリーデーファクターの方法を採用することにした。

図—6は、米國カルフォルニア州のサン・ジョアキン地域における各月日に対するデグリーデーファクターの図である。この解析ではデグリーデーファクターとして 0.28 cm とした。0.28 cm は当水工研究室で以前より調査、研究して得た結果から妥当な値と推定された数値である。



図—6 デグリーデーファクターと月日の関係
(Applied Hydrology p. 432, 参照)

§3 デグリーデーファクターに依る 融雪量算定の方法

i 高度別集水面積 §1で述べた如く、全流域を7箇の支川別流域に分け、之等の標高 200 m 毎の面積を地理調査所 20 万分の 1 地図よりプランメーターで求めた。その結果は、表—1に示す通りである。

ii 雪線をパラメーターとした気温と融雪量の関係

標高 100 m 毎に気温が 0.55°C だけ低下するものと考え、それと高度別集水面積及びデグリーデーファクター即ち、0.0028 m の相乗積を各流域毎に計算する。その計算結果をグラフにしたものが図—7である。

iii 気温 気温は各測候所の観測記録から得たものである。この場合、積算温度を使用すべきであるが、資料は最高、最低気温しか得られないので、温度補正を行なつて使用した。この補正係数は、当研究室が 1952 年、空知川流域、野花南川に於いて調査した結果から推定したものである。

iv 雪線 これは各地の根雪最終日を選び、図—8の

表 - 1

流域名	千歳川	夕張川	幾春別川	徳富川	空知川	雨竜川	上流地方	7流域計
流域面積 (km ²)	1233.5	1177.4	1261.21	836.53	2866.86	1449.6	3416.26	12240.86
標高 (m)	0~200	835.44	387.3	783.05	274.63	515.40	400.48	3804.03
	200~400	217.5	341.27	293.36	364.44	839.16	706.76	3680.32
	400~600	96.76	260.97	146.27	97.63	741.6	250.78	2146.58
	600~800	53.9	108.86	36.87	59.07	460.27	67.78	1145.35
	800~1000	22.8	42.8	1.66	32.26	163.73	18.94	619.39
	1000~1200	6.5	25.77	—	8.19	74.6	4.23	238.97
	1200~1400	0.6	9.07	—	0.31	47.0	0.63	155.83
	1400~1600	—	1.36	—	—	14.5	—	116.27
	1600~1800	—	—	—	—	9.4	—	86.66
	1800~2000	—	—	—	—	0.7	—	30.8
	2000~2200	—	—	—	—	—	—	13.8

如く、同期日雪線図を画き、更にこの図から各流域毎の月日と雪線の関係を決めた。その関係は図一9に示してある。この月日と雪線の関係は、融雪量を推定するのに重大な要素となるものであつて、これの決定には非常な困難と手数を要した。

v 各流域毎の融雪量算定とその集計

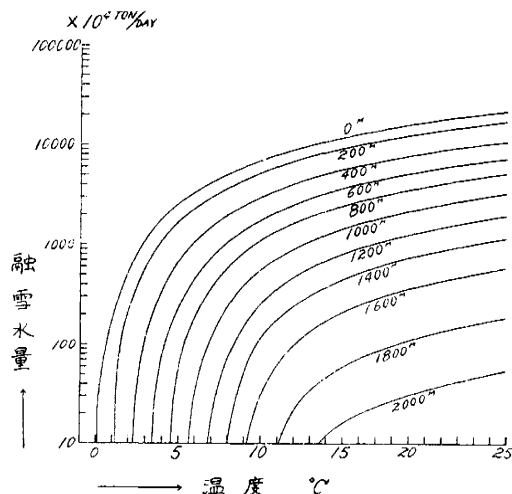
先ず、流域毎に或る月日に於ける雪線を図一9から求める。次に各流域内にある測候所の気温観測値に温度補正を行ない、この補正温度と、雪線を図一7に適用して、その日の各流域毎の融雪量を求める。例えば、神居古潭

上流の1955年4月15日に於ける融雪量を求めるとしよう。

図一9から昭和30年4月15日の雪線は320mである事がわかる。又当日のこの流域の補正温度は6.3°Cである。この両値を図一7に入れて(320mに対しては200mと400mの間を比例配分する)融雪量 1500×10^4 屯/日を得る。

このようにして、各流域毎の融雪量の集計を全流域の融雪量と推定するのである。

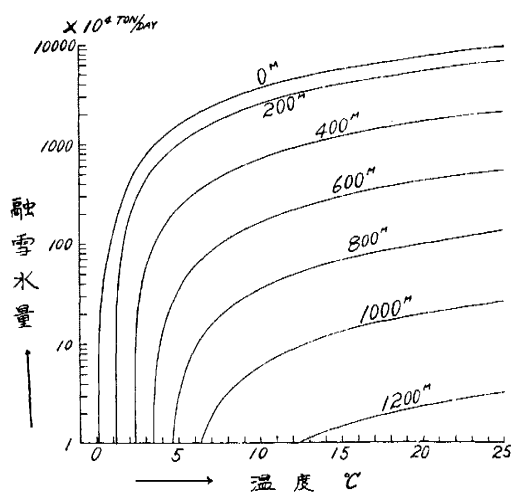
石狩川神威古潭上流流域



図一7-A

雪線をパラメーターとした気温と
融雪量との関係

雨竜川流域



図一7-B

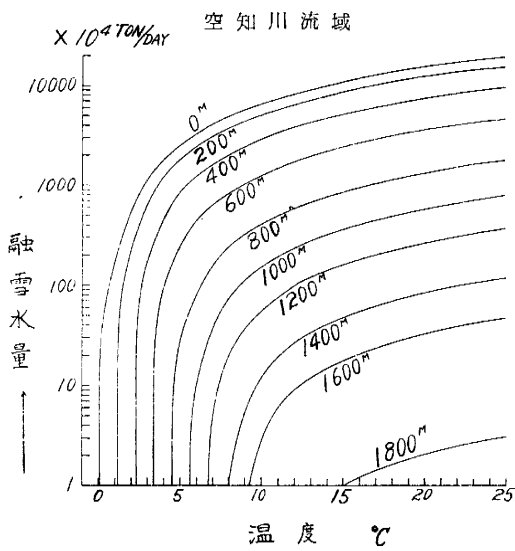


図-7-C

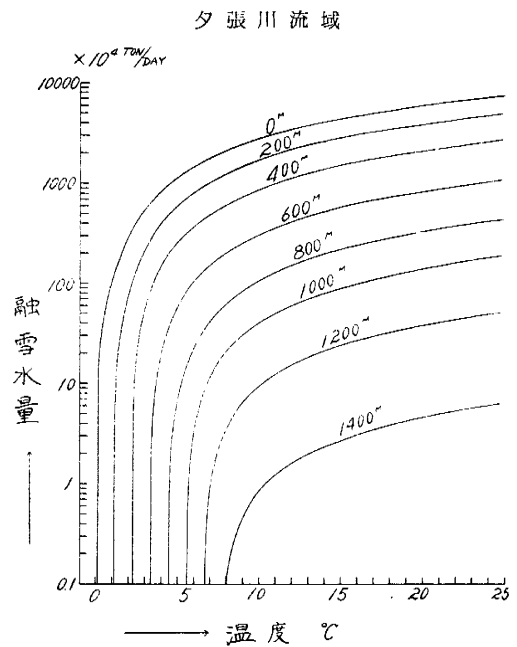


図-7-F

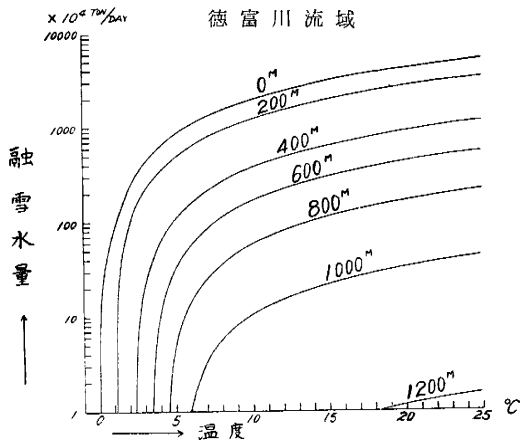


図-7-D

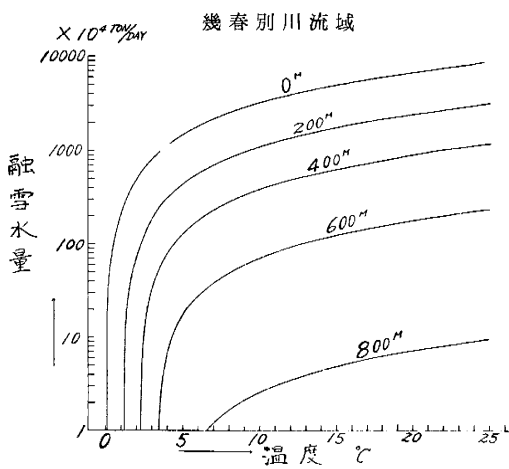


図-7-E

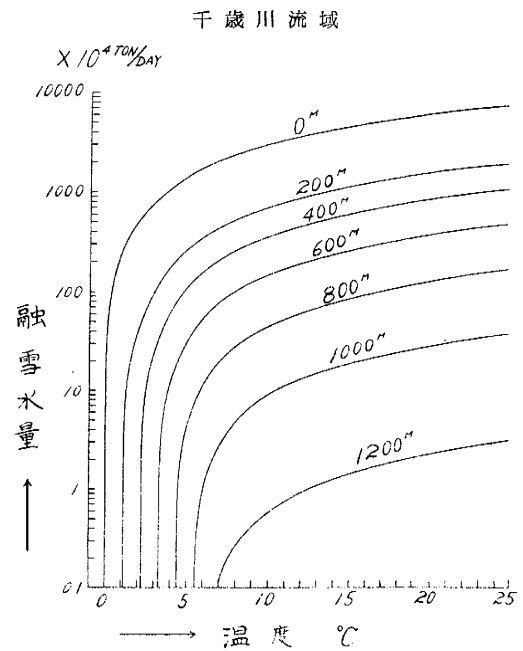
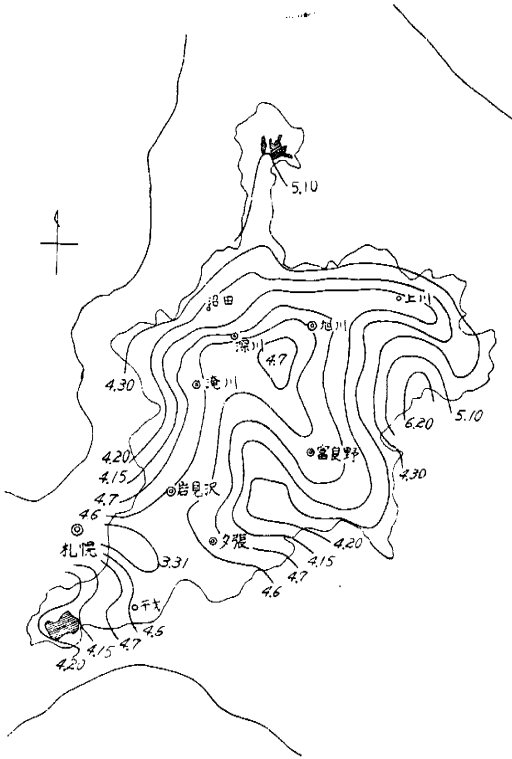


図-7-G

§4 江別に於ける融雪高水

過去の観測資料から推定すると、融雪期の高水には、降雨を伴うのが普通である。融雪のみの高水は雪線が低く、特別の温暖異変が現われない限り生ずる事はない。普通の気温に依る融雪では、各流域共合流点近くで午前9時~12時頃最低水位を示し、午後9時~12時頃に最高水位が現われる。つまり、融雪による高水の遅退時間は各流域について約10時間と考えられる。しかし、普通程度の融雪は江別の水位に変化を与えない。



一般的に云えば、石狩川全流域の中その面積比から云つて、神居古潭上流、空知川、雨竜川の3者の流域の比重が大きい。また、深川地先で観測された最高水位が江別に現われるのは、上記3流域共に約40時間である。之れに融雪の遅退時間約10時間を加えると、全流域につき平均して約2日となる。結局、融雪期に降雨及び融雪によつて生ずる高水の最高水位が江別に到達するのは、降雨、融雪の日から大約2日目と推定される。また、融雪期に於いて雪線附近では徐々に融雪した水のため流域は殆んど飽和されていて、その流出率は100%に近いものと推定しても差支えなからう。

図一10の中、実線部分は昭和30年4月6日から同月20日までの江別に於ける時間一流量曲線であり、棒グラフ(破線)に示してあるのは、§3で述べた方法によつて得た高水の原因となつた降雨と融雪を加えたものを同じ縮尺で示したものである。

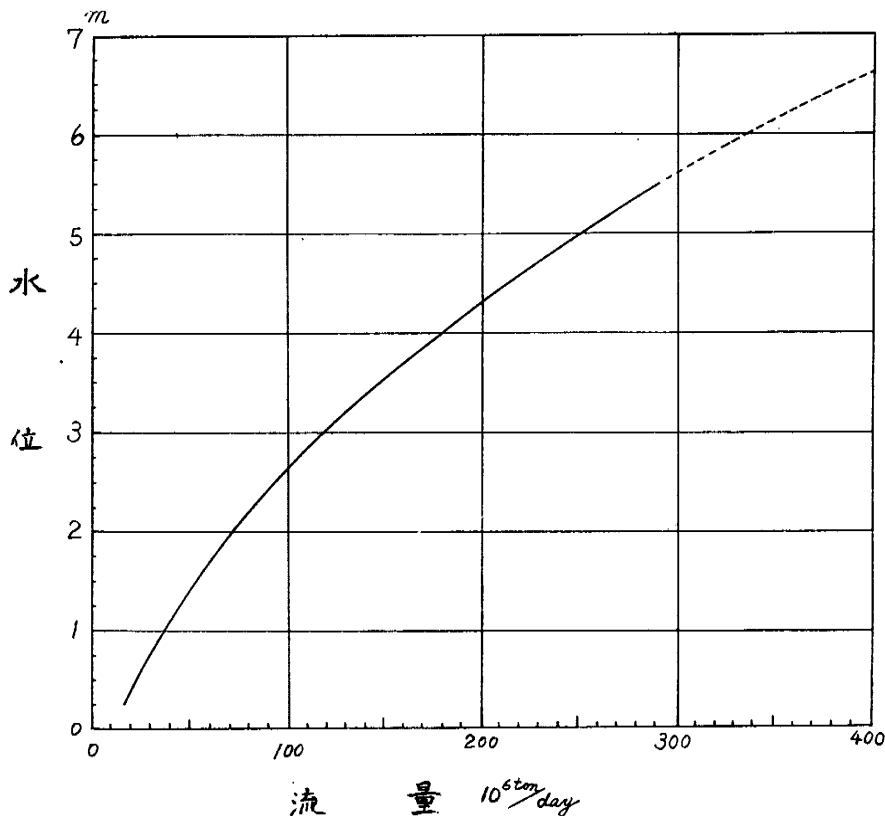
江別の4月6日から20日迄の15日間の実測による

総流出量は $262,390 \times 10^4 \text{ ton/day}$ であり2日のずれを想定して、4日から18日迄の15日間の計算総流出量は $266,850 \times 10^4 \text{ ton/day}$ である。従つて、この期間の平均流出率は0.98であると云えよう。

§5 結 語

上述の如く、雪線附近では流出率が殆んど100%であり、このような時に気温の急激な上昇、或は之れに降雨が伴つた場合は洪水の危険が非常に大きい事がわかる。従つて、このような条件下で、各流域に於ける気温及び雨量が観測されたならば、上記の方法によつて2日後に現われるであろう江別の水位を予想する事が可能である。

若し洪水波伝播速度を知ることが出来れば、石狩川本流の各地点に於ける最高水位及びその時間を予知することが出来よう。



図一11 江別に於ける流量と水位の関係