

土 木 研 究 所 資 料

融雪流出量の予測に関する調査

昭 和 57 年 3 月

建 設 省 土 木 研 究 所

Copyright © 1982 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

ま え が き

本研究は、信濃川支川魚野川流域(1374Km²)を対象にして、融雪流出に関する検討を行ったものである。特に昭和56年冬期は、北陸地方を中心に、昭和39年以来の豪雪で、融雪洪水が心配され、この対策をたてるためにも精度の高い出水予測が必要とされた。このため、対象地域の既存水文気象データをもとに、融雪総量の予測式の作成、ピーク流量及び概略のハイドログラフの予測方法などの検討を行った。さらに、これらを用いて、昭和56年春期の融雪量についての予測を行い、妥当な結果を得ることができた。

今回の方法は、魚野川流域以外でも十分適用可能であり、本報告書はその参考になると思われる。

なお、本研究は、昭和55年度科学技術庁特別研究促進調整費及び昭和56年度河川事業調査費により行ったもので、北陸地方建設局信濃川工事々務所及び、財団法人気象協会東京本部の協力を得て、解析を行ったことを付記する。

昭和57年 3 月

担当 吉野文雄(56年度)

石崎勝義(55年度)

佐合純造(55～56年度)

田子秀徳(56年度)

難波嘉平(55年度)

目 次

1. 調査の目的	1
2. 調査の方法	1
3. 冬期積算降水量による融雪流出総量の推定式の決定	5
3-1. 魚野川流域付近の降水量観測所における冬期開始日の推定	5
3-1-1. 冬期の定義	5
3-1-2. 積雪観測所における冬期開始日の決定	5
3-1-3. 降水量観測所における冬期開始日の推定	6
3-2. 融雪流出期間の流出量と冬期積算降水量の資料整備	8
3-2-1. 融雪流出期間の定義	8
3-2-2. 降水量観測所における冬期及び融雪流出期間の積算降水量の算定	9
3-2-3. 融雪流出期間の流出量の算定	13
3-3. 融雪流出期間の流出量と代表観測所の冬期積算降水量との重相関解析	15
3-3-1. 積算降水量と融雪流出期の流出量との単相関解析及び代表観測所の選定	15
3-3-2. 解析用資料による重回帰式と任意融雪流出期の流出量推定への適用性の検証	16
3-3-3. 全資料による重回帰式-融雪流出量推定式-の決定	19
4. 昭和56年の融雪流出量の推定	21
4-1. 積雪観測所における冬期開始日の決定	21
4-2. 代表降水量観測所における冬期開始日の推定	21
4-3. 代表降水量観測所における2月末日までの積算降水量算定	21
4-4. 昭和56年の融雪流出総量の推定	21
4-5. 既往の融雪流出との比較	21
5. 昭和56年融雪流出量の観測値の算定と予測値との比較	23
5-1. 昭和56年融雪流出量の算定	23
(1) 融雪流出期間の決定	23
(2) 融雪流出期間における総流出量の算定	24
(3) 融雪流出期間における流域平均降水量の算定	24
(4) 融雪流出期間における流域降水量の流出成分の算定	24
(5) 昭和56年融雪流出量の観測値	24
5-2. 観測値と昭和56年3月における予測値との比較	24
6. 融雪期ピーク流量と融雪流出量との関係	26

6 - 1. 既往の年（昭和36年～54年）における融雪期ピーク流量と 融雪流出量との関係	26
6 - 2. 昭和56年のデータによる比較	26
7. 融雪期における融雪流出量の時期別配分率について	27
7 - 1. 融雪流出期の区分	28
7 - 2. 当該流域における融雪期前半の気温推移傾向	29
7 - 3. 各区間の流出量の算出	30
7 - 4. 各区間の積算降水量流出成分の算出	30
7 - 5. 降水量の流出成分を除いた各区間の流出量及び流出配分率の算出	30
7 - 6. 階級別積算気温の平均流出配分率算出	31
7 - 7. 昭和56年豪雪の融雪流出量の配分と実況との比較	40
8. あとがき	42
参考文献	43

1. 調査の目的

本調査の目的は、魚野川堀之内流量観測所上流域における融雪流出期間の総流出量と冬期間の積算降水量との関係を求め、さらにこの関係を適用して昭和56年の融雪流出総量を推定、観測値と比較し、また融雪期のピーク流量と融雪流出量との関係を求めると共に融雪期における融雪流出量の時期別配分率を検討する事である。

2. 調査の方法

本調査は、昭和35年から昭和54年の20年間^{注1)}19冬期積算降水量及び^{注2)}19融雪流出期の流出総量を収集・算定し、これらの相関解析により流出総量を推定するために用いる積算降水量の代表観測所を選定し、融雪流出期の流出総量と代表観測所における冬期積算降水量との重回帰式を求める。次に、得られた重回帰式に、昭和55年冬期開始日から昭和56年2月末日までの代表観測所における積算降水量を入れて昭和56年の融雪流出量を推定する。さらに同一手順で今年の融雪流出量を算定し、これと推定値—代表観測所3ヶ所と2ヶ所についての2つの推定値—のそれぞれについて比較を行なった。

降水量の流出成分を含めた流出期のピーク流量(m^3/sec)と融雪流出量との関係を、昭和36年⁷⁾～昭和54年の19融雪期の河川量資料を用いて検討し、さらに今年の融雪期ピーク流量の計算値と観測値とを比較してみた。

ところで、融雪水が時間的にどのような配分で流出するかは、融雪流出量の総量と共に是非把握していたい情報となる。

そこで、昭和37年から昭和53年の17融雪期の流量資料や降水量・気温資料より融雪流出量の时期的配分率について検討した。

以下に主要部の調査フローを示す。

注1) 積算降水量は冬期開始日から2月末日まで、及び終日までの2期間について集計した。

注2) 融雪流出期間の流出総量は基底流量及び融雪流出期間の降水量を含んだもの、基底流量を除いたもの、さらに融雪流出期間の降水量を差引いたものの3種について集計した。

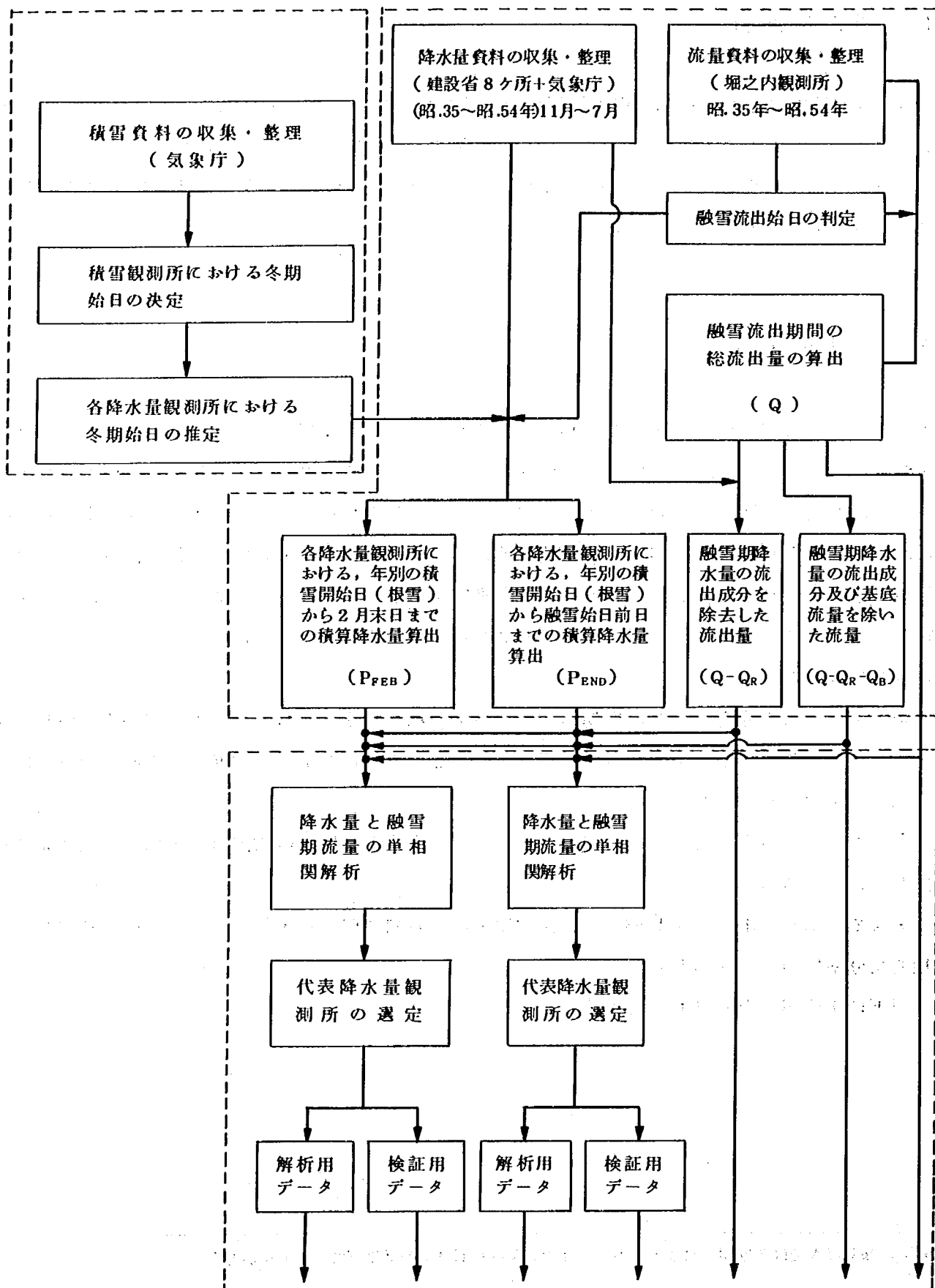


図-2.1 第3章調査フロー

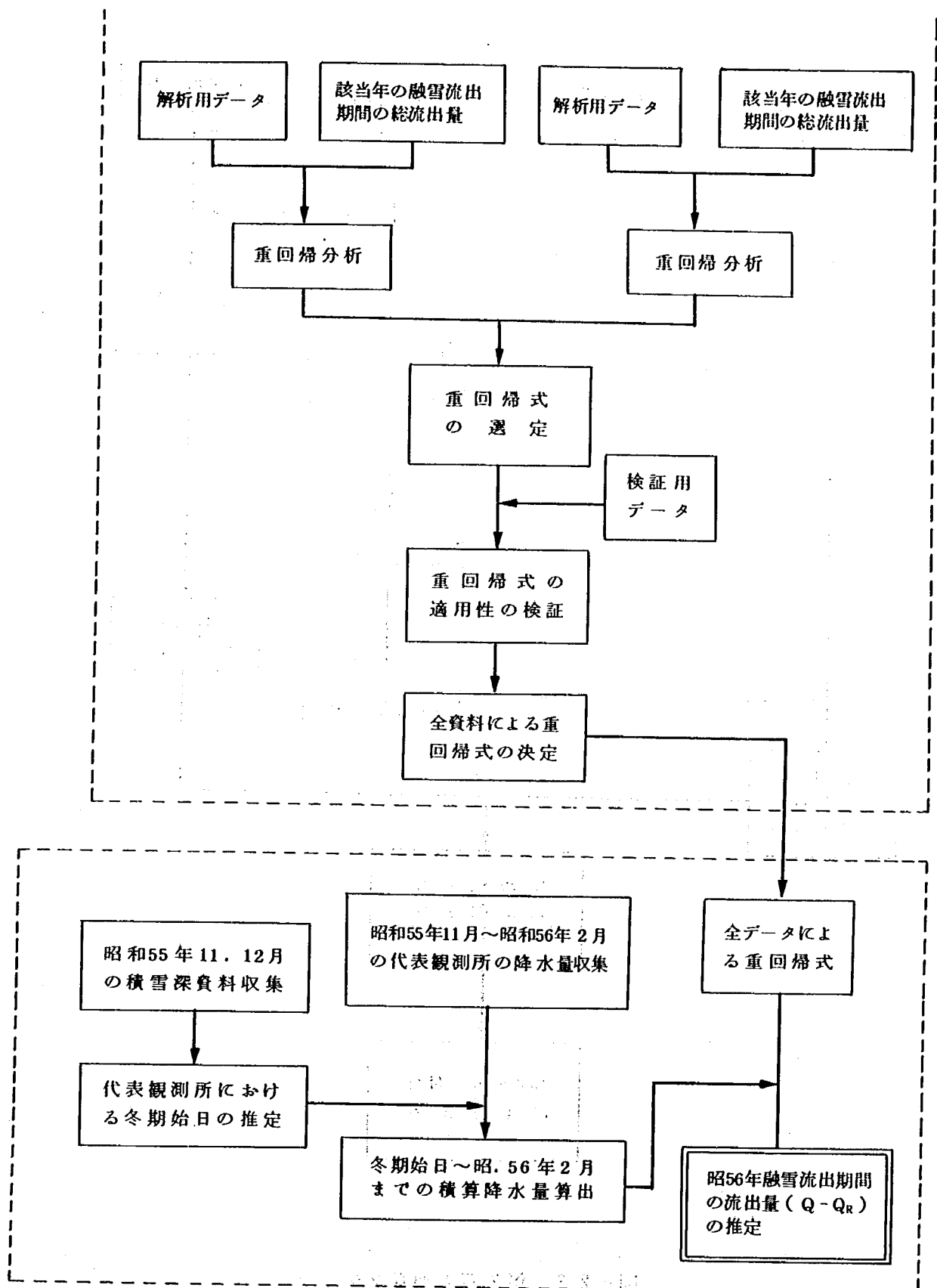


図-2.2 第3.4章調査フロー

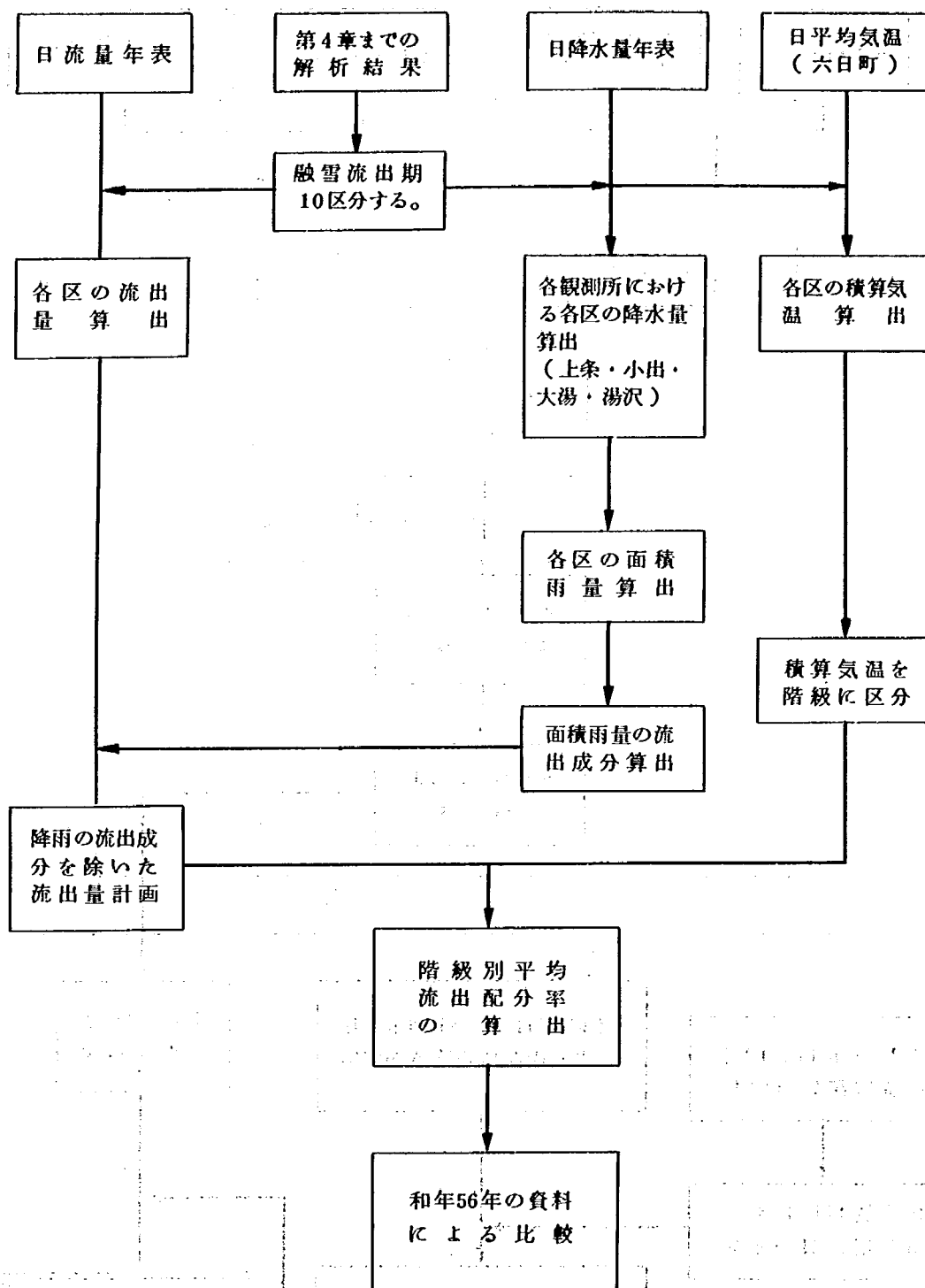


図- 2.3 第7章の調査フロー

3. 冬期積算降水量による融雪流出総量の推定式の決定

3-1. 魚野川流域付近の降水量観測所における冬期開始日の推定

3-1-1. 冬期の定義

本調査における冬期とは寒候期に入って、いわゆる根雪^{*)}になった最初の日から融雪流出開始日(後述)の前日までと定義する。

3-1-2. 積雪観測所における冬期開始日の決定

本調査で対象とする降水量観測所では必ずしも積雪深の観測は行なわれていない。そこで気象庁所属のもので当該流域付近には7つの積雪観測所がある(図-3.1参照)。

これらの観測所における積雪観測資料から各寒候期の冬期開始日を決定し、これに基づき積雪観測の実施していない降水量観測所における冬期開始日を推定する事にした。

上記7積雪観測所における各年の冬期開始日を決定した結果は、表-3.1に示したとおりである。なお、表中、「-」とした年は積雪の観測がなく、決定できなかったことを示す。

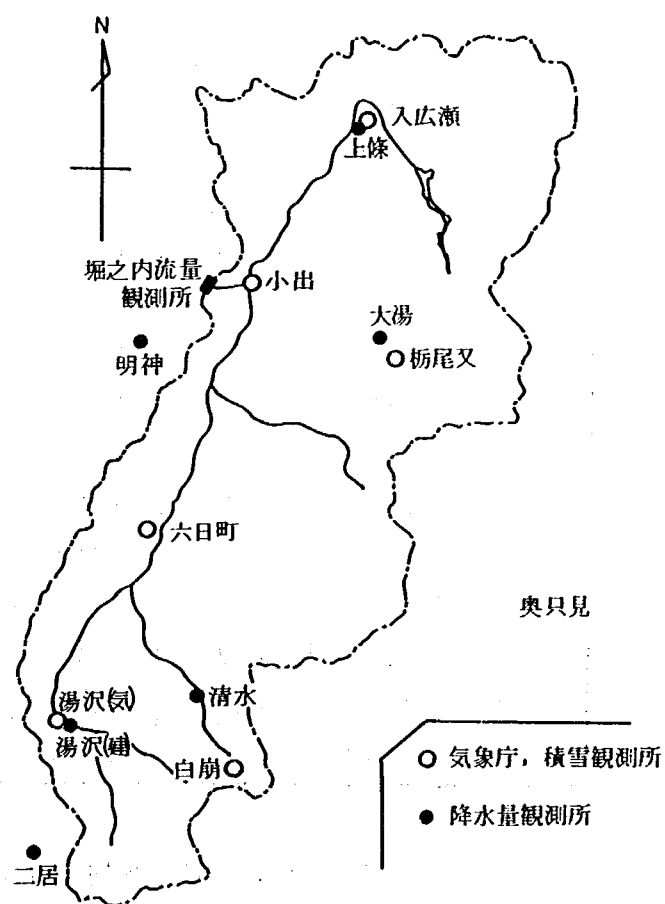


図-3.1 魚野川流域付近の積雪深及び降水量観測所

*) 冬の始めに時折降る雪は積ってもすぐにとける。冬が進むと降る雪の方が打ちかって連続して地面を積雪がおおようになる。これを根雪という。

表-3.1 積雪観測所における冬期開始日

観測所 標高 昭和	小 出	六日町	入 広 瀬	栃 尾 又	湯 沢 (気)	奥 只 見	白 崩
	92m	169m	235m	293m	377m	783m	1462m
35 年	12.19	12.27	12.18	12.26	12.27	—	11.26
36 年	12.22	12.22	12.22	12.22	12.22	11.23	11.23
37 年	12.31	S. ³⁸ 1.3	12.30	12.30	S. ³⁸ 1.3	—	11.21
38 年	12.19	12.27	12.19	12.19	12.19	11.27	11.24
39 年	12.2	12.2	12.2	12.1	12.2	11.22	—
40 年	12.16	12.16	12.16	12.16	12.6	11.26	11.10
41 年	12.1	12.1	11.22	11.22	12.1	11.21	11.15
42 年	12.9	12.23	12.9	12.9	12.16	12.8	11.10
43 年	12.23	12.29	12.16	12.23	12.29	12.16	11.13
44 年	12.9	12.14	—	11.25	12.14	11.25	—
45 年	—	11.30	11.30	—	—	11.30	—
46 年	—	11.30	11.30	—	—	11.29	—
47 年	12.13	12.30	12.14	—	12.13	11.22	—
48 年	12.4	11.20	11.19	—	11.19	11.18	—
49 年	12.6	12.6	12.5	—	12.6	11.22	—
50 年	12.17	12.17	12.12	—	12.12	12.9	—
51 年	12.27	12.27	11.29	—	12.27	11.27	—
52 年	12.19	12.19	12.19	—	12.20	12.2	—
53 年	12.20	—	12.19	—	12.19	—	—

3-1-3 降水量観測所における冬期開始日の推定

本調査において対象とする降水量観測所は建設省所属の上條・明神・大湯・清水・二居・湯沢と気象庁所属の入広瀬，小出，湯沢の9観測所とした（図-3.1参照）。

なお湯沢については，建設省所属のものと気象庁所属のものとがあるので，それぞれ湯沢（建）・湯沢（気）として以後表わす事にする。

そして，これらの降水量観測所における冬期開始日は，それぞれ次のようにして推定した。

- ① 上・湯沢（建）・大湯については入広瀬・湯沢（気）・栃尾又の積雪観測所が近接しているので，これらの積雪観測所の冬期開始日を代用した。
- ② 二居・清水については，冬期開始日は標高にほぼ反比例して変るので湯沢（気）・白崩の

各冬期開始日の平均的な遅れをもとに標高差で内挿して推定した。

- ③ 明神については、近接する観測所が小出で、標高差もあまり大きくないので小出の冬期開始日を代用した。

このようにして定めた各降水量観測所における各冬期開始日は表-3.2の通りである。

表-3.2 各降水量観測所における冬期開始日

観測所名 昭和	大 湯	明 神	清 水	上 條	湯沢(建)	二 居	入 広瀬	小 出	湯沢(気)
35 年	1226	12.19	12.22	12.18	12.27	12.15	12.18	12.19	12.27
36 年	12.22	12.22	12.17	12.22	12.22	12.10	12.22	12.22	12.22
37 年	12.30	12.31	12.29	12.30	S.38 1.3	12.22	12.30	12.31	S.38 1.3
38 年	12.19	12.19	12.14	12.19	12.19	12.7	12.19	12.19	12.19
39 年	12.1	12.2	11.27	12.2	12.2	11.20	12.2	12.2	12.2
40 年	12.16	12.16	12.1	12.16	12.6	11.24	12.16	12.6	12.6
41 年	11.22	12.1	11.26	11.22	12.1	11.19	11.22	12.1	12.1
42 年	12.9	12.9	12.11	12.9	12.16	12.4	12.9	12.9	12.16
43 年	12.23	12.23	12.24	12.16	12.29	12.17	12.16	12.23	12.29
44 年	11.25	12.9	12.9	12.6	12.14	12.2	12.6	12.9	12.14
45 年	11.30	11.30	11.25	11.30	11.30	11.18	11.30	11.30	11.30
46 年	11.28	11.30	11.25	11.30	11.30	11.18	11.30	11.30	11.30
47 年	12.11	12.13	12.8	12.14	12.13	12.1	12.14	12.13	12.13
48 年	12.2	12.4	11.14	11.19	11.19	11.7	11.19	12.4	11.19
49 年	12.4	12.6	12.1	12.5	12.6	11.24	12.5	12.6	12.6
50 年	12.15	12.17	12.7	12.12	12.12	11.30	12.12	12.17	12.12
51 年	12.25	12.27	12.22	11.29	12.27	12.15	11.29	12.27	12.27
52 年	12.17	12.19	12.15	12.19	12.20	12.8	12.19	12.19	12.20
53 年	12.18	12.20	12.14	12.19	12.19	12.7	12.19	12.20	12.19

3-2. 融雪流出期間の流出量と冬期積算降水量の資料整備

3-2-1. 融雪流出期間の定義

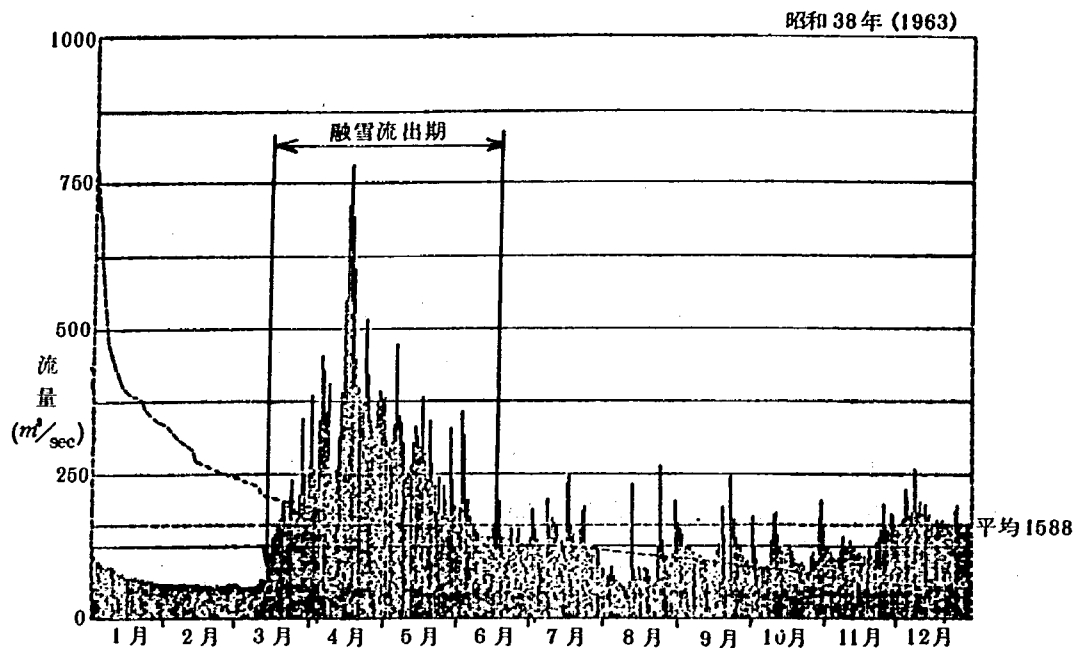


図-3.2 堀之内流量観測所における融雪流出始日及び終日の判定例

多積雪地域を集水域とする流量観測所におけるハイドログラフをみると多くの場合一見して本格的な融雪流出の開始日を判定することが出来る。しかし融雪期末期は梅雨期の降雨流出と重なり明確な終日はむずかしくなる。そこで本調査における融雪流出期間とは、堀之内流量観測所で融雪流出が始まった日から梅雨期の直前日までの期間と定義する。

そして毎年のハイドログラフをもとに天気図も参照して、既往19融雪期間を決定した。これらの結果を表-3.3に示した。

表-3.3 年別融雪流出期間

昭和・年	融雪流出期間	昭和・年	融雪流出期間
	月 日 月 日		月 日 月 日
36年	3.14 ~ 6.23	46年	3.20 ~ 6.27
37年	3.5 ~ 6.21	47年	3.18 ~ 6.30
38年	3.13 ~ 6.18	48年	3.28 ~ 6.17
39年	3.27 ~ 6.8	49年	4.1 ~ 7.2
40年	4.6 ~ 7.10	50年	3.10 ~ 7.6
41年	2.28 ~ 6.24	51年	2.16 ~ 6.8
42年	3.1 ~ 6.25	52年	2.26 ~ 6.16
43年	3.10 ~ 6.25	53年	3.26 ~ 6.20
44年	3.20 ~ 6.29	54年	2.22 ~ 6.30
45年	3.28 ~ 6.30		

3-2-2. 降水量観測所における冬期及び融雪流出期間の降水量の算定

融雪流出期間の総流出量には冬期の降水量にもとづく流出量の他に、その期間における降水による流出量も加わる。そこで本節では、冬期積算降水量とあわせて融雪流出期の積算降水量を基礎資料として算出する。

降水量観測所としては解析結果の実用性も考慮し随時データの入手が可能で長期にわたって観測の続けられている観測所を対象とする。

この結果、建設省所属として大湯・明神・清水・上條・湯沢(建)・二居が、気象庁所属として入広瀬・小出・湯沢(気)の合計9観測所が選ばれた。

これらの観測所における調査対象期間(昭.35年~昭.54年)のデータの保有状況を調べてみると表-3.4の通りである。

表-3.4 各観測所のデータ保有状況

昭和・年 観測所	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
大 湯		B	A	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	B	AB	AB	AB	AB	AB
明 神	AB	AB		B	AB	A	A	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A	B	B	AB	AB	AB
清 水					B						AB	AB	B		B	AB	AB	B	B
上 條	B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB		B	AB	B	AB	AB
湯沢(建)	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
二 居	B	AB					B	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
入広瀬	AB	AB		A	B			A	AB		AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB
小 出	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB							AB	AB	AB
湯沢(気)	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	A					AB	AB	AB	AB	AB

A……冬期間のデータ全て保有のもの
B……融雪期間のデータ全て保有のもの

これを見ると冬期・融雪流出期のいずれについて全データを保有している観測所は極めて少ない。ここで清水観測所はデータの保有期間が少ないので調査対象観測所から外す事にする。他の観測所にもデータの欠けている期間があるが、これらについてはそれぞれのデータを推定補完して用いる事にする。

データの補完方法は、相対するデータの存在する期間において相関解析し相関の良い観測所との回帰式を求めておき、これによって必要な補完をする事にする。

このようにして最終的に得られたデータの被補完観測所と補完用観測所との組合せ及び両地点の積算降水量の相関係数と回帰式は、表-3.5の通りであり、相関図を示すと図-3.3の通りである。なお、対象流域外の二居及び明神については、最も相関の高い付近の観測所の場合でも相関係数がそれぞれ0.7と0.5以下である。従って補完されたデータの信頼性が低くなるので、これらの2観測所は調査対象観測所から外す事にする。

なお、明神・二居の観測所のデータの保有している分につき、融雪期流出総量から、その期間における降水量の流出成分を差引いたものとの相関を求めてみると、それぞれ0.25及び0.49となり、流出量との相関もかなり悪い。

このようにして必要なデータの補完を行ない、冬期開始日から2月末日まで及び冬期終日までの積算降水量を整備した。

これらの結果は、表-3.6の通りである。

次に、融雪流出期の降水量より堀之内流量観測所の流出量を算定した。

この流出量は、上條・小出・大湯・湯沢(建)の4地点降水量からティーセン法で面積降水量を求め流出率を0.7及び0.8とする2ケースについて流出量を算定した。この結果は、表-3.7に示した。

表-3.5 観測所の組合せとデータの被補完用回帰式

被補完 観測所 P_y	P_x 補完用 観測所	相関係数 r 回帰式	P_x 補完用 観測所	相関係数 r 回帰式
湯沢(気)	湯沢(建)	$r = 0.99$ $P_y = 0.95 P_x + 44.0$	湯沢(建)	$r = 0.99$ $P_y = 0.97 P_x + 3.5$
上 條	小 出	$r = 0.93$ $P_y = 0.98 P_x - 59.7$	小 出	$r = 0.92$ $P_y = 0.94 P_x + 7.7$
小 出	上 條	$r = 0.93$ $P_y = 1.02 P_x + 60.9$	大 湯	$r = 0.96$ $P_y = 0.97 P_x - 36.7$
大 湯	入広瀬	$r = 0.97$ $P_y = 0.79 P_x + 37.0$	小 出	$r = 0.96$ $P_y = 1.03 P_x + 37.8$

表-3.6(a) 冬期始日～2月末日までの積算降水量

単位 mm

年	大 湯	上 條	湯沢(建)	入 広瀬	小 出	湯沢(気)
1961(昭.36)	1014.	1195.	638.	1237.	1111.	676.
1962(昭.37)	864.	1265.	758.	1047.	1039.	777.
1963(昭.38)	885.	1375.	395.	1073.	1093.	436.
1964(昭.39)	523.	718.	622.	691.	613.	630.
1965(昭.40)	1280.	1502.	1015.	1233.	1043.	695.
1966(昭.41)	1023.	1238.	931.	1248.	1182.	942.
1967(昭.42)	1229.	1383.	1047.	1509.	1305.	1054.
1968(昭.43)	1123.	1482.	1048.	1553.	1425.	1050.
1969(昭.44)	763.	1028.	535.	556.	928.	536.
1970(昭.45)	1086.	1200.	726.	1325.	1297.	643.
1971(昭.46)	885.	1102.	359.	1140.	1020.	385.
1972(昭.47)	953.	938.	537.	902.	860.	554.
1973(昭.48)	588.	723.	551.	755.	649.	567.
1974(昭.49)	1512.	1867.	1044.	1867.	1770.	1036.
1975(昭.50)	909.	1325.	860.	1325.	1239.	868.
1976(昭.51)	883.	823.	719.	1028.	747.	705.
1977(昭.52)	956.	852.	669.	1543.	775.	672.
1978(昭.53)	1249.	1079.	977.	1275.	1086.	971.
1979(昭.54)	538.	641.	322.	650.	517.	333.

表 3.6(b) 冬期終日までの積算降水量

単位 mm

年	大 湯	上 條	湯沢(建)	入 広瀬	小 出	湯沢(気)
1961(昭.36)	1128.	1278.	691.	1381.	1193.	729.
1962(昭.37)	876.	1289.	768.	1062.	1064.	787.
1963(昭.38)	971.	1474.	450.	1182.	1192.	491.
1964(昭.39)	729.	929.	788.	818.	790.	799.
1965(昭.40)	1669.	1876.	1091.	2066.	1308.	889.
1966(昭.41)	1023.	1238.	931.	1248.	1182.	942.
1967(昭.42)	1229.	1383.	1047.	1509.	1305.	1054.
1968(昭.43)	1220.	1555.	1117.	1621.	1520.	1119.
1969(昭.44)	874.	1151.	655.	624.	1037.	646.
1970(昭.45)	1488.	1542.	1032.	1837.	1727.	951.
1971(昭.46)	1125.	1337.	389.	1393.	1251.	414.
1972(昭.47)	1030.	1089.	603.	1053.	1008.	617.
1973(昭.48)	728.	934.	775.	987.	856.	780.
1974(昭.49)	1698.	2102.	1224.	2102.	2000.	1207.
1975(昭.50)	964.	1379.	904.	1379.	1292.	916.
1976(昭.51)	883.	823.	719.	1028.	747.	705.
1977(昭.52)	965.	852.	669.	1543.	775.	672.
1978(昭.53)	1452.	1334.	1132.	1582.	1328.	1138.
1979(昭.54)	538.	641.	322.	650.	517.	333.

表-3.6(a) 冬期始日～2月末日までの積算降水量

年	大 湯	上 條	湯沢(建)	入 広 瀬	小 出	湯沢(気)
1961(昭.36)	1014.	1195.	638.	1237.	1111.	676.
1962(昭.37)	864.	1265.	758.	1047.	1039.	777.
1963(昭.38)	885.	1375.	395.	1073.	1093.	436.
1964(昭.39)	523.	718.	622.	691.	613.	630.
1965(昭.40)	1280.	1502.	1015.	1233.	1043.	695.
1966(昭.41)	1023.	1238.	931.	1248.	1182.	942.
1967(昭.42)	1229.	1383.	1047.	1509.	1305.	1054.
1968(昭.43)	1123.	1482.	1048.	1553.	1425.	1050.
1969(昭.44)	763.	1028.	535.	556.	928.	536.
1970(昭.45)	1086.	1200.	726.	1325.	1297.	643.
1971(昭.46)	885.	1102.	359.	1140.	1020.	385.
1972(昭.47)	953.	938.	537.	902.	860.	554.
1973(昭.48)	588.	723.	551.	755.	649.	567.
1974(昭.49)	1512.	1867.	1044.	1867.	1770.	1036.
1975(昭.50)	909.	1325.	860.	1325.	1239.	868.
1976(昭.51)	883.	823.	719.	1028.	747.	705.
1977(昭.52)	956.	852.	669.	1543.	775.	672.
1978(昭.53)	1249.	1079.	977.	1275.	1086.	971.
1979(昭.54)	538.	641.	322.	650.	517.	333.

表 3.6(b) 冬期終日までの積算降水量

年	大 湯	上 條	湯沢(建)	入 広 瀬	小 出	湯沢(気)
1961(昭.36)	1128.	1278.	691.	1381.	1193.	729.
1962(昭.37)	876.	1289.	768.	1062.	1064.	787.
1963(昭.38)	971.	1474.	450.	1182.	1192.	491.
1964(昭.39)	729.	929.	788.	818.	790.	799.
1965(昭.40)	1669.	1876.	1091.	2066.	1308.	889.
1966(昭.41)	1023.	1238.	931.	1248.	1182.	942.
1967(昭.42)	1229.	1383.	1047.	1509.	1305.	1054.
1968(昭.43)	1220.	1555.	1117.	1621.	1520.	1119.
1969(昭.44)	874.	1151.	655.	624.	1037.	646.
1970(昭.45)	1488.	1542.	1032.	1837.	1727.	951.
1971(昭.46)	1125.	1337.	389.	1393.	1251.	414.
1972(昭.47)	1030.	1089.	603.	1053.	1008.	617.
1973(昭.48)	728.	934.	775.	987.	856.	780.
1974(昭.49)	1698.	2102.	1224.	2102.	2000.	1207.
1975(昭.50)	964.	1379.	904.	1379.	1292.	916.
1976(昭.51)	883.	823.	719.	1028.	747.	705.
1977(昭.52)	965.	852.	669.	1543.	775.	672.
1978(昭.53)	1452.	1334.	1132.	1582.	1328.	1138.
1979(昭.54)	538.	641.	322.	650.	517.	333.

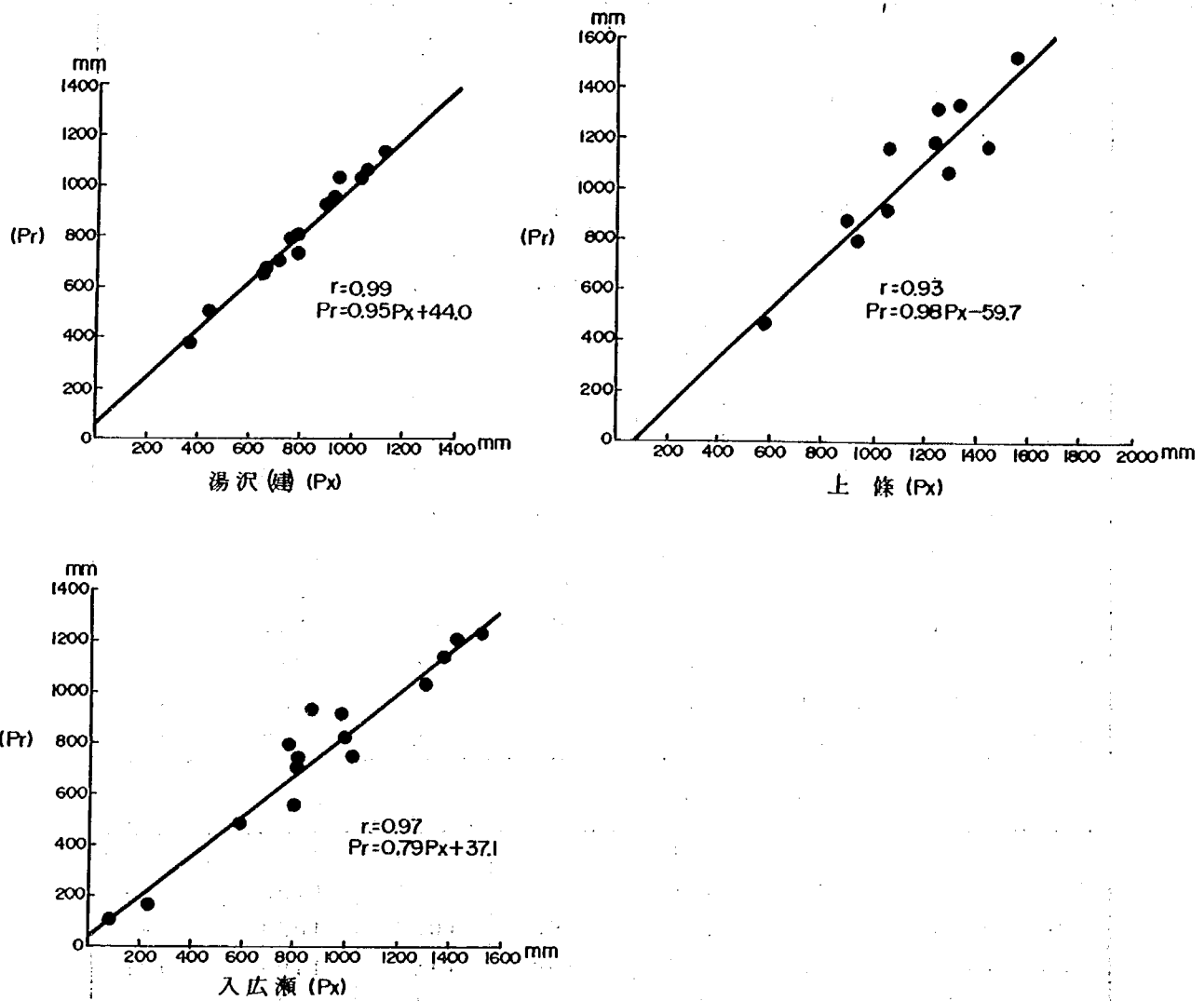


図 - 3.3(a) 冬期積算降水量の地点間の相関図

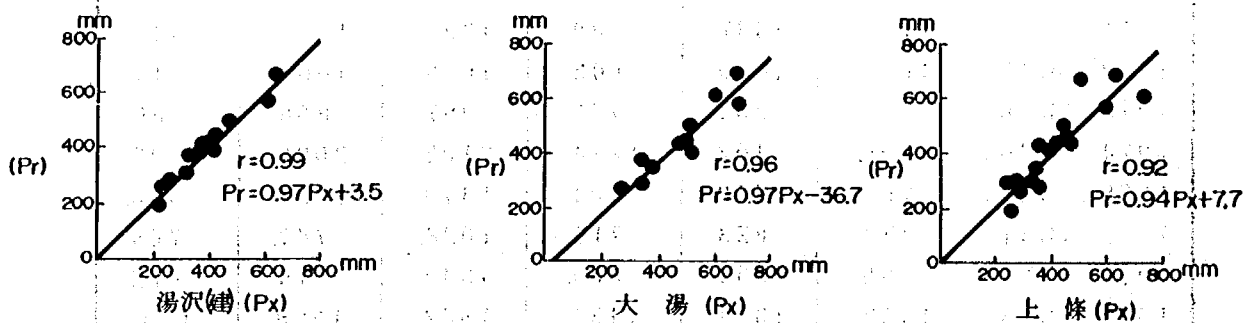


図 - 3.3(b) 融雪流出期積算降水量の地点間の相関図

表-3.7 融雪流出期の降水量と堀之内降雨流量

昭和	大湯	上條	湯沢(建)	小出	流出量1 注1) $\times 10^8 m^3$	流出量1 注2) $\times 10^8 m^3$
36年	466 ^{mm}	379 ^{mm}	266 ^{mm}	415 ^{mm}	24.52	24.00
37年	686	614	335	572	23.17	22.41
38年	722	520	390	664	12.44	17.66
39年	350	361	239	271	11.86	11.44
40年	477	476	374	432	23.34	22.73
41年	685	661	652	678	23.22	22.28
42年	375	350	411	342	22.48	21.95
43年	495	471	427	437	24.13	23.48
44年	522	462	389	489	16.47	15.82
45年	340	284	230	288	22.76	22.37
46年	570	300	448	516	20.60	19.96
47年	632	327	403	576	14.03	13.36
48年	404	263	265	355	15.08	15.44
49年	304	250	235	258	31.07	30.70
50年	512	444	480	460	30.55	29.88
51年	502	260	423	450	24.14	23.55
52年	524	401	324	398	25.71	25.13
53年	276	295	215	259	24.98	24.61
54年	697	825	666	673	15.63	14.62

3-2-3 融雪流出期間の流出量の算定

冬期積算降水量に対応する融雪流出期の流出量として、次の3種の流出量を算定した。

- ① 基底流量を差引いたもの ($Q - Q_B$)
- ② 基底流量と融雪流出期間の降水量による流出量とを差引いたもの ($Q - Q_B - Q_R$)
- ③ 基底流量と融雪流出期間の降水量をも含んだ総流出量 (Q)

なお、本調査における基底流量は、冬期終日及び融雪流出終日の流量を直線で結び分離して求めた(図-3.4参照)。また、算出した結果は表-3.8に示した。

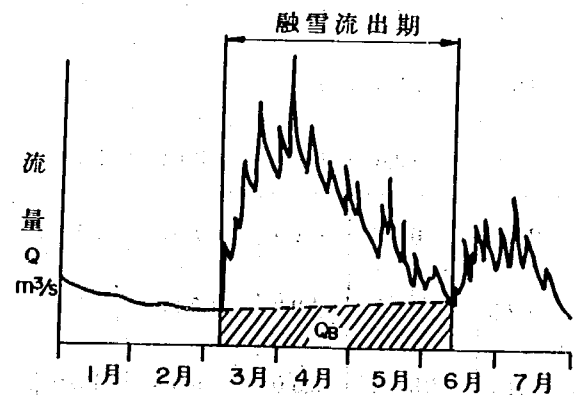


図-3.4 融雪流出期の基底流量の評価

注1) 流出量1: 流出率を0.7とした場合

注2) 流出量2: " 0.8 "

表 - 3.8 融雪流出期流量成分一覧表

昭和	冬 期 終 日		融雪期終日		融雪期 日 数	融雪期総 流出量 $\times 10^8 m^3$	基底流量 $\times 10^8 m^3$	基底流量を 除去した融 雪期総量 $\times 10^8 m^3$	融雪期の 総降水量の 流量換算 ($f=0.8$)	$Q-R \times 10^8 m^3$ $Q-R-Q_B \times 10^8 m^3$
	月・日	流量 m^3/sec	月・日	流量 m^3/sec						
36	3.13	81.3	6.23	118.3	102	28.18	8.80	19.39	4.18	24.00 14.16
37	3.4	55.4	6.21	128.1	109	28.43	1.02	19.79	6.02	22.41 12.27
38	3.12	64.0	6.18	106.7	98	23.92	7.23	16.69	6.26	17.66 8.86
39	3.26	79.8	6.8	63.5	74	14.82	4.58	10.24	3.42	11.44 5.97
40	4.5	99.0	7.10	111.1	96	27.63	8.71	18.92	4.90	22.73 12.79
41	2.27	129.0	6.24	88.0	117	29.80	1.10	18.79	7.52	22.28 9.39
42	2.28	95.0	6.25	68.7	117	26.19	8.27	17.92	4.24	21.95 12.62
43	3.9	105.8	6.25	83.7	108	28.64	8.84	19.80	5.16	23.48 13.35
44	3.19	72.1	6.29	52.3	102	20.99	5.48	15.51	5.17	15.82 9.05
45	3.27	68.5	6.30	82.1	95	25.55	6.18	19.37	3.18	22.37 15.39
46	3.19	102.6	6.27	83.1	100	25.14	8.02	17.12	5.18	19.96 10.64
47	3.17	88.3	6.30	74.7	105	18.74	7.39	11.34	5.38	13.36 4.61
48	3.27	105.2	6.17	73.0	82	19.02	6.31	12.71	3.58	15.44 8.23
49	3.31	70.8	7.2	84.0	93	33.65	6.22	27.43	2.95	30.70 23.74
50	3.9	71.6	7.6	96.7	119	35.26	8.65	26.61	5.38	29.88 19.88
51	2.15	52.8	6.8	81.1	114	28.21	6.59	21.62	4.66	23.55 15.80
52	2.25	68.7	6.16	75.8	111	29.75	6.93	22.82	4.62	25.13 17.05
53	3.25	109.8	6.20	101.6	87	27.51	7.95	19.56	2.90	24.61 15.94
54	2.11	95.95	6.30	96.9	139	22.64	11.58	11.06	8.02	14.62 1.04

3-3 融雪流出期間の流出量と代表観測所の冬期積算降水量との重相関解析

3-3-1. 積算降水量と融雪流出期の流出量との単相関解析及び代表観測所の選定

本節では、各降水量観測所における冬期開始日から2月末日まで、及び冬期終日までの各積算降水量を P_{FEB} と P_{END} と表わし、堀之内における融雪流出期の総流量(Q)、融雪流出期における降水の流出量成分を除いた流出量成分($Q - Q_R$)、および Q_R のほかに基底流量も差引いた流出量成分($Q - Q_R - Q_B$)との相関マトリックスを算出した。

表-3.9 各流量と降水量の相関マトリックス

(イ) $Q \sim P_{FEB}$

	大 湯	上 條	湯沢(鍾)	入広瀬	小 出	湯沢(鍾)
流 量	0.663	0.656	0.602	0.792	0.676	0.608
大 湯		0.812	0.750	0.841	0.825	0.675
上 條			0.630	0.729	0.930	0.581
湯沢(鍾)				0.692	0.654	0.943
入広瀬					0.799	0.702
小 出						0.677

(ロ) $Q \sim P_{END}$

	大 湯	上 條	湯沢(鍾)	入広瀬	小 出	湯沢(鍾)
流 量	0.490	0.508	0.461	0.632	0.524	0.475
大 湯		0.863	0.711	0.919	0.848	0.637
上 條			0.630	0.801	0.917	0.580
湯沢(鍾)				0.688	0.678	0.979
入広瀬					0.789	0.623
小 出						0.672

(ハ) $(Q - Q_R) \sim P_{FEB}$

	大 湯	上 條	湯沢(鍾)	入広瀬	小 出	湯沢(鍾)
流 量	0.725	0.658	0.661	0.841	0.709	0.662
大 湯		0.821	0.763	0.848	0.834	0.692
上 條			0.645	0.739	0.933	0.598
湯沢(鍾)				0.703	0.667	0.945
入広瀬					0.807	0.714
小 出						0.691

(ニ) $(Q - Q_R) \sim P_{END}$

	大 湯	上 條	湯沢(鍾)	入広瀬	小 出	湯沢(鍾)
流量量	0.596	0.560	0.578	0.721	0.605	0.590
大 湯		0.870	0.725	0.922	0.855	0.655
上 條			0.645	0.808	0.920	0.598
湯沢(鍾)				0.699	0.691	0.980
入広瀬					0.796	0.637
小 出						0.686

(ホ) $(Q - Q_R - Q_B) \sim P_{FEB}$

	大 湯	上 條	湯沢(鍾)	入広瀬	小 出	湯沢(鍾)
流 量	0.701	0.611	0.631	0.799	0.686	0.632
大 湯		0.821	0.763	0.848	0.834	0.692
上 條			0.645	0.739	0.933	0.598
湯沢(鍾)				0.703	0.667	0.945
入広瀬					0.807	0.714
小 出						0.691

(ヘ) $(Q - Q_R - Q_B) \sim P_{END}$

	大 湯	上 條	湯沢(鍾)	入広瀬	小 出	湯沢(鍾)
流 量	0.634	0.576	0.631	0.722	0.647	0.641
大 湯		0.870	0.725	0.922	0.855	0.655
上 條			0.645	0.808	0.920	0.598
湯沢(鍾)				0.699	0.691	0.980
入広瀬					0.796	0.637
小 出						0.686

なお、融雪流出期の降水の流出成分 (Q_R) については、先に流出率を 0.7 と 0.8 の 2 つのケースについて求めたが、これらと P_{FEB} ・ P_{END} との相関係数を算出してみた結果 (表-3.10), 流出率を 0.7 としても 0.8 としても大きな差はないが、後者による方がいくぶん良いので、流出率を 0.8 とした Q_R を用いた。

これらの相関マトリックスや観測所の配置から、入広瀬・湯沢健・大湯を代表観測所として選定した。

また、別に指定代表観測所の上條・湯沢健の組合わせについての重回帰式も検討した。

表-3.10 流出率を 0.7 及び 0.8 とした場合の ($Q-Q_R$) と各観測所の P_{FEB} と P_{END} との相関

	流出率 0.7		流出率 0.8	
	2月末日まで	終日まで	2月末日まで	終日まで
大湯	0.719	0.584	0.725	0.596
上條	0.659	0.555	0.658	0.560
湯沢健	0.657	0.567	0.661	0.578
入広瀬	0.838	0.713	0.841	0.721
小出	0.708	0.599	0.709	0.605
湯沢(久)	0.658	0.580	0.662	0.590

3-3-2. 解析用資料による重回帰式と任意融雪流出期の流出量推定への適用性の検証

資料年数が少ないので問題はあるが、一応解析用には昭和36年～45年の10冬期と対応した10融雪期の資料を用いる。そして堀之内の各種流出量を目的変数とし、前節で選定した代表観測所の各積算降水量を説明変数とした重回帰式を算定した。その結果は表-3.11に示す通りである。

表-3.11 各重回帰分析の結果一覧表

ケース番号	流出量 $\times 10^8 m^3$	積算降水量		代表観測所				重相関係数	重回帰式
		P_{FEB}	P_{END}	大湯 (o)	上條 (k)	湯沢健 (y)	入広瀬 (i)		
①	$Q - Q_R$	○			○	○		0.81	$Q - Q_R = 2.939 + 0.0114 P_{FEB} \cdot k$ $+ 0.0044 P_{FEB} \cdot y$
②	$Q - Q_R$		○		○	○		0.67	$Q - Q_R = 5.352 + 0.0081 P_{END} \cdot k$ $+ 0.0046 P_{END} \cdot k$
③	$Q - Q_R - Q_B$	○			○	○		0.61	$Q - Q_R - Q_B = 1.625 + 0.0066 P_{FEB} \cdot k$ $+ 0.0020 P_{FEB} \cdot k$
④	$Q - Q_R - Q_B$		○		○	○		0.68	$Q - Q_R - Q_B = 0.459 + 0.0058 P_{END} \cdot k$ $+ 0.0035 P_{END} \cdot y$
⑤	$Q - Q_R$	○		○		○	○	0.87	$Q - Q_R = 5.800 + 0.0103 P_{FEB} \cdot o$ $- 0.0018 P_{FEB} \cdot y + 0.0052 P_{FEB} \cdot i$
⑥	$Q - Q_R$		○	○		○	○	0.77	$Q - Q_R = 13.145 - 0.0050 P_{END} \cdot o$ $- 0.000 P_{END} \cdot y + 0.0096 P_{END} \cdot i$
⑦	$Q - Q_R - Q_B$	○		○		○	○	0.80	$Q - Q_R - Q_B = 2.091 + 0.0085 P_{FEB} \cdot o$ $- 0.0036 P_{FEB} \cdot y + 0.0033 P_{FEB} \cdot i$
⑧	$Q - Q_R - Q_B$		○	○		○	○	0.75	$Q - Q_R - Q_B = 4.145 + 0.0029 P_{END} \cdot o$ $- 0.0004 P_{END} \cdot y + 0.0032 P_{END} \cdot i$

表-3.11をみると、大湯・湯沢健・入
広瀬を代表観測所とした場合も、上條
・湯沢健を代表観測所とした場合も重
相関係数の最も大きな値を示す重回帰
式は、目的変数が $(Q-Q_R)$ で、冬期積
算降水量を P_{FEB} 、即ち冬期開始日から
2月末日までとした説明変数を選んだ
場合である。なお、この場合、 Q_R は流
出率を0.8とした場合のものとする。

なおケース⑤と①の各重回帰式に解
析資料を入れた場合の $(Q-Q_R)$ の実測
値と計算値の比較表を、それぞれ表-
3.12、3.13に掲げる。

そこで、これら2式が任意の年の融
雪期 $(Q-Q_R)$ の推定式として適用す
るか、検証用の9年の独立資料によっ
て調べてみよう。

まず、大湯・湯沢健・入広瀬の積算
降水量を説明変数とする重回帰式(表
-3.11の⑤)に昭和46~54年の9冬期
の積算降水量を入れ、推定誤差を求め
る。

また解析資料と独立資料による推定
値と実測値との比較図を図-3.5に、
それぞれの場合の残差の出現度数分布
を正規確率紙にプロットして図-3.6
に示した。

図-3.5をみると検証用の独立資料
においては推定値がやや少な目に算出
される傾向がある。また図-3.6をみ
ると検証用資料による場合の残差が解
析用資料による場合に比べ平均として
 $1 \times 10^8 m^3$ ほど大きく(推定値が少なく)
出る傾向がうかがえる。しかし資料数

表-3.12 表-3.11のケース⑤の重回帰式による $(Q-Q_R)$
の実測値と計算値の比較

	実測値($\times 10^8 m^3$)	推定値($\times 10^8 m^3$)	残 差($\times 10^8 m^3$)
昭.36	24.00	21.48	2.52
37	22.41	18.74	3.67
38	17.66	19.75	-2.09
39	11.44	13.63	-2.19
40	22.73	23.51	-0.78
41	22.28	21.10	1.18
42	21.95	24.36	-2.41
43	23.48	23.50	-0.02
44	15.82	15.55	0.27
45	22.37	22.52	-0.15

表-3.13 表-3.11のケース①の重回帰式による $(Q-Q_R)$
の実測値と計算値の比較

	実測値($\times 10^8 m^3$)	推定値($\times 10^8 m^3$)	残 差($\times 10^8 m^3$)
昭.46	24.00	19.33	4.67
47	22.41	20.65	1.76
48	17.66	20.30	-2.64
49	11.44	13.84	-2.40
50	22.73	24.48	-1.75
51	22.28	21.11	1.17
52	21.95	23.27	-1.32
53	23.48	24.40	-0.92
54	15.82	16.98	-1.16
55	22.37	19.77	2.60

表-3.14 表-3.11のケース⑤の重回帰式に検証用資料を
入れて得た $(Q-Q_R)$ の実測値と推定値の比較

	実測値($\times 10^8 m^3$)	推定値($\times 10^8 m^3$)	残 差($\times 10^8 m^3$)
昭.46	19.96	20.20	-0.24
47	13.36	15.63	-2.27
48	15.44	14.79	0.65
49	30.70	29.20	1.50
50	29.88	23.60	6.28
51	23.55	18.95	4.60
52	25.13	22.47	2.66
53	24.61	23.54	1.07
54	14.62	14.35	0.27

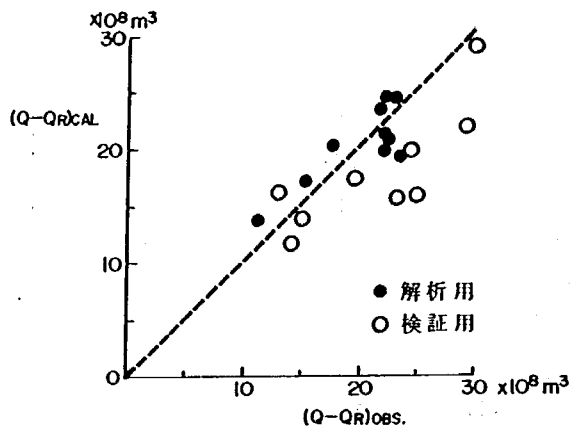


図- 3. 5 表- 3.11のケース⑤の重回帰式による推定値と実測値の比較

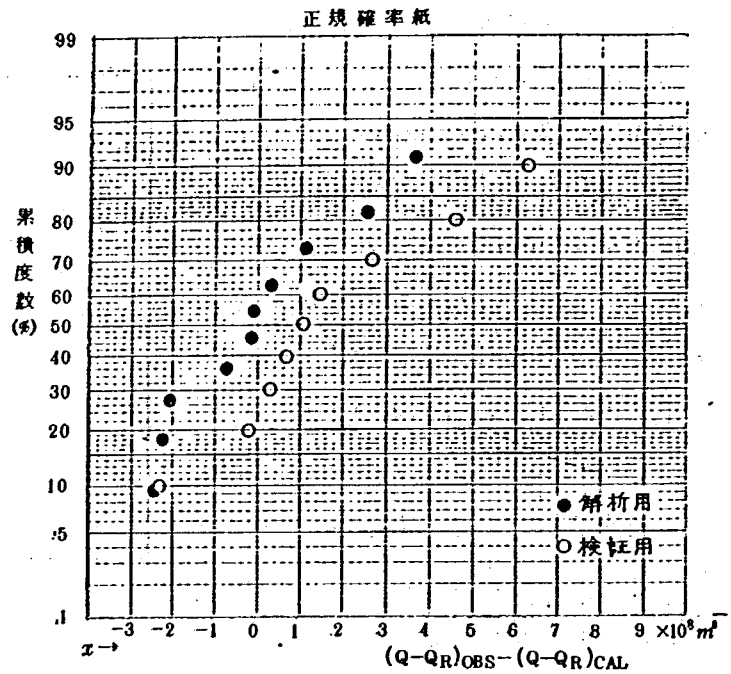


図- 3. 6 表- 3.10の⑤の重回帰式の場合の誤差分布

がごく少数である事を考えればこの程度の差は止むを得ないであろう。しかし、図- 3. 5と図- 3. 6を比較してみると推定誤差率20%を許容すれば、この重回帰式をもって推定式として実用できよう。

同様に上條・湯沢健を代表観測所とした表- 3.11のケース①の重回帰式に昭和46年～54年の独立資料を適用した結果を表- 3. 5に、また解析用資料及び検証用資料の実測値及び推定値の比

表- 3.15 表- 10ケース①の重回帰式に検証用資料を入れて得た $(Q-Q_R)$ の推定値と実測値との比較

	実測値 ($\times 10^8 m^3$)	推定値 ($\times 10^8 m^3$)	残 差 ($\times 10^8 m^3$)
昭. 46	1996	17.08	2.88
47	1336	15.99	-2.63
48	1544	13.61	1.83
49	3070	28.82	1.88
50	2988	21.83	8.05
51	2355	15.48	8.07
52	2513	15.60	9.53
53	24.61	19.54	5.07
54	14.62	11.66	2.96

較図を図- 3. 7に、また解析用及び検証用資料別に $(Q-Q_R)$ の誤差の分布を図- 3. 8に示した。

これらを、前述の3代表観測所のデータを説明変数とした場合に比べ、推定精度も適用性もやや悪いことがわかる。

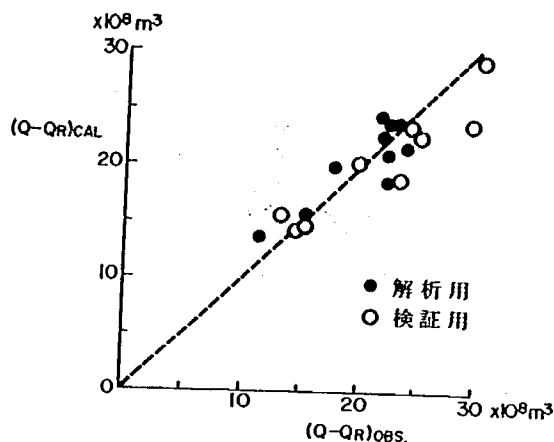


図-3.7 表-3.11のケース①の重回帰式による推定値と実測値との比較

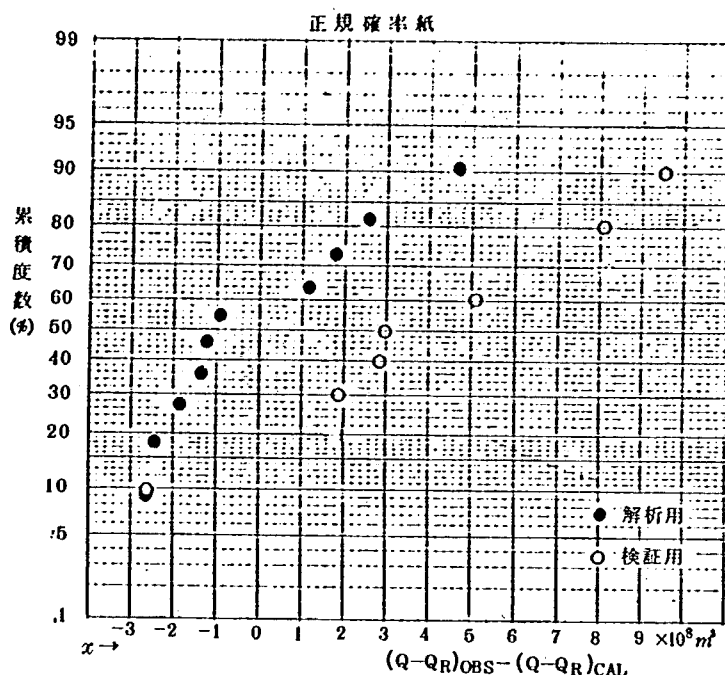


図-3.8 表-3.11のケース①の重回帰式による場合の誤差分布

3-3-3. 全資料による重回帰式—融雪流出量推定式—の決定

前節では10期の資料から求めた重回帰式を9期の検証用資料によって、その実用性を検証し、概ね20%程度の誤差の範囲で実用可能の見込のある事がわかった。そしてさらに多数のデータで重回帰式を作れば、より代表性のある回帰式になると考えられる。そこで全データ(19期)に基づいて再度重回帰式を作りなおし、次式を得た。

(1) 代表観測所：大湯(o)・湯沢健(y)・入広瀬(i)の場合

$$Q - Q_R = 6.011 - 0.0010 P_{FEB, o} + 0.0034 P_{FEB, y} + 0.0018 P_{FEB, i} \quad (1)$$

ただし $Q - Q_R$: (堀之内における融雪期流出総量)

— (同期間の流域降水量の流出成分)

$P_{FEB, o}$: $P_{FEB, y}$, $P_{FEB, i}$: o, y, i 観測所における冬期開始日から2月末日までの積算降水量(mm)

重相関係数 : 0.85

誤差の標準偏差 : $3.05 \times 10^8 m^3$

(2) 代表観測所：上條(k)・湯沢健(y)の場合

$$Q - Q_R = 7.228 + 0.0066 P_{FEB, k} + 0.0088 P_{FEB, y} \quad (2)$$

ただし $Q - Q_R$: (1)と同じ

$P_{FEB, k}$, $P_{FEB, y}$: k, y 観測所における(1)と同じ積算降水量(mm)

重相関係数：0.73

誤差の標準偏差： $3.81 \times 10^8 \text{ m}^3$

なお、これらの重回帰式から求められる推定値 $\{(Q - Q_R)_{\text{CAL}}\}$ と実測値 $\{(Q - Q_R)_{\text{OBS}}\}$ との関係は、図-3.9の通りである。

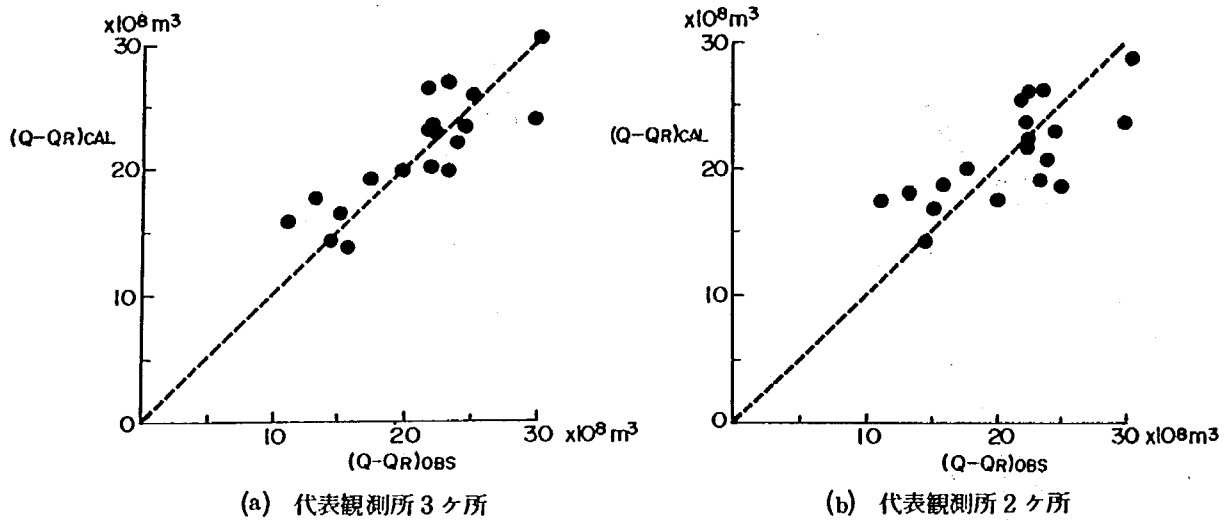


図-3.9 重回帰式による $(Q - Q_R)$ の実測値と推定値の比較

また流出高として算出するためには(1), (2)の各定数を変換した次式による。

$$Q - Q_R = 426.9 - 0.0710 P_{\text{FEB}, 0} + 0.2415 P_{\text{FEB}, y} + 0.8381 P_{\text{FEB}, i} \quad (3)$$

$$Q - Q_R = 513.4 + 0.4687 P_{\text{FEB}, k} + 0.625 P_{\text{FEB}, y} \quad (4)$$

4. 昭和56年の融雪流出量の推定

4-1. 積雪観測所における冬期開始日の決定

第3章第3節で検討した代表降水量観測所の冬期開始日を推定するために使用する積雪観測所及びそれらの冬期開始日を表-4.1に示した。

表-4.1 昭和55年の積雪観測所における冬期開始日

湯沢(剣)	入広瀬	小出
12月14日	12月13日	12月14日

4-2. 代表降水量観測所における冬期開始日の推定

前節の結果をもとに、前章第1節の3項より代表降水量観測所における冬期開始日を推定した結果を表-4.2に示した。

表-4.2 昭和55年の代表降水量観測所における冬期開始日

大湯	上條	湯沢(剣)	入広瀬
12月12日	12月13日	12月14日	12月13日

4-3. 代表降水量観測所における2月末日までの積算降水量算定

前節で指定された代表降水量観測所の冬期開始日から2月末日までの積算降水量を収集・整理したのが表-4.3である。

表-4.3 昭和55年から昭和56年にかけての冬期(2月末日まで)積算降水量

	大湯 観測所	上條 観測所	湯沢(剣) 観測所	入広瀬 観測所
昭.55年 12月	12日～ 421	13日～ 536	14日～ 259	15日～ 492
昭.56年 1月	712	708	607	544
2月	625	295	251	309
2月末日 まで合計	1758	1539	1117	1345

4-4. 昭和56年の融雪流出量の推定

前節で得た代表降水量観測所における2月末日までの冬期積算降水量を、前章第3節4項で求めた各推定式に代入すれば、昭和56年の融雪流出量が求められる。

大湯・湯沢(剣)・入広瀬を代表観測所とした場合は次式で算定する。

$$Q-Q_R = 6.011 - 0.0010 \times 1758 + 0.0034 \times 1117 + 0.0118 \times 1345 = 2.392 (\times 10^8 m^3)$$

また、上條・湯沢(剣)を代表観測所とした場合は次式で算定する。

$$Q-Q_R = 7.228 + 0.0066 \times 1539 + 0.0088 \times 1117 = 27.22 (\times 10^8 m^3)$$

また、これらの値を流出高に換算すれば、それぞれ $1699 mm$ 、 $1933 mm$ となる。

4-5 既往の融雪流出との比較

表-3.7から昭和36年～昭和54年の19融雪流出期の流出量($Q-Q_R$)の順位表を作ると表-4.4の通りになる。

この表に、前節で算出された2つの推定式による融雪流出量を対応させると、3観測所を代表観測所とする場合は、表中の5位と6位の間に、また2観測所を代表観測所とする場合は、表中

の 2 位と 3 位の間に相当し、いずれの結果も 19 年間の平均値よりも多く、とくに後者によれば、かなり多い融雪期流出量が推定される。

表 - 4.4 既往の融雪流出量の順位

順 位	流 出 量 × 10 ⁸ ㎥	(昭 和 年)
1	30.70	(昭 49)
2	29.88	(50)
3	25.13	(52)
4	24.61	(53)
5	24.00	(36)
6	23.55	(51)
7	23.48	(43)
8	22.73	(40)
9	22.41	(37)
10	22.37	(45)
11	22.28	(41)
12	21.95	(42)
13	19.96	(46)
14	17.66	(38)
15	15.82	(44)
16	15.44	(48)
17	14.62	(54)
18	13.36	(47)
19	11.44	(39)
AV. 21.13		

5. 昭和56年融雪流出量の観測値の算定と予測値との比較

5-1. 昭和56年融雪流出量の算定

関連する水文気象要素の観測値に基づき、昭和55年度の調査と同一手順で融雪流出量を算定する

(1) 融雪流出期間の決定

融雪流出期間は、堀之内流量観測所で本格的な融雪流出の始まった日から梅雨期の直前日までと定義し、昭和56年の堀之内流量観測所における日流量資料（図-5.1及び表-5.1）や、^{*}梅雨入り日を基に融雪流出期間を次のように決定した。

昭和56年融雪流出始日…… 3月14日
 “ “ 終日 6月11日

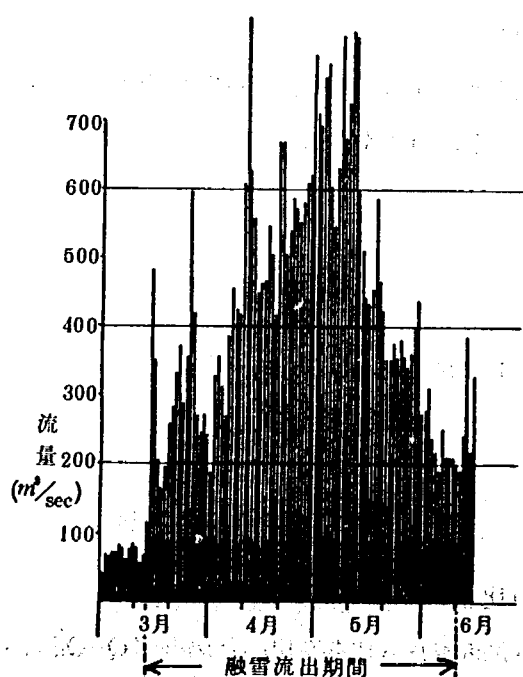


図-5.1 堀之内流量観測所における
3月1日～6月15日のハイドログラフ

堀之内流量観測所における昭和56年3月1日から6月15日までの日流量年表

日	3月	4月	5月	6月
1	420.7	188.84	712.40	278.75
2	68.00	327.92	693.52	309.58
3	66.48	356.42	763.95	237.51
4	71.09	314.11	783.75	218.13
5	71.09	270.24	602.97	191.33
6	82.45	386.11	546.35	249.53
7	77.48	454.51	632.45	214.36
8	60.58	422.25	824.11	210.61
9	77.48	416.98	674.91	210.61
10	84.14	608.81	725.12	199.58
11	79.12	851.58	830.94	192.39
12	56.33	626.50	824.11	242.69
13	68.00	557.27	597.16	384.60
14	116.38	449.05	510.92	217.38
15	482.30	460.00	443.62	326.52
16	351.59	465.53	432.87	
17	206.90	546.35	454.51	
18	164.94	505.13	585.62	
19	195.97	416.98	465.53	
20	257.72	668.76	422.23	
21	283.05	668.76	351.59	
22	332.59	505.13	351.59	
23	371.11	540.36	376.08	
24	287.39	585.62	356.42	
25	356.42	574.19	381.08	
26	597.16	551.68	356.42	
27	416.98	579.89	342.02	
28	270.24	608.81	361.28	
29	245.50	620.58	401.40	
30	270.24	797.09	438.23	
31	241.49		274.48	
合計	6352.28	15325.45	16517.63	
平均	204.91	510.85	532.83	

(単位 m^3/sec)

*) テレメータによる水位記録値に、昨年のH-Q曲線式を与えて算定したもの。

(2) 融雪流出期間における総流出量の算定

表-1.により、昭和56年3月14日から6月11日までの堀之内観測所における総流出量（ Q ）を算定すると、次の通りになる。

$$Q = 3439 \times 10^8 \text{ m}^3$$

(3) 融雪流出期間における流域平均降水量の算定

上⁸⁾條（建設省所属）・小⁹⁾出（気象庁所属）・大⁸⁾湯（建設省所属）・湯⁸⁾沢（建設省所属）を代表地点とし融雪流出期間における流域平均降水量を算定する。代表地点における実測降水量は次の通りである。

上條（ R_{KA} ）：563 mm

小出（ R_{KO} ）：493 mm

大湯（ R_{OH} ）：640 mm

湯沢（ R_{YU} ）：363 mm

これらを前年の調査で求めた次のティ-セン法による算定式に入れて流域平均降水量（ $\bar{R}$ ）を算出した。結果は次の通りである。

$$\bar{R} = 0.225 R_{KA} + 0.154 R_{KO} + 0.286 R_{OH} + 0.335 R_{YU} = 507.2 \text{ mm}$$

(4) 融雪流出期間における流域降水量の流出成分の算定

先に求めた流域平均降水量に流域面積（ A ）と流出率（ f ）を乗じ、融雪流出期間における降水量の流出成分（ $Q_{\bar{R}}$ ）を算定する。ここで流出率（ f ）は0.8を採用する。

$$Q_{\bar{R}} = f \times \bar{R} \times A = 5.71 \times 10^8 \text{ m}^3$$

(5) 昭和56年融雪流出量の観測値

以上の結果に基づき融雪流出量を算定すると次のようになる。

$$(Q - Q_{\bar{R}})_{OBS} = 28.68 \times 10^8 \text{ m}^3$$

5-2. 観測値と昭和56年3月における予測値との比較

融雪流出量を推定する場合の代表観測所として、大湯・湯沢・入広瀬を用いた場合 $\{(Q - Q_{\bar{R}})_{O \cdot Y \cdot I}\}$ と、上條・湯沢を用いた場合 $\{(Q - Q_{\bar{R}})_{K \cdot Y}\}$ の2通りについて推定し、それぞれ

$$(Q - Q_{\bar{R}})_{O \cdot Y \cdot I} = 23.92 \times 10^8 \text{ m}^3$$

$$(Q - Q_{\bar{R}})_{K \cdot Y} = 27.22 \times 10^8 \text{ m}^3$$

であった。

さて、 $(Q - Q_R^-)$ の観測値と計算値との比較図に、本章で求めた昭和56年の観測値と第3章で算出した予測値とをプロットしてみると、図-5.2の通りになる。

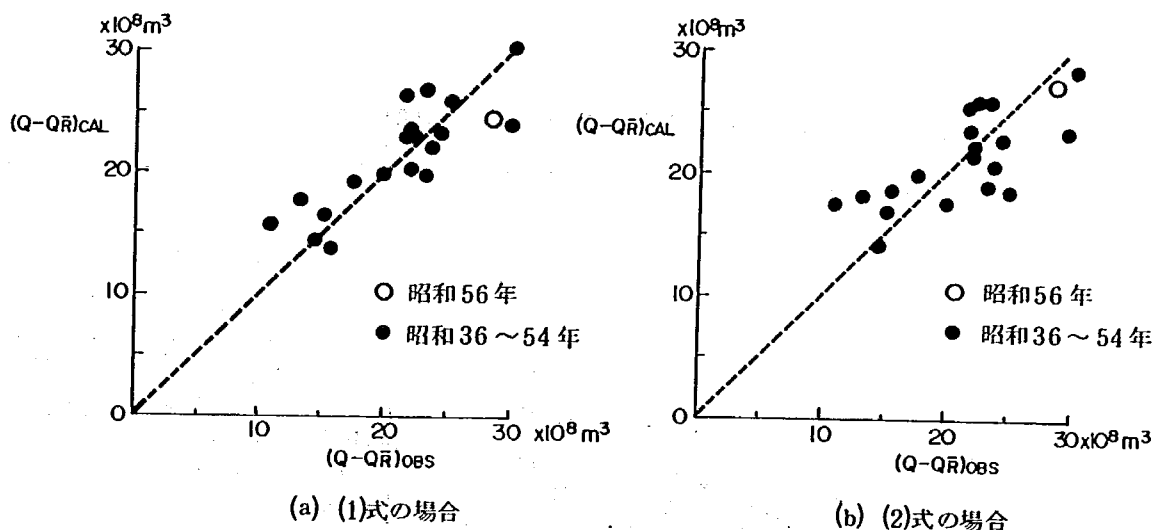


図-5.2 重回帰式による $(Q - Q_R^-)$ の観測値と計算値との比較

概ね妥当な推定値が得られたと言えよう。ただ昭和56年の場合、代表観測所を2ヶ所とした場合の方が予測値の誤差が少ない。

昭和56年豪雪の予測融雪流出量の誤差率は次の通りである。

$$\text{代表観測所 3ヶ所: } \frac{(Q - Q_R^-)_{OBS} - (Q - Q_R^-)_{0 \cdot y \cdot i}}{(Q - Q_R^-)_{OBS}} \times 100 = 16.6 \%$$

$$\text{代表観測所 2ヶ所: } \frac{(Q - Q_R^-)_{OBS} - (Q - Q_R^-)_{h \cdot y}}{(Q - Q_R^-)_{OBS}} \times 100 = 5.1 \%$$

なお、説明因子を3とした場合、基礎資料数19は少なく、かつこの場合負の回帰係数を含んでいる事は物理的に見て妥当性に欠くものと考えられる。代表観測所2ヶ所による重回帰式の方が実用性のあるものと考えらるべきであろう。

6. 融雪期ピーク流量と融雪流出量との関係

流域の融雪期における気温がいずれの年においても同様な傾向で推移するならば、融雪期のピーク流量と融雪流出量とは、ほぼ比例的関係にあるであろう。そこで本章では、昭和36年から昭和54年の19融雪期のピーク流量（降水の流出成分も含む）と融雪流出量との相関々係を見て、昭和56年のデータで比較してみよう。

6-1. 既往における融雪期ピーク流量と融雪流出量との関係

昭和36年から昭和54年の19融雪期のピーク流量（ Q_P ）と融雪流出量（ $Q - Q_{\bar{R}}$ ）との関係を表-6.1及び図-6.1に示した。

表-6.1 融雪期ピーク流量と融雪流出量との関係

	融雪期ピーク流量		融雪期の 流出量 $\times 10^8 m^3$
	ピーク流量 m^3/s	起日	
昭36年	803.9	4.5	24.00
37年	862.4	4.10	22.41
38年	775.9	4.17	17.66
39年	674.3	4.4	11.44
40年	612.2	4.27	22.73
41年	1019.4	3.5	22.28
42年	868.7	4.4	21.95
43年	831.4	5.15	23.48
44年	693.6	4.5	15.82
45年	854.2	4.21	22.37
46年	785.3	4.1	19.96
47年	655.1	3.21	13.36
48年	840.2	4.17	15.44
49年	1145.4	4.10	30.70
50年	928.9	5.21	29.88
51年	892.4	4.14	23.55
52年	1022.5	4.16	25.13
53年	1015.5	5.1	24.61
54年	731.4	4.9	14.62

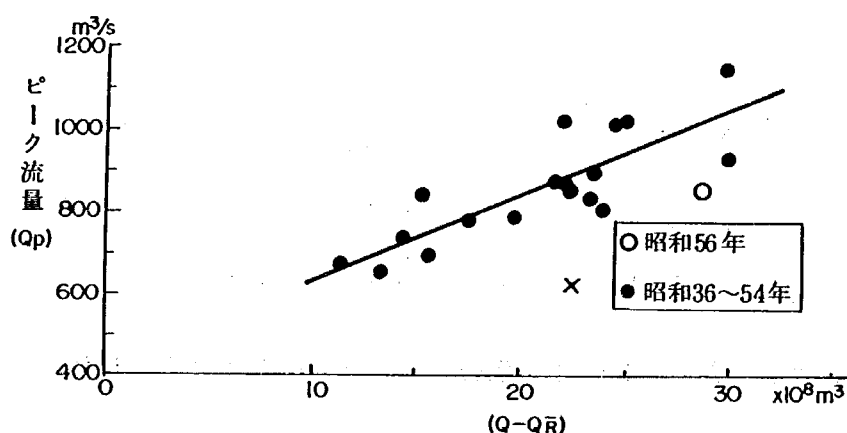


図-6.1 融雪流出量とピーク流量の関係

これをみると、昭和40年におけるピーク流量と融雪期ピーク流量との関係（図-6.1中の×印）は、その他の総ての年の関係に比べ、飛びはなれている。^{*}そこで、これを除いて Q_P と $(Q - Q_{\bar{R}})$ との相関係数を求めてみると0.84となり、回帰式は次の通りになる。

$$Q_P = 19.8 (Q - Q_{\bar{R}}) + 425.2$$

また、観測値に対する計算値の誤差率の標準偏差は7.9%であった。

6-2. 昭和56年のデータによる比較

昭和56年の関係は、図-6.1中の白マルの通りである。これを見ると、昭和36年から昭和54年の分布に比べ、昭和56年はやや適合が悪い。

^{*} この原因については不明である。ただ流量年表を見ると、この年の融雪期には、ピーク流量値に近接するような、かなり流量の多い日が頻発し、このためピーク流量が押えられた傾向があった。

7. 融雪期における融雪流出量の時期別配分率について

前述のようにして推定される融雪流出量が時間的にどのようにして配分されて流出して来るかを知ることは融雪流出量の総量の把握と同様に重要な事である。

ところで融雪を支配する要素としては、気温・放射・風速・湿度・降雨などがあげられるが、中でも重要な要素としては気温があげられる。

ここで竹内が行なった矢木沢ダム流域における融雪流出の調査¹⁾によると、融雪期を4・5・6月とした場合、“4月融雪高については4月平均気温、5月融雪高については4月平均積雪深…が比較的よい相関を示している”と報告している。また、4月平均積雪深の多寡は4月における気温の推移傾向や融雪期直前の積雪賦存量と関係があらう。

つまり、融雪流出の全期間における時期別配分率は融雪期前半における気温の推移の仕方に第1近似的に影響されると考えられる。

そこで本調査では融雪流出の時期別配分率を融雪流出期前半の気温を介して総計することにする。

さて、ここで新潟県を始めとした各地方の将来の比較的長期にわたる気温の推移傾向は、気象庁が逐次長期予報^{*)}として発表される。その長期予報においては、各気象要素の量的階級を区分に従って独特な表現^{**)}を用いて発表している。そこで過去における融雪流出量の配分率 — 特に前半に注目して — と同期間の気温階級との対応関係を求め、気象庁による気温の長期予報の適用によって配分率が求まるようにしよう。

本調査では、データの存在状況により流域内の気温の代表観測所として六日町を選び、このデータを基に階級別けして、これを流域における気温傾向として用いる事にした。(なお融雪流出の配分率は全体を1、融雪期間は全体を10としてモデル化する)

*) 長期予報⁶⁾

3日以上先の予報をひとまとめにして長期予報というが、その中には7日先までを予報する週間予報とか1か月以上先までを予報する季節予報とがある。しかし、一般にいう長期予報は季節予報のことである。

a. 長期予報の種類と発表日

現行の長期予報には下記の3種類が、定例的に発表される。発表は印刷物の形でなされるが、一般には新聞、テレビを通して知らされる。

表8.4 長期予報の種類と発表日

種 類	
1 か月予報	月末 毎月 10 日
3 か月予報	毎月 20 日
暖候期予報	毎年 3 月 10 日
寒候期予報	毎年 10 月 20 日

* 発表日の曜日によって、1日ぐらいうれることもある。

**) 予報の表現⁶⁾

長期予報は平年の気候と比較して予報するので、独特な表現を使う。上記の例文にみられるように平年並みとかやや高いという用語を用いる。これらの用語を量的に決めたのが表 8.5 である。1 か月予報は10日平均値、3 か月予報は月平均値を基準にしているので、用語は同じでもその中味は違う。

表 8.5 予報に用いられる階級区分

要素	階級表現	+ 2	+ 1	0	- 1	
	期間	かなり高(多)い	やや高(多)い	平年並み	やや低(少)い	かなり低(少)い
気温偏差 (℃)	月	≥ 1.6	1.5 ~ 0.6	0.5 ~ - 0.5	- 0.6 ~ - 1.5	- 1.6 ≥
	旬	≥ 2.1	2.0 ~ 0.9	0.8 ~ - 0.8	- 0.9 ~ - 2.0	- 2.1 ≥
	半 旬	≥ 2.6	2.5 ~ 1.1	1.0 ~ - 1.0	- 1.1 ~ - 2.5	- 2.6 ≥
降水比率 (%)	月	≥ 170	169 ~ 120	119 ~ 70	69 ~ 40	39 ~ 0
	旬	≥ 240	239 ~ 140	139 ~ 40	39 ~ 20	19 ~ 0
	半 旬	≥ 280	279 ~ 120	119 ~ 20	19 ~ 5	4 ~ 0
生起確率 (%)		10	20	40	20	10

d. 予報文を入手する方法

予報のおおよその内容は発表日の17時以降のテレビ、発表の翌日の朝刊に報道されることが多いので、それを利用するのが手取早い。しかし、事業に使うとなると正確に知る必要となる。そのような場合には予報文を入手するのがよい。予報文は天気相談所や各地の気象台にゆくと、無料で入手できる。予報文だけではわかりにくい場合は解説を求めるのがよい。解説は電話ですむ程度のことが多いが、それでもわかりにくい場合は直接出向いて相談するのがよい。その場合、自分が聞きたいポイントを整理しておく方がお互いにむだが少なくすむ。また、長期予報はあまり細部にわたるところまではわからないことを理解しておく必要があろう。

7-1 融雪流出期間の区分

昭和55年度の報告の結果を基に、昭和36年から昭和54年の19融雪流出期の日数を算出すると表-7.1の通りになる。

融雪流出期間の各区分は、表-7.1を参考にし便宜上融雪期間を10区間とし、1~5区間までを融雪期前半、それ以後を後半とした。

なお、この結果は表-7.9の㊸欄に示した。

表-7.1 融雪流出期間
(S. 36年~S. 54年)

昭和・年	融雪期 間日数	昭和・年	融雪期 間日数
昭.36年	102	昭.46年	100
" 37年	109	" 47年	105
" 38年	98	" 48年	82
" 39年	74	" 49年	93
" 40年	96	" 50年	119
" 41年	117	" 51年	114
" 42年	117	" 52年	111
" 43年	108	" 53年	87
" 44年	102	" 54年	139
" 45年	95		
平均日数		104日	
" 標準偏差		15日	

7-2 当該流域における融雪期前半の気温推移傾向

当該流域内において昭和36年から昭和54年の間で最も⁹⁾欠陥が少なく長期に亘って観測資料の存在するのは六日町観測所で、観測年間は昭和37年から昭和53年の17年間である。このことより当該流域内における融雪期前半の気温の階級区分は、六日町観測所の資料を使用することとし、日平均気温の積算値（以後積算気温という。）を用いた。これらの結果を表-7.2に示した。さて六日町における積算気温の階級区分は、本章冒頭の脚注で述べた長期予報における生起確率と同一基準を採用し、確率上から求める事にする。

表-7.2 六日町における融雪期前半の積算気温

昭和・年	積算気温℃	昭和・年	積算気温℃
昭・37年	337.1	昭・46年	372.1
" 38年	354.4	" 47年	591.0
" 39年	499.4	" 48年	470.0
" 40年	545.0	" 49年	516.6
" 41年	377.5	" 50年	457.0
" 42年	333.2	" 51年	211.7
" 43年	312.6	" 52年	236.1
" 44年	557.6	" 53年	362.4
" 45年	469.0		

表-7.3 積算気温計算表

データ 順位	その℃ 積算気温	$F_m(\%) = (1 - \frac{m}{N+1}) \times 100$
1	591.0	94.44
2	557.6	88.89
3	545.0	83.33
4	516.6	77.78
5	499.4	72.22
6	470.0	66.67
7	469.0	61.11
8	457.0	55.56
9	377.5	50.00
10	372.1	44.44
11	362.4	38.89
12	354.4	33.33
13	337.1	27.78
14	333.2	22.22
15	312.6	16.67
16	236.1	11.11
17	211.7	5.56

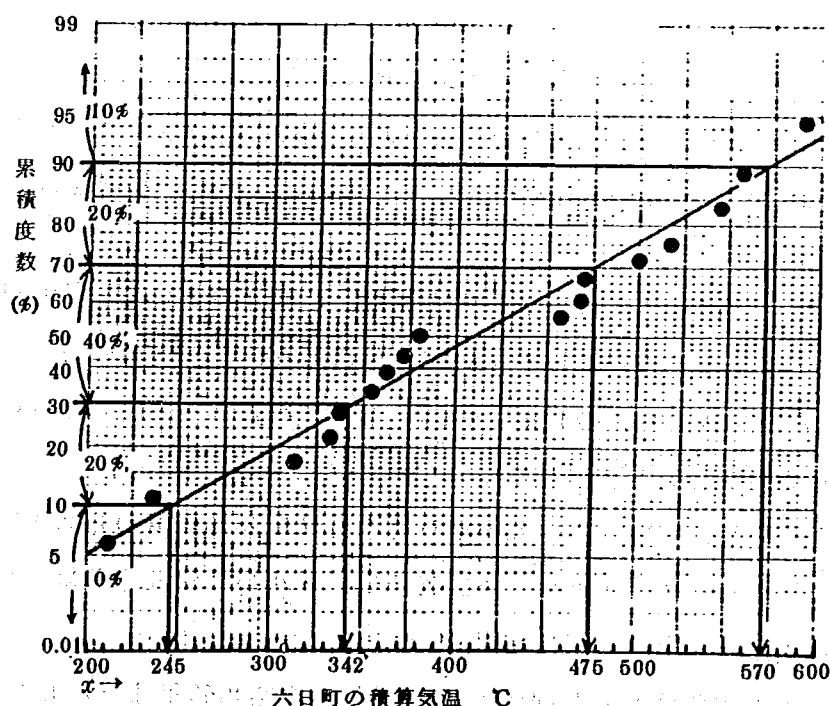


図-7.3 積算気温の出現度数分布

表-7.2で示す六日町における融雪期前半の積算気温から表-7.3を得る。これを確率紙にプロットして示したのが図-7.3である。

これらの分布に直線をあてはめ、階級区分の生起率よりそれぞれの境界値を読み取ったものが表-7.4である。

表-7.4 六日町における積算気温の階級分け

階級の表現	かなり高い	やや高い	平年並み	やや低い	かなり低い
積算気温の範囲(℃)	～571	570～476	475～343	342～246	245～

この結果(表-7.4)を基に、表-7.2を経て当流域全域としての気温推移傾向を“階級の表現”として表わせれば、表-7.5のように表現される。

7-3 各区間の流出量の算出

本節では、本章第1節で得られた年別各区間の流出量を流量年表から求める。なお、この場合の流出量は堀之内流量観測所における流量である。また算出対象年は、気温資料収集年と同じ昭和37年から昭和53年までとした。

これらの結果は表-7.9⑤に示した。

7-4 各区間の積算降水量流出成分の算出

前節で算出された各区間の流出量には同区間の降雨量の流出成分も含まれているので融雪流出量そのものについて種々の検討を行なう場合不要な成分となる。

ところで降雨による流出現象は、若干の時間的ズレをもって現われて来るが、本調査における1区間は概ね10日程度であるので、降雨の主要な流出成分は、概ね同区間内に流出するものと仮定して積算降水量の区間は、本章第3節の流出量算出と同一区間とした。

また流域における各区間の積算降水量は昭和55年度の報告と同様に、大湯¹¹⁾(建設省所属)・上條¹¹⁾(建設省所属)・湯沢¹¹⁾(建設省所属)・小出⁹⁾(気象庁所属)の実測値を使用しティーセン分割法により求め、流出率は0.8とした。

算出対象年は前節と同様に昭和37年から昭和53年までとした。

これらの結果は表-7.9⑥に示した。

7-5 降水量の流出成分を除いた各区間の流出量及び流出配分率の算出

これまでの結果より融雪流出期の降水流出成分を除いた融雪流出量の配分率及びその積算値が算出できる。

これらの結果は表-7.9⑦に示した。

さて、既に述べたように融雪流出の時期別配分率は融雪期前半の気温の推移の仕方に概ね左右

表7.5 当該流域の融雪雪期前半の気温推移傾向

昭和・年	気温階級の表現
37年	やや低い
38年	平年並み
39年	やや高い
40年	〃
41年	平年並み
42年	やや低い
43年	〃
44年	やや高い
45年	平年並み
46年	〃
47年	かなり高い
48年	平年並み
49年	やや高い
50年	平年並み
51年	かなり低い
52年	〃
53年	平年並み

されると考え、各年の融雪期前半における融雪流出率の積算値を、同期間の積算気温の階級別に図示したのが図-7.6である。

図を見ると融雪期前半の気温が平年並みの場合、積算配分曲線は概ね中央に位置している事がわかる。ただ分布幅が比較的広いのは、平年並みの階級の生起確率が40%も占める事による。

また、平年よりも高い階級（やや高い、かなり高い）や低い階級（やや低い、かなり低い）は、平均的にみて平年並みを挟むようにしてそれぞれ上・下に分布し、気温の推移が平年よりも高ければ融雪期の早期に多量の融雪流出があり、逆に平年よりも低く経過すれば融雪流出が遅れる傾向にある事がわかる。

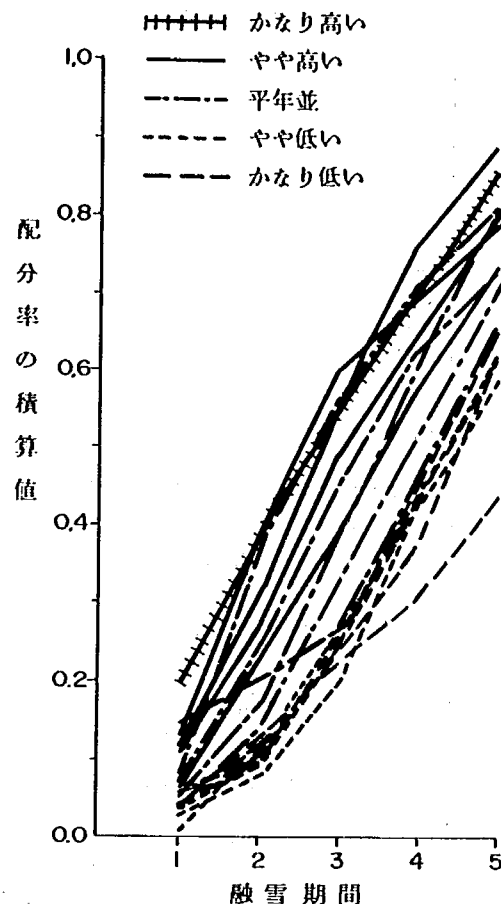


図-7.6 融雪期前半の積算配分曲線

7-6 階級別積算気温の平均流出配分率算出

前節において融雪期前半における融雪流出配分の積算値の分布は、同期間の気温の推移傾向別に類型化できることがわかった。本節では、この結果をもとに気温の推移傾向別の融雪全期間における平均的な流出配分率を求めよう。

さて、気象庁の長期予報では気温を始めとした気象要素を5階級に分けてそれぞれ、かなり高（多）い・やや高（多）い・平年並み・やや低（少）い・かなり低（少）い、と表現している。ところが本章第2節で得られた年別・融雪期前半の積算気温階級（表-7.5）において、かなり高かった、あるいは、かなり低かった年の例数が1～2例で、この階級についての平均的な流出配分率を算定するには不十分である。

そこで本調査では、積算気温の階級を表-7.7のように3階級に総合し、昭和37年から昭和53年の17融雪期につき、それぞれ対応する積算気温の階級別に平均流出配分率を算出し、グラフ化したのが表-7.8及び図-7.8である。

表-7.7 積算気温の階級分け対比表

気象庁による階級	本調査での階級	生起確率
かなり高い やや高い	高 い	30%
平年並み	平年並	40%
やや低い かなり低い	低 い	30%

表-7.8 積算気温の階級別平均流出配分率

高い(かなり, やや)										
区間 昭和	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
39年	0.131	0.251	0.220	0.184	0.087	0.047	0.053	—	—	—
40年	0.063	0.168	0.154	0.189	0.163	0.100	0.084	0.042	0.026	0.011
44年	0.114	0.198	0.225	0.224	0.126	0.060	0.055	0.018	—	—
47年	0.194	0.194	0.153	0.149	0.162	0.094	0.022	0.025	0.017	—
49年	0.109	0.167	0.214	0.153	0.148	0.096	0.062	0.038	0.018	—
区間の 平均値	0.122	0.196	0.193	0.180	0.137	0.079	0.055	0.031	0.020	0.011
再計算後 の平均値	0.117	0.191	0.188	0.177	0.134	0.078	0.054	0.030	0.020	0.011
S. D.	0.047	0.034	0.036	0.031	0.032	0.024	0.022	0.014	0.005	—
										合計
										1.024
										1.000

平年並み										
区間 昭和	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
38年	0.054	0.044	0.135	0.236	0.169	0.145	0.094	0.053	0.053	0.019
41年	0.144	0.056	0.064	0.161	0.183	0.152	0.099	0.061	0.045	0.011
45年	0.051	0.116	0.213	0.224	0.187	0.092	0.046	0.030	0.025	0.016
46年	0.068	0.171	0.207	0.175	0.107	0.119	0.065	0.039	0.022	0.027
48年	0.175	0.189	0.200	0.145	0.096	0.068	0.027	0.032	0.032	0.035
50年	0.038	0.054	0.158	0.200	0.198	0.096	0.119	0.047	0.046	0.044
53年	0.040	0.095	0.187	0.185	0.193	0.117	0.076	0.044	0.045	0.017
区間の 平均値	0.081	0.104	0.166	0.189	0.162	0.113	0.075	0.044	0.038	0.024
再計算後 の平均値	0.081	0.104	0.167	0.190	0.163	0.114	0.075	0.044	0.038	0.024
S. D.	0.055	0.058	0.053	0.033	0.042	0.030	0.032	0.011	0.012	0.012
										0.996
										1.000

低い(かなり, やや)										
区間 昭和	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37年	0.026	0.052	0.113	0.229	0.159	0.144	0.123	0.076	0.040	0.039
42年	0.030	0.051	0.189	0.192	0.187	0.180	0.086	0.049	0.025	0.012
43年	0.010	0.091	0.146	0.178	0.194	0.130	0.139	0.052	0.040	0.020
51年	0.040	0.081	0.101	0.081	0.128	0.204	0.122	0.130	0.102	0.011
52年	0.031	0.087	0.121	0.137	0.230	0.151	0.112	0.058	0.049	0.023
区間の 平均値	0.027	0.072	0.133	0.163	0.180	0.162	0.116	0.073	0.051	0.021
再計算後 の平均値	0.027	0.072	0.133	0.164	0.181	0.162	0.116	0.073	0.051	0.021
S. D.	0.011	0.019	0.034	0.057	0.038	0.030	0.020	0.034	0.030	0.011
										0.998
										1.000

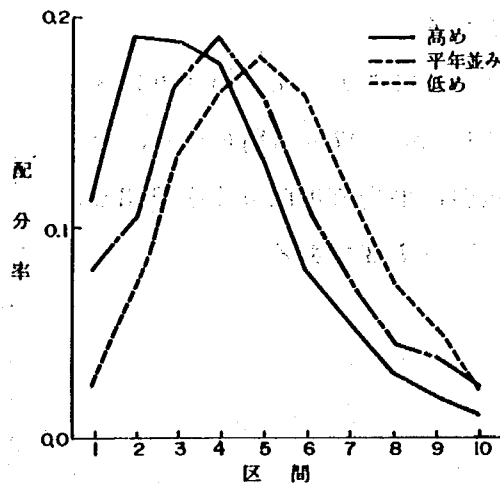


図-7.8 積算気温の階級別平均流出配分率

表-7.9 融雪流出期間の諸量

昭和36年

a		b		c								d	
区 間		その流出量 ×m³/sec	区間総流出 量×10⁸m³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 ×10⁸m²	雨量の流出 量(t=0.8) ×10⁸m³	降雨の影響 を除いた流 出量 ×10⁸m³	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	314-323	1274.8	1.101	31.0	36	欠 測	11.5	0.367	0.294	0.807			
2	324-42	1914.9	1.654	35.0	39		10.5	0.394	0.315	1.339			
3	43-412	4304.1	3.719	47.0	51	78.5	25.1	0.693	0.554	3.165			
4	413-422	6331.6	5.471	54.0	69	74.9	28.2	0.755	0.604	4.867			
5	423-52	5427.3	4.689	32.0	41	51.5	20.3	0.493	0.394	4.295			
6	53-512	4831.9	4.175	23.0	22	44.5	18.5	0.387	0.310	3.865			
7	513-522	2957.3	2.555	35.0	38	33.0	25.9	0.448	0.358	2.197			
8	523-61	2120.9	1.832	32.0	30	49.0	20.3	0.459	0.367	1.465			
9	62-611	1671.3	1.444	43.0	27	69.5	25.5	0.594	0.475	0.969			
10	612-623	1787.2	1.544	47.0	62	83.5	78.7	0.990	0.792	0.752			
			28.184					総流出量		23.721			

昭和37年

a		b		c				d				
区 間		その流出量 × m ³ /sec	区間総流出 量 × 10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量				面積雨量 × 10 ⁸ m ²	雨量の流出 量 (f=0.8) × 10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 × 10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	35 - 315	13334	1.152	750	60	805	48	0.714	0.571	0.581	0.026	0.026
2	316 - 326	23489	2.029	1085	99	954	31.1	1.088	0.870	1.159	0.052	0.078
3	327 - 46	34223	2.957	690	37	574	0	0.529	0.423	2.534	0.113	0.191
4	47 - 417	63783	5.511	420	49	508	0	0.443	0.354	5.157	0.229	0.420
5	418 - 428	47084	4.068	287	50	657	35.0	0.628	0.502	3.566	0.159	0.579
6	429 - 59	44707	3.863	480	58	689	462	0.773	0.618	3245	0.144	
7	510 - 520	35829	3.096	360	37	306	227	0.424	0.339	2757	0.123	
8	521 - 531	26249	2.268	440	42	635	457	0.701	0.561	1707	0.076	
9	61 - 611	21223	1.834	796	83	862	807	1.159	0.927	0.907	0.040	
10	612 - 621	19179	1.657	637	57	869	661	0.986	0.789	0.868	0.039	
		28435						総流出量		22481		

昭和38年

a		b		c				d				
区 間		その流出量 × m³/sec	区間総流出 量 × 10⁸ m³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × 10⁸ m²	雨量の流出 量 (f=0.8) × 10⁸ m³	降雨の影響 を除いた流 出量 × 10⁸ m³	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	313-322	13443	1.161	11.0	23	23.8	12.1	0.237	0.190	0.971	0.054	0.054
2	323-41	22906	1.979	36.0	140	172.5	82.6	15.01	12.01	0.778	0.044	0.098
3	42-411	33563	2.900	45.0	51	38.3	44.5	0.617	0.494	2.406	0.135	0.233
4	412-421	51379	4.439	24.0	22	18.9	15.1	0.271	0.217	4.222	0.236	0.469
5	422-51	38491	3.326	36.0	36	16.0	27.5	0.386	0.309	3.017	0.169	0.638
6	52-511	33272	2.875	30.0	27	欠 測	19.5	0.355	0.284	2.591	0.145	
7	512-521	29990	2.591	81.0	98		63.0	1.143	0.914	1.677	0.094	
8	522-531	22699	1.961	116.0	106		54.0	12.75	10.20	0.941	0.053	
9	61-610	21031	1.817	88.7	108	86.0	54.1	1.115	0.892	0.925	0.052	
10	611-618	10054	0.869	51.9	53	74.0	16.7	0.655	0.524	0.345	0.019	
			23.918					総流出量		17.873		

表-7.9 融雪流出期間の諸量

昭和39年

(a)		(b)		(c)						(d)			
区 間		その流出量 ×m/sec	区間総流出 量×10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 ×10 ⁸ m ²	雨量の流出 量(f=0.8) ×10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 ×10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	327 - 43	2215.3	1914	45.4	35	36.7	35.7	0.535	0.428	1486	0.131	0.131	
2	4.4 - 4.11	3801.3	3284	53.6	45	28.1	36.6	0.553	0.442	2842	0.251	0.382	
3	4.12 - 4.19	3600.5	3111	63.7	46	67.7	41.2	0.768	0.614	2497	0.220	0.602	
4	4.20 - 4.27	2860.1	2471	41.9	32	39.0	27.3	0.488	0.390	2081	0.184	0.786	
5	4.28 - 5.5	1286.6	1112	14.9	13	8.0	10.0	0.155	0.124	0.988	0.087	0.873	
6	5.6 - 5.13	1009.8	0.872	19.5	22	40.0	34.0	0.431	0.345	0.527	0.047		
7	5.14 - 5.21	706.9	0.611	3.0	0	0.5	0	0.012	0.010	0.601	0.053		
8	5.22 - 5.29	761.6	0.658	105.8	69	80.8	35.5	0.977	0.782	-0.124			
9	5.30 - 6.6	686.4	0.593	9.3	9	27.7	13.0	0.222	0.178	0.415			
10	6.7 - 6.8	125.7	0.109	3.6	0	21.5	4.2	0.118	0.094	0.015			
			14.735					総流出量		11.328			

昭和40年

a		b		c				d				
区 間		その流出量 $\times m^3/sec$	区間総流出 量 $\times 10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 $\times 10^8 m^2$	雨量の流出 量($f=0.8$) $\times 10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 $\times 10^8 m^3$	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	4.6-4.15	2122.5	1834	48.6	34.0	23.8	35.4	0.490	0.392	1442	0.063	0.063
2	4.16-4.25	4645.5	4014	19.4	20.0	18.6	13.5	0.243	0.194	3820	0.168	0.231
3	4.26-5.5	4700.9	4062	54.3	44.0	26.1	67.2	0.689	0.551	3511	0.154	0.385
4	5.6-5.15	5103.4	4409	4.7	5.0	13.1	14.3	0.146	0.117	4292	0.189	0.574
5	5.16-5.25	4382.7	3787	5.9	6.0	6.3	7.6	0.093	0.074	3713	0.163	0.737
6	5.26-6.4	3751.4	3414	96.4	108.0	101.9	99.0	1.416	1.133	2281	0.100	
7	6.5-6.14	2416.0	2087	20.6	8.0	9.5	22.9	0.229	0.183	1904	0.084	
8	6.15-6.24	2146.2	1854	72.7	66.0	100.9	75.0	1.133	0.906	0.948	0.042	
9	6.25-7.4	1787.7	1545	112.8	109.0	133.6	15.9	1.205	0.964	0.581	0.026	
10	7.5-7.10	721.0	0.623	4.04	3.20	43.0	23.0	0.479	0.383	0.240	0.011	
			27.629					総流出量		22.732		

昭和41年

a		b		c				d				
区 間		その流出量 $\times m^3/sec$	区間総流出 量 $\times 10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 $\times 10^8 m^2$	雨量の流出 量($f=0.8$) $\times 10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 $\times 10^8 m^3$	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	2.28-3.11	4682.93	4046	87.8	73.0	84.1	43.1	0.977	0.782	3264	0.144	0.144
2	3.12-3.23	3638.79	3144	168.2	154.0	186.3	151.1	2.328	1.862	1282	0.056	0.200
3	3.24-4.4	3059.62	2644	110.9	116.0	94.6	106.5	1.485	1.188	1456	0.064	0.264
4	4.5-4.16	4791.99	4140	51.4	50.0	33.1	41.6	0.600	0.480	3660	0.161	0.425
5	4.17-4.28	5338.96	4613	38.7	30.0	53.8	32.0	0.555	0.444	4169	0.183	0.608
6	4.29-5.10	4851.72	4192	53.6	41.0	84.1	66.0	0.908	0.726	3466	0.152	
7	5.11-5.22	3273.71	2828	33.7	36.0	56.4	66.6	0.726	0.581	2247	0.099	
8	5.23-6.3	2228.90	1926	44.8	49.0	48.6	51.0	0.684	0.547	1379	0.061	
9	6.4-6.15	1717.95	1484	36.6	34.0	34.5	52.9	0.578	0.462	1022	0.045	
10	6.16-6.24	913.34	0.789	35.8	101.0	43.7	36.0	0.677	0.542	0.247	0.011	
			29806					総流出量		22.192		

表-7.9 融雪流出期間の諸量

昭和42年

a		b		c				d				
区 間		その流出量 ×m ³ /sec	区間総流出 量×10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 ×10 ⁶ m ²	雨量の流出 量(t=0.8) ×10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 ×10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配合率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	3.1 - 3.12	13184.3	1.139	37.4	43.0	37.4	52.6	0.610	0.488	0.651	0.030	0.030
2	3.13 - 3.24	20156.7	1.742	70.5	63.0	28.5	65.6	0.783	0.626	1.116	0.051	0.081
3	3.25 - 4.5	54668.4	4.723	51.9	55.0	82.5	36.2	0.786	0.629	4.094	0.189	0.270
4	4.6 - 4.17	51742.0	4.471	28.8	29.0	16.0	31.9	0.369	0.295	4.176	0.192	0.462
5	4.18 - 4.29	52118.0	4.503	33.5	34.0	47.0	41.7	0.565	0.452	4.051	0.187	0.649
6	4.30 - 5.11	51720.4	4.469	52.0	50.0	51.5	45.0	0.692	0.554	3.915	0.180	
7	5.12 - 5.23	21674.6	1.873	0.7	1.0	4.0	0	0.020	0.016	1.857	0.086	
8	5.24 - 6.4	14039.0	1.213	17.9	10.0	12.0	13.6	0.191	0.153	1.060	0.049	
9	6.5 - 6.16	1311.05	1.133	40.0	38.0	57.5	65.8	0.751	0.601	0.532	0.025	
10	6.17 - 6.25	7749.9	0.670	17.0	19.0	37.5	57.8	0.518	0.414	0.256	0.012	
			25.936					総流出量		21.708		

昭和43年

(a)		(b)		(c)					(d)				
区 間		その流出量 ×m ³ /sec	区間総流出 量×10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量				面積雨量 ×10 ⁸ m ²	雨量の流出 量(t=0.8) ×10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 ×10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配合率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	3.10-3.20	11094.4	0.959	695	74.0	52.4	63.9	0892	0714	0245	0.010	0.010	
2	3.21-3.31	29427.8	2.543	338	38.0	51.9	24.5	0514	0411	2132	0.091	0.101	
3	4.1-4.11	47682.0	4.120	72.6	69.0	62.0	50.1	0865	0692	3428	0.146	0.247	
4	4.12-4.22	55732.7	4.815	53.8	58.0	59.5	52.9	0785	0628	4187	0.178	0.425	
5	4.23-5.3	54850.8	4.739	21.1	19.0	7.0	20.3	0232	0186	4553	0.194	0.619	
6	5.4-5.14	48239.2	4.168	1142	79.0	109.0	92.2	0406	1.125	3043	0.130		
7	5.15-5.25	39729.9	3.433	23.1	18.0	16.0	5.4	0202	0.162	3.271	0.139		
8	5.26-6.5	20261.2	1.751	23.5	32.0	54.5	65.6	0.672	0.538	1.213	0.052		
9	6.6-6.16	1480.84	1.279	34.3	31.0	32.0	22.4	0.410	0.328	0.951	0.040		
10	6.17-6.25	972.16	0.840	25.8	19.0	50.0	29.9	0.465	0.372	0.468	0.020		
			28647						総流出量		15823		

昭和44年

(a)		(b)		(c)					(d)			
区 間		その流出量 × m ³ /sec	区間総流出 量 × 10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × 10 ⁸ m ²	雨量の流出 量 (t=0.8) × 10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 × 10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配合率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	3.20 - 3.30	3070.39	2.653	68.1	87.0	100.4	55.2	0.068	0.854	1.799	0.114	0.114
2	3.31 - 4.10	4448.11	3.843	56.8	84.0	70.5	53.1	0.896	0.717	3.126	0.198	0.312
3	4.11 - 4.21	4912.44	4.244	83.1	83.0	56.5	38.8	0.853	0.682	3.562	0.225	0.537
4	4.22 - 5.2	4494.35	3.883	37.4	29.0	24.5	28.8	0.415	0.332	3.551	0.224	0.761
5	5.3 - 5.13	2516.02	2.174	17.3	18.0	19.5	12.4	0.231	0.185	1.989	0.126	0.887
6	5.14 - 5.24	1688.81	1.459	49.1	45.0	41.0	48.0	0.644	0.515	0.944	0.060	
7	5.25 - 6.4	1118.60	0.966	40.2	35.0	48.5	19.8	0.491	0.393	0.573	0.055	
8	6.5 - 6.15	1011.66	0.874	55.7	43.0	70.5	38.1	0.733	0.586	0.288	0.018	
9	6.16 - 6.26	779.58	0.674	42.6	39.0	77.0	70.0	0.859	0.687	-0.013		
10	6.27 - 6.29	255.79	0.221	16.5	26.0	12.5	23.7	0.271	0.217	0.004		
			20.991					総流出量		158.23		

表-7.9 融雪流出期間の諸量

昭和45年

(a)		(b)		(c)				(d)				
区 間		その流出量 × m^3/sec	区間総流出 量× $10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × $10^8 m^2$	雨量の流出 量($f=0.8$) × $10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 × $10^8 m^3$	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	328-4.7	142701	1.233	5.1	8.0	21.5	3.0	0.134	0.107	1.126	0.051	0.051
2	4.8-4.16	3134.94	2.709	21.0	14.0	12.5	9.0	0.189	0.151	2.558	0.116	0.167
3	4.17-4.26	616253	5.324	48.0	74.0	66.5	42.0	0.778	0.622	4.702	0.213	0.380
4	4.27-5.6	583049	5.038	14.5	7.0	6.0	5.0	0.109	0.087	4.951	0.224	0.604
5	5.7-5.16	512081	4.424	32.8	36.0	30.0	15.0	0.373	0.298	4.126	0.187	0.791
6	5.17-5.26	280469	2.423	33.4	31.0	40.5	32.0	0.487	0.390	2.033	0.092	
7	5.27-6.5	174692	1.509	42.5	39.0	62.0	33.0	0.624	0.499	1.010	0.046	
8	6.6-6.15	132305	1.143	29.7	34.0	30.0	68.5	0.611	0.489	0.654	0.030	
9	6.16-6.25	135544	1.171	54.7	53.0	64.0	50.5	0.783	0.626	0.545	0.025	
10	6.26-6.30	46974	0.406	1.6	2.0	6.5	4.5	0.057	0.046	0.360	0.016	
(7)		25380						(5) 総流出量		22.065		

昭和46年

a		b		c				d				
区 間		その流出量 × m/sec	区間総流出 量 × 10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × 10 ⁸ m ²	雨量の流出 量 (f=0.8) × 10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 × 10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	3.20-3.29	1832.39	1.583	22.0	欠 測	19.8	12.6	0.252	0.202	1.381	0.068	0.068
2	3.30-4.8	4566.42	3.945	39.5		57.5	29.1	0.601	0.481	3.464	0.171	0.239
3	4.9-4.18	5274.14	4.557	38.9	19.0	38.0	28.3	0.451	0.361	4.196	0.207	0.446
4	4.19-4.28	4242.18	3.665	17.4	17.0	0	11.3	0.145	0.116	3.549	0.175	0.621
5	4.29-5.8	3743.03	3.234	85.5	84.0	121.0	83.0	1.331	1.065	2.169	0.107	0.728
6	5.9-5.18	2900.11	2.506	17.2	15.0	4.5	2.5	0.117	0.094	2.412	0.119	
7	5.19-5.28	2038.12	1.761	35.9	39.0	54.0	27.4	0.545	0.436	1.325	0.065	
8	5.29-6.7	1755.70	1.517	58.4	37.0	94.5	54.9	0.904	0.723	0.794	0.039	
9	6.8-6.17	1777.69	1.536	96.8	91.0	109.5	87.1	1.355	1.084	0.452	0.022	
10	6.18-6.27	1065.28	0.920	26.5	22.0	71.0	11.5	0.471	0.377	0.543	0.027	
			25.224						総流出量	20.285		

昭和47年

(a)		(b)		(c)						(d)			
区 間		その流出量 ×m ³ /sec	区間総流出 量×10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 ×10 ⁸ m ²	雨量の流出 量(f=0.8) ×10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 ×10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	3.18－3.28	3419.26	2.954	4.0	欠 測	6.90	4.75	0.618	0.494	2.460	0.194	0.194	
2	3.29－4.8	3693.94	3.192	57.0	14.0	88.0	73.5	0.912	0.730	2.462	0.194	0.388	
3	4.9－4.19	2684.00	2.319	47.0	30.0	41.5	20.0	0.475	0.380	1.939	0.153	0.541	
4	4.20－4.30	2712.83	2.344	42.0	43.0	48.0	31.0	0.565	0.452	1.892	0.149	0.690	
5	5.1－5.11	3642.07	3.147	93.0	107.0	141.6	59.0	1.374	1.099	2.048	0.162	0.852	
6	5.12－5.22	1836.18	1.586	34.5	31.0	47.0	28.0	0.497	0.398	1.188	0.094	／	
7	5.23－6.2	1222.76	1.056	14.5	0	22.5	3.0	0.966	0.773	0.283	0.022		
8	6.3－6.13	1061.77	0.917	41.5	47.0	76.5	46.0	0.758	0.606	0.311	0.025		
9	6.14－6.24	1030.68	0.891	66.0	43.0	69.5	56.5	0.840	0.672	0.219	0.017		
10	6.25－6.30	384.14	0.332	78.0	59.0	27.5	19.5	0.577	0.462	-0.130			
			18.738						総流出量	12.672			

表-7.9 融雪流出期間の諸量

昭和48年

(a)		(b)		(c)						(d)			
区 間		その流出量 × m^3/sec	区間総流出 量× $10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × $10^8 m^2$	雨量の流出 量($t=0.8$) × $10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 × $10^8 m^3$	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	328-44	355358	3070	78.0	70	0	370	0.436	0.349	2.721	0.175	0.175	
2	45-41.2	351776	3039	95	8.0	16.0	35	0.128	0.102	2937	0.189	0.364	
3	41.3-42.0	416831	3601	41.0	54.0	69.0	22.5	0.630	0.504	3097	0.200	0.564	
4	42.1-42.8	307395	2656	33.0	31.0	44.0	33.0	0.504	0.403	2253	0.145	0.709	
5	42.9-5.6	207971	1797	22.5	24.0	32.0	28.0	0.384	0.307	1490	0.096	0.805	
6	5.7-5.14	160284	1385	31.5	27.0	31.0	26.5	0.408	0.326	1059	0.068		
7	5.15-5.22	117751	1017	31.0	41.0	68.0	59.5	0.741	0.593	0.424	0.027		
8	5.23-5.30	103669	0.896	42.5	47.0	34.0	28.5	0.507	0.406	0.490	0.032		
9	5.31-6.7	882.12	0.762	22.0	24.0	34.0	15.0	0.329	0.263	0.499	0.032		
10	6.8-6.17	91398	0.790	23.0	18.0	38.0	10.0	0.312	0.250	0.540	0.035		
			19013					総流出量		15.510			

昭和49年

(a)		(b)		(c)				(d)				
区 間		その流出量 × m^3/sec	区間総流出 量× $10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × $10^8 m^2$	雨量の流出 量($t=0.8$) × $10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 × $10^8 m^3$	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	4.1 - 4.10	430948	3.723	79.5	41.0	19.0	26.5	0.542	0.434	3.289	0.109	0.109
2	4.11 - 4.20	620561	5.362	29.5	24.0	39.0	25.0	0.420	0.336	5.026	0.167	0.276
3	4.21 - 4.30	780873	6.747	30.5	24.0	33.0	26.5	0.406	0.325	6.422	0.214	0.490
4	5.1 - 5.10	568478	4.912	46.0	27.0	33.0	13.0	0.398	0.318	4.594	0.153	0.643
5	5.11 - 5.20	549509	4.748	33.5	26.0	34.0	14.5	0.367	0.294	4.454	0.148	0.791
6	5.21 - 5.30	376901	3.256	38.5	28.0	33.0	29.5	0.454	0.363	2.893	0.096	
7	5.31 - 6.9	271879	2.349	欠 測	35.0	51.0	43.0	0.625	0.500	1.849	0.062	
8	6.10 - 6.19	143434	1.239	6.5	10.0	10.0	6.5	0.113	0.090	1.149	0.038	
9	6.20 - 6.29	124638	1.077	5.55	53.0	40.5	45.5	0.668	0.534	0.543	0.018	
10	6.30 - 7.2	270.78	0.234	5.0	9.0	11.0	5.0	0.506	0.405	-0.171		
			33647					総流出量		30.048		

昭和50年

(a)		(b)		(c)						(d)			
区 間		その流出量 × m^3/sec	区間総流出 量× $10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × $10^8 m^2$	雨量の流出 量($t=0.8$) × $10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 × $10^8 m^3$	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	3.10-3.21	185855	1.606	57.5	欠 測	欠 測	29.0	0.624	0.499	1.107	0.038	0.038	
2	3.22-4.2	314693	2.719	126.5			73.0	1.432	1.146	1.573	0.054	0.092	
3	4.3-4.14	559330	4.833	29.0			20.0	0.316	0.253	4.580	0.158	0.250	
4	4.15-4.20	690711	5.968	17.0	13	17.5	6.5	0.183	0.146	5.822	0.200	0.450	
5	4.27-5.8	711729	6.149	50.0	49	30.0	22.5	0.491	0.393	5.756	0.198	0.648	
6	5.9-5.20	433870	3.749	99.0	113	50.0	94.0	1.202	0.962	2.787	0.096		
7	5.21-6.1	445169	3.846	52.0	17	40.0	26.0	0.485	0.388	3.458	0.119		
8	6.2-6.13	298968	2.583	65.5	94	168.0	95.0	1.535	1.228	1.355	0.047		
9	6.14-6.25	243899	2.107	67.5	72	71.0	67.5	0.973	0.778	1.329	0.046		
10	6.26-7.6	196572	1.698	33.0	27	37.5	44.5	0.524	0.419	1.279	0.044		
			35258						総流出量	29.046			

表-7.9 融雪流出期間の諸量

昭和51年

(a)		(b)		(c)						(d)			
区 間		その流出量 × m^3/sec	区間総流出 量× $10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × $10^8 m^2$	雨量の流出 量($f=8.0$) × $10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 × $10^8 m^3$	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	216－227	189001	1.633	75.0	欠 測	59.0	58.5	0889	0711	0922	0040	0.040	
2	228－310	272968	2358	57.0		44.0	35.5	0627	0502	1856	0081	0.121	
3	311－322	366664	3.168	121.5		49.5	68.5	1.065	0852	2316	0.101	0.222	
4	323－43	282701	2.443	62.0	40	84.0	370	0717	0574	1869	0081	0.303	
5	44－415	439821	3800	83.0	580	86.5	72.4	1078	0862	2938	0.128	0.431	
6	416－427	584403	5049	32.5	230	37.5	35.0	0469	0375	4674	0204		
7	428－59	406907	3516	64.5	63.0	71.5	54.6	0886	0709	2807	0.122		
8	510－521	366493	3166	22.5	9.0	18.0	11.8	0219	0175	2991	0.130		
9	522－62	303027	2618	24.0	23.0	24.0	28.3	0356	0285	2333	0.102		
10	63－68	56489	0.488	27.0	8.0	26.5	20.4	0306	0245	0243	0.011		
			28239						総流出量	22.949			

昭和52年

(a)		(b)		(c)						(d)		
区 間		その流出量 × ml/sec	区間総流出 量 × 10 ⁸ ml	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × 10 ⁸ m ²	雨量の流出 量 (f=0.8) × 10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 × 10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配分率
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢					
1	226-38	132388	1.144	12.5	45	37.5	31.0	0.434	0.347	0.797	0.031	0.031
2	39-319	277695	2.399	13.0	21	29.7	10.5	0.256	0.205	2.194	0.087	0.118
3	320-330	426288	3.683	76.0	58	59.5	32.0	0.756	0.605	3.078	0.121	0.239
4	331-410	442156	3.820	42.0	37	31.0	19.9	0.432	0.346	3.474	0.137	0.376
5	411-421	735466	6.354	43.5	45	64.0	34.3	0.654	0.523	5.831	0.230	0.606
6	422-52	525043	4.536	57.5	51	86.5	55.3	0.901	0.721	3.815	0.151	
7	53-513	362685	3.134	24.5	30	44.0	9.3	0.363	0.290	2.844	0.112	
8	514-524	256456	2.216	69.5	59	79.5	54.6	0.925	0.740	1.476	0.058	
9	525-64	185540	1.603	31.0	37	33.0	28.2	0.444	0.355	1.248	0.049	
10	65-616	122052	1.055	29.5	15	58.0	49.1	0.591	0.473	0.582	0.023	
			29944					総流出量		25.339		

昭和53年

(a)		(b)		(c)								(d)	
区 間		その流出量 × m ³ /sec	区間総流出 量 × 10 ⁸ m ³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 × 10 ⁸ m ²	雨量の流出 量 (f=0.8) × 10 ⁸ m ³	降雨の影響 を除いた流 出量 × 10 ⁸ m ³	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 條	小 出	大 湯	湯 沢						
1	326-43	193082	1.668	73.0	55	66.0	47.7	0.841	0.673	0.995	0.040	0.040	
2	44 -41.2	310096	2.679	35.0	37	25.0	26.1	0.414	0.331	2.348	0.095	0.135	
3	413-42.1	577840	4.993	37.0	44	33.5	31.1	0.494	0.395	4.598	0.187	0.322	
4	422-43.0	549416	4.747	17.0	13	23.5	10.8	0.227	0.182	4.565	0.185	0.507	
5	5.1 -5.9	563260	4.867	3.5	3	8.0	15.8	0.124	0.099	4.768	0.193	0.700	
6	5.10-5.18	352001	3.041	16.0	15	12.0	11.7	0.187	0.150	2.891	0.117		
7	5.19-5.27	234033	2.022	10.5	9	22.5	7.0	0.176	0.141	1.881	0.076		
8	5.28-6.5	202298	1.748	75.5	70	66.5	37.3	0.834	0.667	1.081	0.044		
9	6.6 -6.14	133745	1.156	40	4	3.5	6.2	0.065	0.052	1.104	0.045		
10	6.15-6.20	68272	0.590	22.5	9	8.0	20.5	0.220	0.176	0.414	0.017		
			27511					総流出量		24.645			

表-7.9 融雪流出期間の諸量

昭和54年

a		b		c								d	
区 間		その流出量 × <i>m</i> ³ / <i>sec</i>	区間総流出 量×10 ⁸ <i>m</i> ³	各観測所における区間降雨量 mm				面積雨量 ×10 ⁸ <i>m</i> ²	雨量の流出 量(<i>f</i> =0.8) ×10 ⁸ <i>m</i> ³	降雨の影響 を除いた流 出量 ×10 ⁸ <i>m</i> ³	各区間の 配 分 率	積算配分率	
				上 井	小 出	大 湯	湯 沢						
1	222-37	4035.93	3.487	1485	126	146.0	140.0	1.990	1.592	1.895			
2	38 -320	2283.81	1.973	53.0	49	63.5	53.0	0.779	0.623	1.350			
3	321-42	3401.20	2.939	76.0	91	101.0	53.4	1.096	0.877	2.062			
4	43 -415	4133.80	3.572	42.5	43	43.5	17.9	0.487	0.390	3.182			
5	416-428	2919.64	2.523	94.0	77	83.0	81.0	1.180	0.944	1.579			
6	429-511	2794.23	2.414	59.5	28	57.5	48.0	0.707	0.566	1.848			
7	512-524	1908.60	1.649	25.0	33	35.0	32.0	0.442	0.354	1.295			
8	525-66	1588.00	1.372	65.5	64	64.5	35.0	0.770	0.616	0.756			
9	67 -61.9	971.85	0.840	47.5	28	24.0	46.3	0.526	0.421	0.419			
10	620-63.0	726.21	0.627	131.5	61	78.5	106.9	1.368	1.094	-0.467			
			21.396						総流出量				

7-7 昭和56年豪雪の融雪流出量の配分と実況との比較

本節においては昭和56年融雪期の流量・降水量・気温のデータにより、前節の結果と比較してみよう。

融雪期の各区間の総流出量・降水量・降水量の流出成分を除いた流出量及び各区の流出配分率を、これまでと同様な手順を経て算出したのが表-7.10である。

表-7.10 昭和56年融雪期の諸量

区 間	その 流出量 $\times 10^8 m^3/sec$	区間総流 出量 $\times 10^8 m^3$	各観測所における区間降雨量mm				面積雨量 $\times 10^8 m^3$	雨量の流出 量($t=0.8$) $\times 10^8 m^3$	降雨の影響 を除いた流 出量 $\times 10^8 m^3$	各区間の 配分率
			上 條	小 出	大 湯	湯 沢				
1 3.14-3.22	2,391.4	2,066	64	57	92	42	0.894	0.715	1.351	0.047
2 3.23-3.31	3,056.5	2,641	63	46	75	39	0.785	0.628	2.013	0.070
3 4.1 -4.9	3,137.4	2,711	40	41	44	31	0.539	0.431	2.280	0.079
4 4.10-4.18	5,070.2	4,381	75	59	78	40	0.867	0.694	3.687	0.129
5 4.19-4.27	5,091.4	4,399	65	51	54	37	0.708	0.566	3.833	0.134
6 4.28-5.6	6,129.4	5,296	41	31	33	30	0.471	0.377	4.919	0.172
7 5.7 -5.15	6,063.2	5,239	96	100	108	67	1.271	1.017	4.222	0.147
8 5.16-5.24	3,796.4	3,280	38	51	64	36	0.658	0.526	2.754	0.096
9 5.25-6.2	3,143.2	2,716	64	47	75	40	0.795	0.636	2.080	0.073
10 6.3 -6.11	1,924.1	1,662	17	10	17	1	0.149	0.119	1.543	0.054
		34,391					総流出量		28.682	

ところで、昭和56年は六日町観測所の観測が中止されているので、新潟県気象月報で発表される新潟地方の旬別気温推移傾向（実測値を基にしたもの）（表-7.11参照）を使用した。

昭和56年の融雪期前半は、3月14日から4月27日であるが、これは概ね表-7.11における3月中旬から4月下旬に相当している。つまり昭和56年融雪期の前半を通してみると概ね平年並みの気温推移

表-7.11 新潟市における
気温推移傾向

月	旬	推移傾向
3 月	上 旬	やや低い
	中 旬	やや高い
	下 旬	平年並み
4 月	上 旬	平年並み
	中 旬	やや低い
	下 旬	やや高い

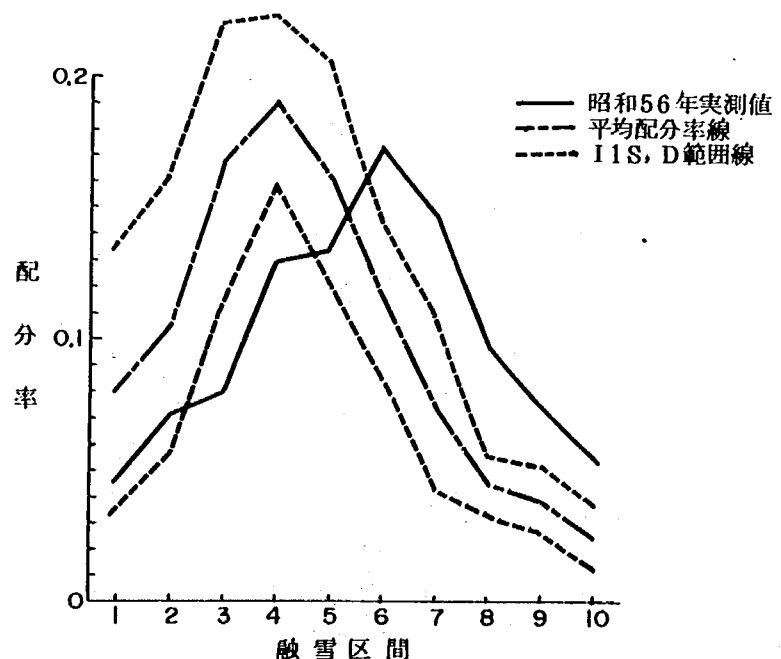


図-7.12 平均配分率と実況との比較

傾向を示したものと判断してよいであろう。

さて、前節で得た気温推移傾向別の配分率のうち、平年並みの年の配分率と昭和56年融雪期実測配分率とを同一グラフに示したのが図-7.12である。

これをみると、昭和56年の実測配分曲線は、平年並みに気温が経過した場合の配分曲線に比べ、かなり後にずれている。±1 S.D. (S.D. : 標準偏差) の範囲の中にも、ほとんど入らず全対として約2区間(概ね20日)ほど遅れている。

そこで表-7.8で気温の推移が平年並の年における融雪流出配分率のピークの発生区間とその年の融雪流出量を抽出して対照させてみると、表-7.13及び図7-13の通りになる。

これを大まかにみると、融雪流出量の多少もピーク発生区間の遅速に影響し、積雪の多い年には融雪流出配分率のピーク発生区間の遅れる傾向がうかがえる。昭和56年豪雪の融雪流出量と、ピーク発生区間の関係をプロットすると、ピーク発生区間がかなり大きく遅れている。

表-7.13 平年並の気温推移年における融雪流出量と配分率のピーク発生区間

昭和・年	ピーク発生区間	融雪流出総量 $\times 10^8 m^3$	S.36~S.54の19年間での順位(多順)
38年	4	17.66	14
41年	5	22.28	11
45年	4	22.37	10
46年	3	19.96	13
48年	3	15.44	16
50年	4	29.88	2
53年	5	24.61	4
56年	6	28.68	

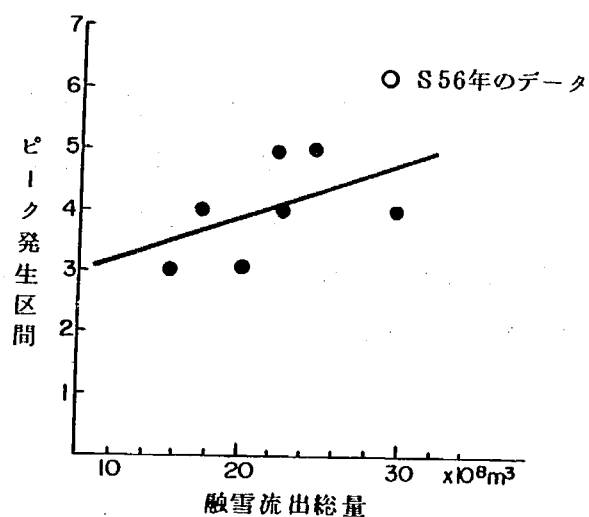


図-7.13 融雪流出量とピーク発生区間との関係

8. あ と が き

以上の調査の結果を要約すると次のとおりになる。

19期間の冬期積算降水量と融雪流出量との重相関解析を試みた結果、比較的良好な相関を示す重回帰式が得られた。

しかし何ぶんにも資料収集年間が十分といえず、また本調査で求めた流出量は、融雪期間の降水量を除去したものであるので、これらの降水量をどのように予測・評価するかが今後の課題となろう。

昭和56年融雪流出量に対して実測値が入手されたので、本報告では、まずこの推定値と実測値とを比較し、総量としてはよく合致している事がわかった。そして代表観測所を2ヶ所とした場合の推定値の方が誤差が少なく(5.1%)良好な結果を得た。

次に、この融雪流出量の時間的配分について、融雪期間を10区間に区分し、各区間の配分率について検討を加えた。すなわち、各区間の流出量配分率は、気温推移傾向別に概ね類型化できた。

しかし昭和56年融雪期の実測配分率との適何性は良くない。

これは、気温推移傾向の他に積雪賦存量の多少も配慮しなければ十分でなく、また今年の融雪期後半の気温推移傾向が低目に経過しており、さらに今年のように多雪年で融雪期前半の末期に、まだ十分な積雪のある場合は後半の気温推移傾向も影響しているようで、これらのことは今後の課題と言えよう。

参 考 文 献

- 1) 竹内敏雄(1977):利根川本川上流々域における融雪の長期予想について。
防衛大学理工学研究報告, Vol, 15. No 2.
- 2) 建設省北陸地方建設局(1975):雨量資料。
- 3) 建設省河川局:流量年表. 昭和36年~昭和53年。
- 4) 北陸地方建設局(1979):信濃川水系魚野川掘之内観測所水位流量成果。
- 5) 新潟地方気象台:新潟県気象月報。昭和35年~昭和56年。
- 6) 建設省土木研究所(1981):融雪流出量の予測に関する調査。
- 7) 建設省河川局:流量年表。昭和36年~昭和53年。
北陸地方建設局(1979):信濃川水系魚野川掘之内観測所水位流量成果。
- 8) 北陸地方建設局:長岡系水防テレメータ観測記録表。昭和56年3月14日~6月11日。
- 9) 新潟地方気象台:新潟県気象月報。昭和35年~昭和56年。
- 10) 気象ハンドブック編集委員(1979):気象ハンドブック。朝倉書店。
- 11) 建設省北陸地方建設局(1975):雨量資料。

融雪流出量の予測に関する調査

土研資料第1811号
昭57年3月(1982)

建設省土木研究所 水文研究室

キーワード

要旨

信濃川支川魚野川流域(137km²)を対象にして融雪総量の予測式の作成, ピーク流量及び概略のハイドログラフの予測式などの検討を行った。



郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい

305-□□

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地
建設省土木研究所
水文研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第1811号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印