

北海道大学 工学部 正員 山岡 勲
 北海道大学 工学部 正員 藤田 睦博
 北海道大学 大学院 学生員 ○星 清

1. まえがき 積雪期間をもつ河川流域では、防災工学、水資源開発上も年間降雪、降水量の関係や分布に関する水文学的研究が必要であるが、従来この種の研究は少ない。従って資料にも乏しいが、本研究は石狩川流域における以上の特性についての解析結果を述べる。

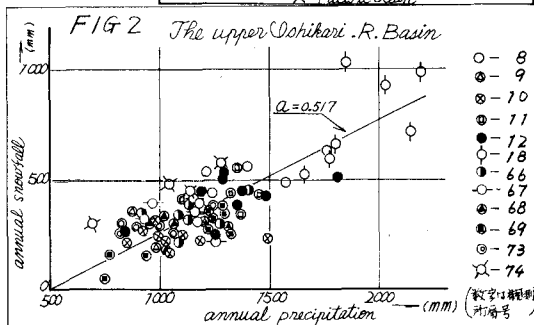
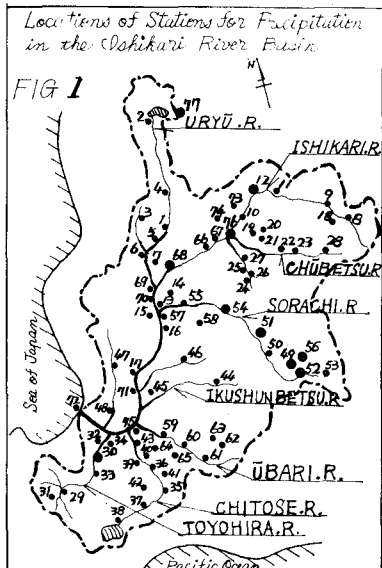
2. 流域の概況 FIG 1に石狩川流域及び解析に用いた77個の雨量観測所の位置を示す。TABLE 1にこの流域を9流域に分割したときの各流域に属する観測所を示す。なおFIG 1の観測所に付した番号は、TABLE 1, 2の番号に対応している。

3. 降雪量の分離法 雨量観測所の資料では降水と降雪は分離されてある降水量という形で記録されている。又積雪深の記録があっても積雪の密度にはかなりの変化があるので、降雪量への置換が困難である。従って毎日の気象図などを参照して分離したが、結果的には12月～3月、あるいは11月～2月の降水量を降雪量と見なしても大差のないことが確かめられた。(気象図の他、積雪記録との照合も行なった。)

4. 年降水量(R_p)と年降雪量(R_s)の関係

石狩川流域を9流域(FIG 7のA～I)に分割した場合の各流域をTABLE 1に示す。その1例として石狩川上流域における年降水量(R_p , mm)と年降雪量(R_s , mm)の関係をFIG 2に示す。なお各流域毎の解析資料は気象台、北海道開発局関係の昭和30年から昭和39年までの資料を蒐集したものである。又TABLE 2に示した観測所は比較的長期の資料を有しており、FIG 3はその1例として札幌における R_p と R_s の関係を示したものである。FIG 4は石狩川全流域にわたる75個の雨量観測所について10年間の R_p と R_s をプロットしたものである。上述の流域別、長期資料をもつ各観測所、石狩川全流域の R_p と R_s の関係図における特徴としては：

(a)流域別関係図における各観測所毎の10点はばらついており、観測所毎の相関は明確でないが、観測所別の点群には明らかに正の相関が認められる(FIG 2, TABLE 1)。石狩川全流域(FIG 4)および長期資料をもつ10観測所(TABLE 2)の場合もそれぞれ R_p と R_s は明らかに相関を示すことが確



められた。

(b) R_s と R_p の関係は最も簡単な次式で表わされる。

$$R_s = a R_p + b \quad \text{----- (1)}$$

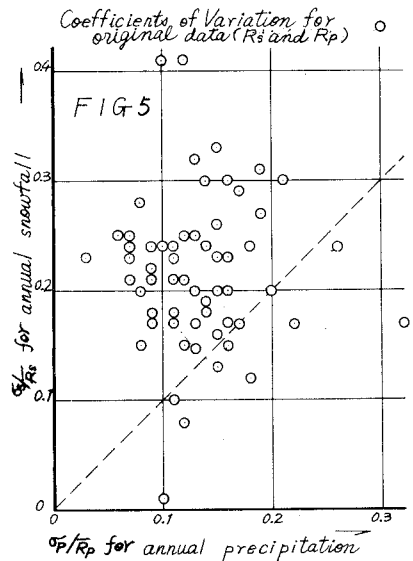
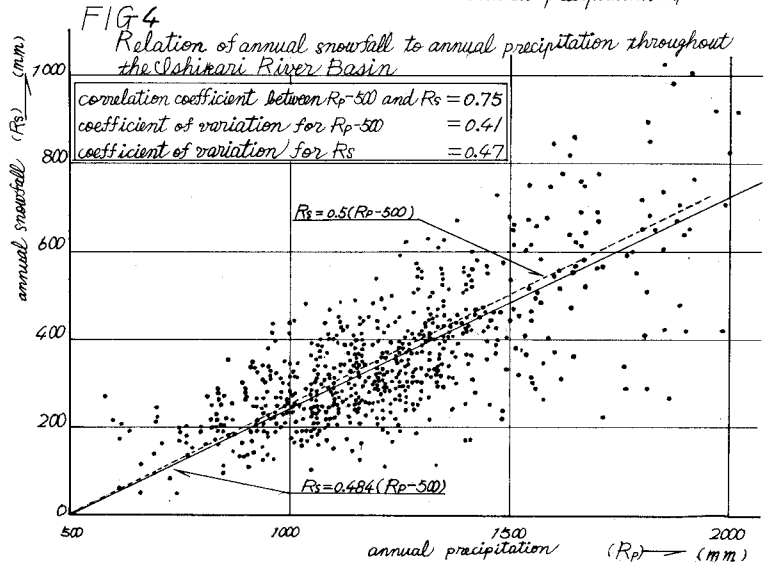
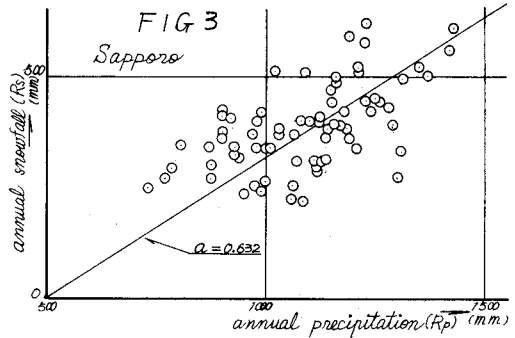
な $a=0$ の場合は比率の形となり、実用上便利である。しかしながら筆者らは、石狩川流域の全観測所における年降水量が500mmを下らないことに着目して、これに基づき年降雪量 R_s と年降水量 R_p を次の直線式(2)で表わしたが、各流域においてもこの式は近似的に十分実用的なことがわかった。

$$R_s = a (R_p - 500) \quad \text{----- (2)}$$

FIG 5は年降水量と年降雪量の変動の状態を比較するために、各観測所毎の年降水量の変動係数と年降雪量の変動係数をプロットしたものであり、年降雪量の変動の方が大きいことがうかがえる。FIG 5からも年降雪量と年降水量の関係を。

(1)式で表わすことは、 R_s と R_p の変動程度が不均衡のためその適応性について更に吟味を要する。次に FIG 6は同様に年降水量から500mmを差し引いた値、すなわち $R_p - 500$ の変動係数と年降雪量の変動係数をプロットしたもので、これによると石狩川流域の場合にはこの両者の変動の度合はほぼ同一と考えてさしつかえない。すなわち、年降雪量と年降水量の関係式は(2)式の方が(1)式よりも適確であると考えられる。しかも(1)式の b は流域毎に異なった値を探り、流域相互の特性を比較検討する場合、(2)式の方が a の一つの変数で代表することができ、解析に有利である。なお石狩川全流域、9流域、長期資料観測所の $R_p - 500$ の変動係数と R_s の変動係数をそれぞれ、FIG 4、TABLE 1、TABLE 2に示す。これらの値からもわかるように両者の変動の状態はほぼ同一である。

(2)式の一次回帰線の検定を行なった結果、各流域とも危険率0.1%で母集団に一次回帰のあることが



認められた。検定の手法は自由度N-1のF分布によつた。検定のFの値をTABLE 1, TABLE 2に示す。

9流域とも年降雪量と年降水量の關係は年降水量から一律に500mmを差し引いた(2)式で与えられるが、各流域毎に最適な一次回帰線と求めようとするは一律に500mmを引くのではなく、各流域毎に異なる定数 a_2 , b_2 を用いた次式によらねばならない。

$$R_s = a_2 (R_p - b_2) \quad (3)$$

今、最適な一次回帰線を年降水量と年降雪量の相互のバラツキが最も小さいときの直線と定義すれば、 b_2 の値は

$R_p - b_2$ の変動係数 = R_s の変動係数

と置くことによって決定できる。各流域毎の b_2 の値

Coefficients of Variation for modified data (R_s and ($R_p - 500$))

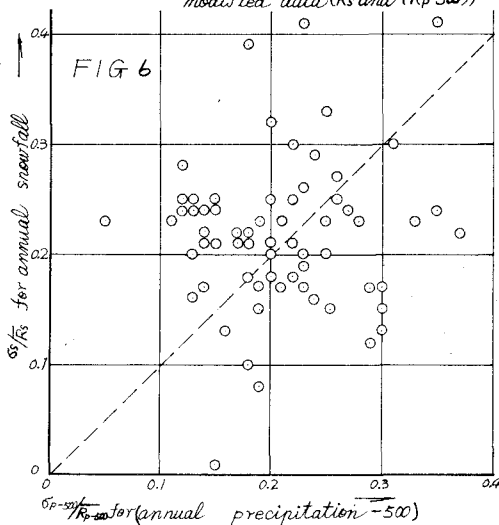


TABLE 1 Relations between Snowfall and Precipitation for the Oshikiri River Basin

流 域	雨量観測所	資料数	$R_p - 500$ の変動係数	R_s の変動係数	相関係数	回 帰 線	F 値
①雨龍川流域	1 鷹泊 2 朱鞠内 3 昭和 4 幌加内 5 多度志 6 石狩沼田 7 枝父別	58	0.30	0.30	0.71	$R_s = 0.552(R_p - 500)$	94.3
②石狩川上流、流比布、江丹別川	8 層雲峡 9 真駒別 10 永山 11 下幌別 12 琴別 18 繁山溪 66 神居古瀬 67 伊勢 68 深川 69 伏古 73 比布 74 江丹別	89	0.41	0.43	0.80	$R_s = 0.577(R_p - 500)$	195.8
③牛朱別川、中別川、流域美瑛川	19 ペーバン 20 樺岡 21 米原 22 東忠別 23 江村池電所 24 辺別太 25 聖台 26 美瑛 27 西神楽 28 白金	64	0.43	0.34	0.71	$R_s = 0.501(R_p - 500)$	117.0
④空知川流域	49 西達布 50 山部 51 島良野 52 銭賣 53 北落合 54 芦別 55 幌倉 56 鹿部 57 空知太 58 歌志内	82	0.36	0.34	0.53	$R_s = 0.405(R_p - 500)$	84.8
⑤紋春別川流域	44 紋春別 45 西川河 46 美唄	29	0.19	0.27	0.30	$R_s = 0.508(R_p - 500)$	12.1
⑥夕張川流域	59 栗山 60 田仁 61 円山 62 清水沢 63 夕張 64 栗沢 65 角田	63	0.39	0.35	0.62	$R_s = 0.426(R_p - 500)$	84.4
⑦千歳川流域	35 西越 36 舞鶴 37 神北郷 38 支笏湖砂原 40 幌阿 41 長沼 42 漁市街 43 蘆の沢	79	0.45	0.40	0.60	$R_s = 0.354(R_p - 500)$	97.4
⑧豊平川流域	29 定山溪 30 札幌 31 琴別 32 琴似 33 石山 34 雁来	54	0.33	0.33	0.82	$R_s = 0.529(R_p - 500)$	145.7
⑨石狩川中下流、当別川流域	13 滝川 14 江部乙 15 新十津川 16 砂川吉野 17 月形 47 青山中央 48 当別 70 橋本町 71 北村 72 石狩 73 江別	86	0.31	0.40	0.76	$R_s = 0.507(R_p - 500)$	123.3

をTABLE 3に示す。この表から考察すれば各流域毎の b_2 の値は異なるが、石狩川流域の平均値を500mmとしても実用上十分な精度をもつと考えられる。よって本流域では水文量500mmは年降水量と年降雪量の変動の度合が最小になる補正量といえる。

5. 定数 a_2 の流域別分布図

石狩川流域を9流域に分割したときの年降雪量と年降水量の一次回帰線(2)式における分配 a_2 は地形学的、およびそれに起因する気象学的流域特性を表わしているものと考えられる。TABLE 1に示す回

TABLE 2 Relations between annual Snowfall and Precipitation for ten Stations in the Oshikiri River Basin

Station	sample size	$R_p - 500$ の変動係数	R_s の変動係数	相関係数	回 帰 線	F 値
① 77 雨龍	20	0.31	0.22	0.62	$R_s = 0.584(R_p - 500)$	19.0
② 68 繁川	35	0.29	0.26	0.62	$R_s = 0.584(R_p - 500)$	30.9
③ 76 旭川	51	0.28	0.19	0.38	$R_s = 0.523(R_p - 500)$	49.5
④ 12 琴別	42	0.30	0.22	0.55	$R_s = 0.488(R_p - 500)$	52.9
⑤ 56 芦別	38	0.28	0.22	0.47	$R_s = 0.533(R_p - 500)$	40.0
⑥ 51 島良野	35	0.38	0.26	0.37	$R_s = 0.497(R_p - 500)$	30.9
⑦ 49 西達布	36	0.27	0.23	0.56	$R_s = 0.428(R_p - 500)$	42.9
⑧ 56 鹿部	29	0.29	0.27	0.36	$R_s = 0.525(R_p - 500)$	22.3
⑨ 52 銭賣	19	0.36	0.36	0.66	$R_s = 0.449(R_p - 500)$	24.7
⑩ 30 札幌	77	0.26	0.25	0.56	$R_s = 0.632(R_p - 500)$	66.8

帰線の勾配を流域図に図示したものがFIG 7である。(2)式から

$$Q = \text{年降雪量} / \text{年降水量} - 500 \quad \text{-----} (4)$$

であり、 Q の大きさについては次の2つの場合が考えられる。

(a)各流域毎の年降水量がほぼ一定とみなせるとき、年降雪量が異なる程 Q の値は大きくなり、逆に年降雪量が小なる程 Q の値が小さくなる。地形学的観点から年降雪量が大きい値を採るのは山岳地帯であり、年降雪量が小さい値を採るのは平坦地と一般には考えられる。

(b)地形学的、気象学的等の原因で年降水量が相対的に小さい値をとるとき、 Q の値は小さくなる。

FIG 7の Q の分布図をみると⑩(室知川流域)⑪(夕張川流域)④(千歳川流域)は他の流域に比して、 Q の値が小さいことが注目される。地形図を参照すると⑪、④流域は石狩平野に属する平坦地で、その他の流域は山岳地帯であることがわかる。すなわち⑪、④の Q の値が小さいのは上の(a)の理由による年降雪量の小さい場合である。また⑩流域が山岳地帯であるにもかかわらず、 Q の値が小さいのは(b)の理由であると考えられる。⑩流域の年降水量と年降雪量の関係を調べてみると、確かに⑩は他の流域に比べて年降水量が小さいことがわかった。⑩は降雪量が少なく R_s と R_p の相関が悪いことはすでに指摘されている²⁾。

Q の値は定性的には地形学的起因に依存していると考えられるから、石狩川流域を河川流域別に分けるばかりに、地形学的観点から分けるのも一方法である。

TABLE 4は石狩川流域を5地域に分割したときの(2)式の回帰線の勾配と、(3)式の年降水量と年降雪量の変動係数が一致するように補正を加えた b_2 の値を示したものである。この表によれば、9流域に分けたときよりも、なにより一層地域特性が明確となり、補正量 b_2 は500mmに近い値を採っている。なお石狩川全流域の平均値はFIG 4に示される如く0.484で、本流域においては近似的に0.5と考えられる。

$$R_s = 0.5 (R_p - 500) \quad \text{-----} (5)$$

なお各流域別の Q を示す R_s と R_p の詳細図は文献3)に示す。

本研究は文部省科学研究費〔特定研究(水文学)〕の補助を受けたことを付記する。

参考文献

- 1) 気象協会北海道本部 : 北海道の気象, 第9巻 第2号, 1965.2 NO. 137
- 2) 山岡・藤田・天谷 : 石狩川流域における年間降雪, 降水量の比率とその時系列解析について, 土木学会第22回年次学術講演会講演概要, 1967
- 3) 山岡・藤田・星 : 石狩川流域における降水量の分布, 石狩川の流出解析と流所に関する研究, 北大IHD研究フルーブ, 昭43.3

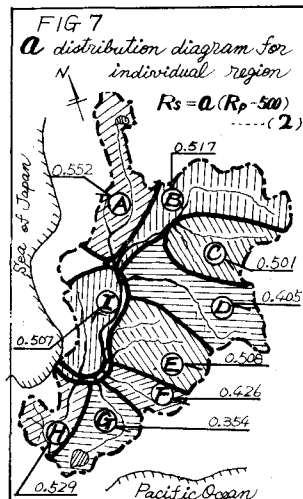


TABLE 3

Drainage Basins	b_2 (mm)
⑩	506
⑪	542
④	360
⑨	454
⑤	745
⑥	409
⑧	419
⑦	484
①	676

TABLE 4

Regions	Q	b_2 (mm)
⑩	0.552	506
⑪ ④	0.512	487
⑨ ⑤	0.438	570
⑥ ⑧ ⑦	0.426	487
①	0.507	676