



Title	1. 続然別湖流域の水文学的研究
Author(s)	織笠, 桂太郎; ORIKASA, Keitaro; 孫野, 長治 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 7, 1-16
Issue Date	1960-03-07
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.7.1">https://doi.org/10.14943/gbhu.7.1</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13817">https://hdl.handle.net/2115/13817</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	7_p1-16.pdf



# 1. 続然別湖流域の水文学的研究

織笠桂太郎・孫野長治・菊地勝弘

高橋 劭・中村 勉

(北海道大学理学部地球物理学教室)

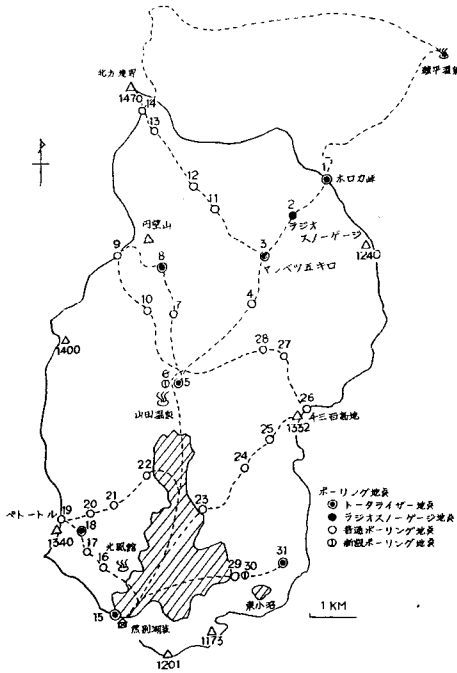
— 昭和 34 年 10 月受理 —

## I. 序 言

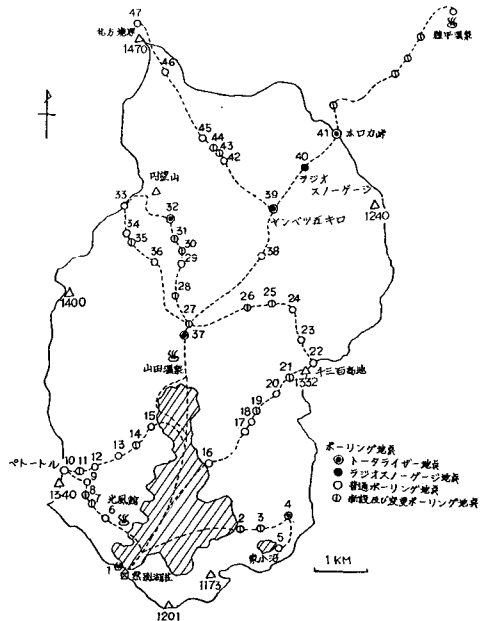
この流域の積雪量並に降雨量の調査が始められてから 5 カ年を経過した。最初は降水量の絶対量の決定及び春期の融雪水の流出の予報に重点がおかれたが、融雪水の流出率が極めて小さいことから、その理由の探究に力が向けられて、この流域が豊富な森林に恵まれて降水と流出に関してはスポンジのような性質のあることが主な原因と考えられるに至った。本報告は 1958, 1959 年における従来の調査の経続並に地熱による融雪の流出に関するものである。5 カ年間の調査の結果の総括的な検討は最終報告<sup>1)</sup>で行う。

## II. 開地の積雪水量

この流域のように森林の多い場合は開地の積雪水量の測定よりも偏差が大きくても林地内



第 1 図 1958 年積雪調査コース



第 2 図 1959 年積雪調査コース

1) 孫野長治, 織笠桂太郎; 然別湖流域の水文学的調査最終報告, 7 (1959) 17.

で測定を行なつた方がよいことは前報<sup>2)</sup>で述べた。しかし従来との比較や気象学的な考察には開地の測定値を用いた方が便利なので、従前と同様な方法で開地の積雪水量の調査も続した。調査コースは第1, 2図に示す如くで、1958年は精度を高めるために不適当な測点の位置を少しずらしたり測点の数を増したりしたが、その意味では1958年度で限度に達したものと考えられたので1959年度は代表的な測点のみに止めた。結果を第1, 2表に示す。測定コースを南部、北部に別けたのは南部は火山群地帯で特異な地形をなし積雪水量も北部と異なるので別々に扱つた方が便利だからである。

第1表 積雪水量 (開地及び林中, 1958年4月1日現在)

測点番号	測定地点名	測コ ー 定 ス	測定 区 域	海 拔 高 度 (m)	開 地		林 中		林中と 開地と の比較 B/A ×100	測 定 月 日	備 考		
					積雪深 (cm)	積雪 水量 A (cm)	積雪深 (cm)	積雪 水量 B (cm)					
1	然別湖荘前	東 小 沼	南 部	810	171	54	131	35	65	III-31	林に囲まれた中 開地 大開地 " "		
2	湖岸附近			810	203	57	124	35	61	"			
3	南斜面			880	185	61				"			
4	頂上トータライ ザー地点			1000	185	64	145	42	66	"			
5	東小沼東岸			840	82	22				"			
6	光風館裏(精密)	ベ ト ー ド ル	南 部	850	162	50	111	33	66	III-28	精密測定点		
7	南西斜面			950	163	56	132	39	70	"	小開地		
8	"			1050	175	50	145	40	80	"	中開地		
9	トータライザー 地点			1160	193	61	96	26	43	"	小開地(細尾根)		
10	頂上			1340	223	69	189	50	73	"	山頂下中開地		
11	東北東向き尾根 上			1240	218	67	182	51	76	"	中開地		
12	"			1160	208	61	135	36	59	"	"		
13	"			1020	199	63	136	38	60	"	"		
14	"			930	185	51	119	30	59	"	"		
15	湖畔(道路脇)			820	163	52	126	35	67	"	"		
16	湖 畔			千 三 百 高 地	北 部	800	157	48	134	34	71	III-30	" " 中開地 " " " " △点下中開地 小開地 中開地 大開地 小開地
17	沢中					850	163	50	116	31	62	"	
18	南斜面					910	164	54	118	32	59	"	
19	"					1000	174	56	97	29	52	"	
20	"					1140	189	60	158	48	80	"	
21	"	1200	201			63	182	56	89	"			
22	頂上	1310	217			69	196	57	83	"			
23	北西向尾根上	1220	207			60	180	56	93	"			
24	"	1140	212			64	181	54	84	"			
25	西斜面	1000	198			51	147	39	77	"			
26	"	910	172			54	119	34	63	"			

2) 孫野長治・織笠桂太郎；然別湖流域の水文学的研究，北大地球物理学研究報告，5 (1957) 45.

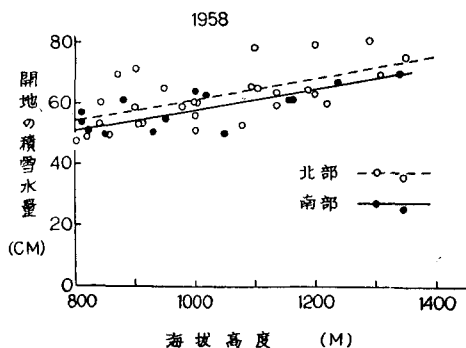
測点番号	測定地点名	測コ ー 定ス	測定 区域	海 拔 高 度 (m)	開 地		林 中		林中と 開地と の比較 B/A ×100	測 定 月 日	備 考
					積雪深 (cm)	積雪 水量 A (cm)	積雪深 (cm)	積雪 水量 B (cm)			
27	登り口	円	北	820	195	54	102	28	52	IV-1	中開地(川淵)
28	南向尾根			900	212	72	111	32	44	"	"
29	"			1000	190	61	145	39	64	"	"
30	"			1100	204	66	129	58	88	"	"
31	"			1200	257	79	198	55	70	"	夏期雨量計設置 地点
32	トータライザー 地点			1290	266	81	181	46	57	"	中開地
33	西尾根上	山	部	1190	209	65	177	57	88	"	大開地
34	西尾根上南斜面			1000	205	61	162	50	82	"	小開地
35	西尾根上			910			153	43		"	細尾根林中
36	沢中			840	181	60	122	37	62	"	中開地
37	山田温泉	ヤンベツ川	北 部	820	148	49	90	25	51	IV-1	沢中中開地 " 尾根上中開地 中開地
38	ヤンベツ4キロ			840	172	53	114	25	47	III-27	
39	ヤンベツ5キロ			870	188	70	148	38	54	"	
40	ラヂオスノーゲ ージ			980	188	58	150	45	78	"	
41	ホロカ峠			1100	213	66	165	47	71	"	
42	二股	北方 境 界	北 部	900	182	59	114	30	51	III-29	小開地
43	二股上			950	201	65	128	35	54	"	"
44	"			1080	178	53	137	41	77	"	"
45	"			1100	249	78	166	49	63	"	中開地
46	沢づまり			1140	183	60	152	41	68	"	大開地
47	頂上鞍部			1350	216	75	128	36	53	"	"

第2表 積雪水量(開地及び林中, 1959年4月4日現在)

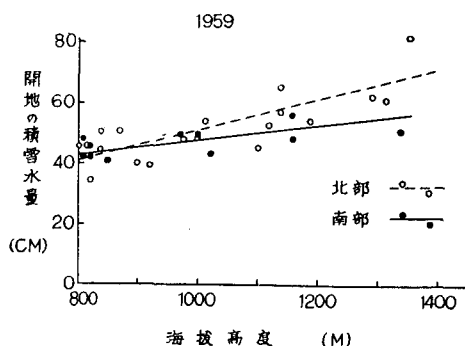
測点番号	測定地点名	測コ ー 定ス	測定 区域	海 拔 高 度 (m)	開 地		林 中		林中と 開地と の比較 B/A ×100	測 定 月 日	備 考
					積雪深 (cm)	積雪 水量 A (cm)	積雪深 (cm)	積雪 水量 B (cm)			
1	ホロカ峠	ヤンベツ川	北 部	1110		54	124	33	61	III-30	
2	ラヂオスノーゲ ージ			980	163	48				"	
3	ヤンベツ5キロ			870	163	51				"	
4	ヤンベツ4キロ			840	189	44	97	29	66	"	
5	山田温泉			820	123	34				III-31	
6	山田温泉(道路脇)	円 望 山	北 部	820	152	46	84	24	52	IV-1	
7	南尾根中開地			1000	151	47	101	30	64	"	
8	トータライザー 地点			1290	211	63				"	
9	西尾根大開地			1190	175	55				"	
10	十五の沢	840	173	51	93	25	49	"			

測点番号	測定地点名	測点 定ス	測定 区域	海 拔 高 度 (m)	開 地		林 中		林中と 開地と の比較 B/A ×100	測 定 月 日	備 考
					積雪深 (cm)	積雪 水量 A (cm)	積雪深 (cm)	積雪 水量 B (cm)			
11	二股登り口	北 方 境 界	北 部	900	136	40	111	31	78	IV-4	
12	尾根上中開地			1100	178	46	133	40	87	〃	
13	頂上下大開地			1140	189	65	130	43	61	〃	
14	頂上尾根上鞍部			1350	214	82				〃	
15	然別湖荘前	ペ ト ー ト ル	南 部	810	146	48				IV-2	
16	光風館裏(精密)			850	137	41	89	24	59	IV-3	
17	〃			970	151	50	105	29	58	〃	
18	トータライザー 地点			1160	145	48				〃	
19	ペトートル山頂			1340	143	51				〃	
20	東北東向き尾根 上			1160	167	56	149	39	70	〃	
21	〃			1020	149	43	121	37	86	〃	
22	湖畔(道路脇)	820	154	46	86	24	52	〃			
23	湖畔(道路脇)	千 三 百 高 地	北 部	800	166	46	115	22	48	III-31	
24	南斜面			920	131	40	87	24	60	〃	
25	南斜面大開地			1140	183	57	125	33	58	〃	
26	頂上			1310	201	61	169	53	87	〃	
27	北西向尾根上			1120	178	52	148	43	83	〃	林中は場所とし て良くない
28	北西斜面大開地			1000	174	48	111	26	54	〃	
29	湖岸附近	東 小 沼	南 部	810	145	43	106	30	70	IV-2	目通り8寸位の 針葉樹が5mに 8本位の代表的 な密林
30	〃			820	146	43	98	26	60	〃	
31	頂上トータライ ザー地点			1000	168	50				〃	

開地の積雪水量の高度分布は第3, 4図の如くで、1958年は調査期間5カ年間の最高の積雪を示したが、高度分布の傾斜そのものは例年と大差がない。水平分布についてはあとでふれる。ただ第4図(1959)で北部の積雪水量(○印破線)の高度分布の傾斜がいくらか急なようであるが、これは測点の数の減少に因るもので本質的なものとは思われない。



第3図 積雪水量高度分布(開地) 1958年



第4図 積雪水量高度分布(開地) 1959年

南北とも積雪水量が高度とともに直線的に増加するものとして、また第3表に示すような南北別の面積平均高度を利用して、この流域を開地のみと考えた場合の総積雪水量は第4表の如く、1958年は例年に比べて非常に多かつたことがわかる。

第3表 南北別面積平均高度

	高度別 (m)	高度別面積 (km <sup>2</sup> )	面積平均高度 (m)	面積 (km <sup>2</sup> )
南 部	800~ 900	4.0	} 950	9.0
	900~1,100	4.2		
	1,100~1,200	0.8		
北 部	800~ 900	8.8	} 1,020	35.8
	900~1,100	16.9		
	1,100~1,300	9.0		
	1,300~	1.1		
全 流 域			1,010	44.8

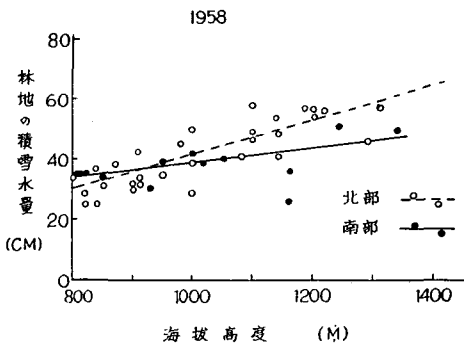
備考 湖面積 3.6 km<sup>2</sup> は除く。

第4表 全流域を開地と考えた場合の積雪水量

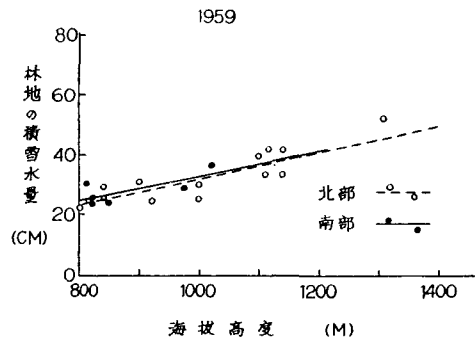
流域別	面積 (km <sup>2</sup> )	1958年		1959年	
		面積平均高度の 積雪水量 (cm)	南北別総積雪水量 (m <sup>3</sup> )	面積平均高度の 積雪水量 (cm)	南北別総積雪水量 (m <sup>3</sup> )
南 部	9.0	57	5.1×10 <sup>6</sup>	47	4.2×10 <sup>6</sup>
北 部	35.8	62	22.2×10 <sup>6</sup>	52	18.6×10 <sup>6</sup>
全 流 域	44.8	61	27.3×10 <sup>6</sup>	51	22.8×10 <sup>6</sup>

### III. 林地の積雪水量

1958, 1959年の林地のボーリング測定は開地と測点数も同じく精度も等しい。第1, 2表の林地の分を南北別にして高度分布を調べたのが第5, 6図である。第5図(1958)の場合、南



第5図 積雪水量高度分布(林地) 1958年



第6図 積雪水量高度分布(林地) 1959年

部と北部の相対的な関係は1959年(第4図)と酷似しており、また第6図では南部と北部の間に差が認められなかつた。測点の数を増加すれば多少の変化があるかも知れないが、総積雪水量の算出を目的とする場合、平均面積高度の積雪水量だけが問題となるので、年による傾斜の変化にはこれ以上ふれない。

第5表 全流域を林地と考えた場合の積雪水量

流域別	面積 (km <sup>2</sup> )	1958年		1959年	
		面積平均高度の積雪水量 (cm)	南北別総積雪水量 (m <sup>3</sup> )	面積平均高度の積雪水量 (cm)	南北別総積雪水量 (m <sup>3</sup> )
南部	9.0	37	3.3×10 <sup>6</sup>	31	2.8×10 <sup>6</sup>
北部	35.8	41	14.7×10 <sup>6</sup>	33	11.8×10 <sup>6</sup>
全流域	44.8	40	18.0×10 <sup>6</sup>	33	14.6×10 <sup>6</sup>

開地の場合と同様に林地のみと考えた場合の総積雪水量は第5表の如く、1958年は1800万トン、1959年は1460万トンとなり開地のみと考えた場合の2730万トン、2280万トンに比べ夫々66%、64%に相当する。1956、1957年にはこの割合は夫々68%、71%であつた。この中で1958年は最も精度が高い。これらの値は開地と林地の積雪水量の全流域に関する割合である。なお光風館裏の開地・林地積雪の精密測定ではこの場所は特に密林であるが1958、1959年には夫々62%、59%であつた。以上の結果から、この流域では密林地帯では林地の積雪は開地の約60%であり、全体としては開地のみと考えた場合の70% ならずであることがわかる。

#### IV. 実際の総積雪水量

実際には流域の森林面積は全体の90%程度と考えられるので、開地・林地をこの割合で計算すると総積雪水量(M)は夫々次のようになる。

1958年

$$M = (0.40 \text{ m} \times 0.9 + 0.61 \text{ m} \times 0.1) \times 44.8 \text{ km}^2 = 18.9 \times 10^6 \text{ m}^3$$

1959年

$$M = (0.33 \text{ m} \times 0.9 + 0.51 \text{ m} \times 0.1) \times 44.8 \text{ km}^2 = 15.6 \times 10^6 \text{ m}^3$$

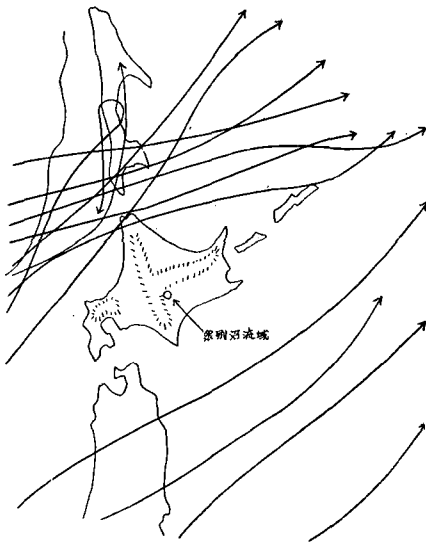
( )内のm数は面積平均高度の積雪水量を示す。1958年の1890万トンは観測開始以来の最高でこの大雪については次節で述べる。

#### V. 1958年の大雪について

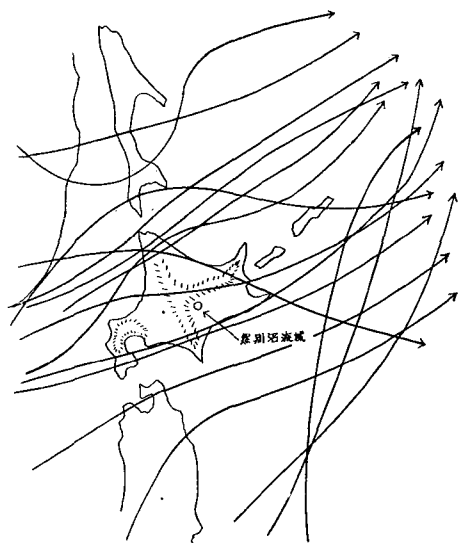
1958年は道西が例年より雪が少なかつたにも拘らず木流域の含まれる道東は近年にない大雪をみた。このことについて若干の考察を試みる。

北西季節風によりもたらせられる降雪は北海道中部の山塊に妨げられて道東には殆んど降

雪がなく、道東の山岳部に僅かの降雪をみのが常である。一方低気圧による降雪は低気圧の通路いかえれば風向如何によつて道東に雪を降らせることが多い。即ち低気圧が北海道の南西にある場合は南よりの風が卓越して中央山塊で上昇する際に道東の南部に降雪をもたらすのが常である。ところで1958年は北海道南方を通過する低気圧の回数が非常に多かつた。「北海道の気象」<sup>3)</sup>、<sup>4)</sup>によれば1957年は第7図に見られる如く、1月から3月の間に北海道附近を通過した低気圧12ケの中、南方を通つたものは4ケに過ぎなかつたが、1958年は第8図に示すように16ケの中8ケが南方を通過した。前年の二倍に相当する。このことが道東に大雪をもたらした主因と考えられる。このことが本流域の積雪水量の分布に与えた影響を調べてみよう。



第7図 冬季の低気圧通過経路 (1957年)

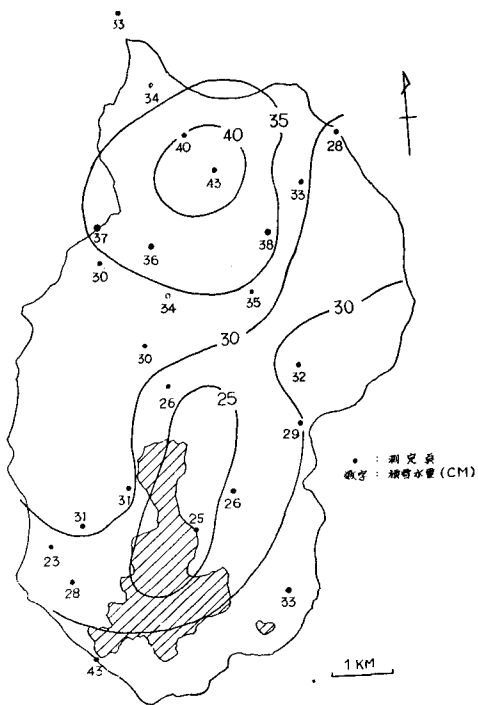


第8図 冬季の低気圧通過経路 (1958年)

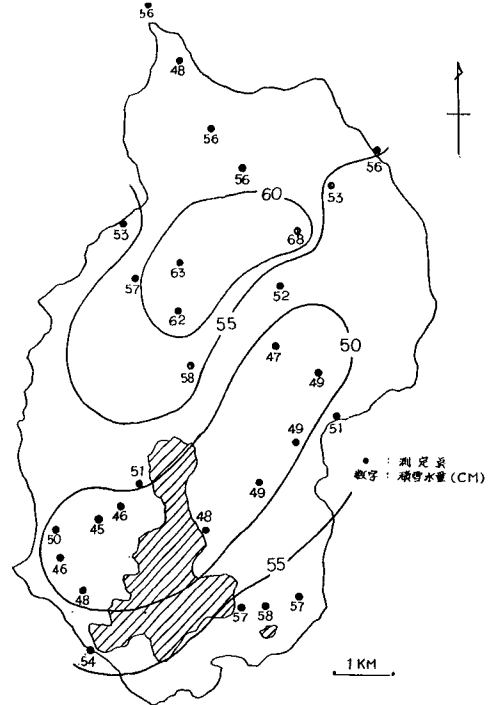
第9図は平年の例として1957年の3月末の流域の開地積雪水量の水平分布を示す。図中の数字は積雪水量(cm)を表わす。ただし高度補正を施して全部を海拔高度800mに換算してある。大体の傾向として北部の門望山附近に多雪地があり然別湖附近が最小であり、これを取り巻いて南側及び南東側にやや雪の多い地帯がある。これを道東が大雪であつた1958年の第10図と比較してみると、積雪水量の絶対値は各測点とも5, 6割多いが、上述の相対的な傾向は殆んど変つていないことがわかる。総観的な降雪機構が異なつていながらも抱らず降雪量の水平分布の変らないのはまことに不思議である。いまのところ考えられることは、この流域全体が十勝平野の北部で凸起しているが中央部が低くて周囲が高く丁度たらいのような形をしている。従つてどの方向から風が吹いても四周の山に降雪が多いためであろう。門望山附近に最大のあるのは四周の山以外では此処が最も高いからであろう。

3) 北海道の気象 (北海道気象協会), 第4巻, 1-3号, 1957.

4) 北海道の気象 (気象協会北海道支部), 第2巻, 1-3号, 1958.



第9図 積雪水量の水平分布 (数字は cm 単位)



第10図 積雪水量の水平分布 (数字は cm 単位)

## VI. 降 雨 量

流域の水の行方を把握するためには年間を通じて降雨量と流出量を調べなければならない。流出量は北海道電力株式会社調べの湖水面の上昇及び使用水量の差から、流域から湖水に流出した量を計算した。従つて総降水量というのも、湖水面に降つた雨量を除くことにする。降雨量の測定のため、夏季は7カ所に菅谷式自記雨量計を配置し冬期はこれをトーライザーに切りかえて年6回の巡視を行つた。3月末の測定だけは数十点のボーリングを行つて積雪水量を測つた。従つて3月末以外は総降水量の測定は7カ所の測定値を用いて面積荷重法で算出し、3月末の総積雪水量は面積平均高度法によつた。また11月から2月までの間と4月から5月までの間には雨と雪が混つて降るので特別な措置が必要になる。前者に関してはトーライザーの精度が充分でない故もあるが捕捉率を70% (第8表参照) と考慮しても受水量がその間のボーリングによる積雪水量より少ないことが多い。ということは11月に入つてからの降雨が非常に少ないということである。試みに1958年の11月に然別湖荘で降つた雨は積雪水量の4%にあたり、然別湖より高度の高い測点では更に雨の占める比率が少ないと考えられるので11月以後の降雨量は無視することにする。4月以降の降雪は北電然別湖荘測定の降雪量だけを取り出し、これを70%で割つた値を降雪による降水量と考える。トーライザーの捕捉率が確定するまでは70%とした訳である。

第6表 期間別降水量

測点名	高度 (m)	流域 面積 (km <sup>2</sup> )	1957年				1958年				1959年			
			月	7.29	9.25	11.13	2.16	4.2	5.22	7.28	9.7	10.31	2.18	4.5
			5.30 7.28	9.24 (mm)	11.12 (mm)	2.15 (mm)	4.1 (mm)	5.21 (mm)	7.27 (mm)	9.6 (mm)	10.30 (mm)	2.17 (mm)	4.4 (mm)	5.31 (mm)
然別湖荘	800	2.0	245*	474	310			113	196	392	252			北電 344
	810				390	210						340	160	
東小沼	1000	5.1		504	320	390	250	122		372		310	180	
	980		286*		340				301		327			
ペトートル	1160	5.1	225	474	272	550	150	99	223	360	238	290	150	
山田温泉	820	10.9	184	486*	358	290	150	125	273	356	336	200	150	
ヤンベツ5km	870	9.0	244	528	416	490	300	149	286	363	352	380	160	
ホロカ峠	1110	3.3	229	520	408	410	290	152	280	404	359	350	170	
円望山	1290	9.4				630	310	137	211			440	190	
	1170		224	448	358					348	298			
(観音峠)	1020		(252)	(531)	(394)					(372)	(322)			
期間別総降水量	(×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		10.2	21.5	16.1	20.4	10.7	5.8	11.5	16.3	14.2	14.6	7.4	17.3*
月平均降水量	(mm/月)		115	252	220	144	161	78	113	266	176	89	108	206

備考 \* 欠測のため推定値。

観音峠は円望山の補正の意味で特設したもので、総降水量には算定しない。

上述の方法により期間別の総降水量を第6表に示す。表の最下欄に見られる如く夏から秋にかけての降水が非常に多く、これに比べると3月末の積雪水量はさほど大きなものではない。水資源を有効に使用するためには夏の雨量にも注意する必要がある。

林地の雨量

積雪の場合と同様に樹冠によつて降雨が妨げられて地上に到達しないで蒸発することも当然予想される。簡易雨量計<sup>2)</sup>を用い積雪水量の精密測定と同じ場所で林地・開地雨量の精密比較測定を行ない6回の結果を得た。これを第7表に示す。表からわかるように時期の如何を問わず林地は開地の80%前後しか降雨が地上に達しない。この測定値は密林の部に属するけれども平均して10%前後の降雨が樹冠に遮られているのではなからうか。この点流出率の節で

第7表 林地・開地降雨量の精密比較測定

期 間 降 雨 量 (mm)	1957年		1958年			
	5月30日 7月28日	9月25日 11月12日	5月22日 7月27日	7月28日 6月6日	9月7日 10月6日	10月7日 10月30日
林地 A	241	371	187	372	137	102
開地 B	288	439	229	480	175	125
A/B %	85	85	82	78	78	82

2) 前出

もふれる。

## VII. トータライザーの捕捉率

冬季に風の状態が一定しておればトータライザーの捕捉率も場所によつて一定の値を示す筈であるが主風向が年によつて変れば捕捉率の変化も考えられる。1958年は低気圧の通過位置が特徴的に変つたので上述の予想を試すのによい機会であつた。

第8表 トータライザーの捕捉率

測点名	自1957年11月13日 至1958年2月15日			自1958年2月16日 至1958年4月1日			自1958年10月31日 至1959年2月17日			自1959年2月18日 至1959年4月4日			平均 捕捉率 (%)
	トータライザー 受水量 (cm)	積雪 水量 (cm)	捕捉率 (%)	トータライザー 受水量 (cm)	積雪 水量 (cm)	捕捉率 (%)	トータライザー 受水量 (cm)	積雪 水量 (cm)	捕捉率 (%)	トータライザー 受水量 (cm)	積雪 水量 (cm)	捕捉率 (%)	
然別湖荘	18.4	32	56	14.0	20	67	18.2	34	54	9.4	16	59	59
東小沼	22.8	44	52	16.2	25	65	16.8	31	54	11.4	18	63	59
ペトートル	22.2	47	47	8.8	11	59	15.4	29	53	10.4	15	69	57
山田温泉	26.4	29	91	15.0	15	100	23.6	20	118	14.6	15	97	102
ヤンベツ5km	32.4	39	83	17.0	30	57	17.6	38	46	13.4	19	71	64
ホロカ峠	32.2	39	83	—	29	—	—	—	—	13.8	16	84	84
円望山	13.8	35	25	—	31	—	28.8	44	65	13.2	17	78	56
備考 * 例外的に少なく何等かの事故によるものと思われる。										全トータライザー の平均			69

1957年から1959年までに得られた4回の捕捉率を第8表に示す。これで見ると道東に大雪のあつた1958年の捕捉率は1959年と大差のないことがわかる。従つて今のところ、トータライザーの捕捉率は場所により一定していると考えてよいようであるが相当の偏差は避けられない。また全トータライザーの捕捉率の平均は69%となり、よく云われている値の70%に非常に近い。しかしここで捕捉率というのはトータライザー附近のボーリングによる積雪水量の測定値に対するトータライザーの受水量の比であるから11月以降の降雨の分だけ捕捉率が2, 3%大きくなつている筈である。

結局本研究ではトータライザーを実用に供するに至らず、場所によりどの程度に変わるのかを確めたに留まつた。

## VIII. 流出率

この流域では融解した積雪の流出率が極端に小さいのが特徴であり、前報ではその理由として、融解した積雪が一時に流出することなく春期、夏期を通じて少しずつ流出するためであつて、年間を通じての流出率は80%前後で特別小さくはないことがわかつた。1957~1959年でも第9表に見られるように期間別の見かけの流出率(二つの巡視期間の総降水量に対するその期間内の湖への流出量)で春先に大きいのは前の期間からくりこされた融雪のためである

第9表 期間別見掛の流出率

期	間	総降水量 (m <sup>3</sup> )	流出量* (m <sup>3</sup> )	流出率 (%)	月平均流出量 (m <sup>3</sup> )
1957年	5.30~7.28	10.2×10 <sup>6</sup>	6.1×10 <sup>6</sup>	60	3.1×10 <sup>6</sup>
	7.29~9.24	21.9 //	12.8 //	59	6.6 //
	9.25~11.12	16.1 //	13.8 //	86	8.5 //
	11.13~2.15	20.4 //	11.2 //	55	3.6 //
	2.16~4.1	10.7 //	4.3 //	40	2.9 //
1958年	4.2~5.21	5.8 //	8.0 //	138	4.8 //
	5.22~7.27	11.5 //	12.5 //	109	5.6 //
	7.28~9.6	16.3 //	9.0 //	55	6.6 //
	9.7~10.30	14.2 //	11.6 //	82	6.4 //
1959年	10.31~2.17	14.6 //	13.1 //	90	3.6 //
	2.18~4.4	7.4 //	4.8 //	65	3.1 //
	4.5~5.31	17.0** //	16.5 //	97	8.4 //

備考 \* 湖面への降水量は除く。

\*\* 欠測のため北電然別湖荘測定値から推定した。

第10表 融雪期の流出率

	4月始めの総 積雪水量 A (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	4月, 5月の 総降水量 B (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	A+B (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	4月, 5月の 流出量 C (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	流出率 $\frac{C}{A+B}$ (%)
1958年	19.0	5.9	24.9	8.0 (8.0+3.3)	32 (45)
1959年	15.6	14.5	30.1	16.5	55

が、年による変動も大きい。しかし一年を通じてみれば、どの年もやはり約80%となる。

融雪に問題を限って積雪が5月末までに何%流出したかを調べてみよう。4月, 5月の間にも降雪・降雨があるので4月始めの積雪水量と4, 5月の総降水量の和に対するその期間内の流出量との比をとつてみると第10表の如く1958年は32%で非常に小さく、1959年は55%と5カ年中の最高を示した。前者の小さいのは巡視期の5月21日現在で流出率を調べたからであつて5月末までの流出量(3.3×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)を加えて計算すると45%となる。1957年は5月29日現在で流出率が36%と小さいこともあるから期日を揃えるだけでは説明できない。1959年の流出率の大きいのは融雪期の気温も大に関係しているのであろう。この点については最終報告で検討する。

#### 水位復元の予想

5月末までの水位上昇を予測するには3月末の総積雪水量の実測値とそれ以後の降水量を予測すればよい。過去3年間では後者が11.0×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>という平均値を用いて±10%の誤差で予測が可能であつた。しかし1958年には4, 5月間に5.9×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>の降水しかなく、1959年

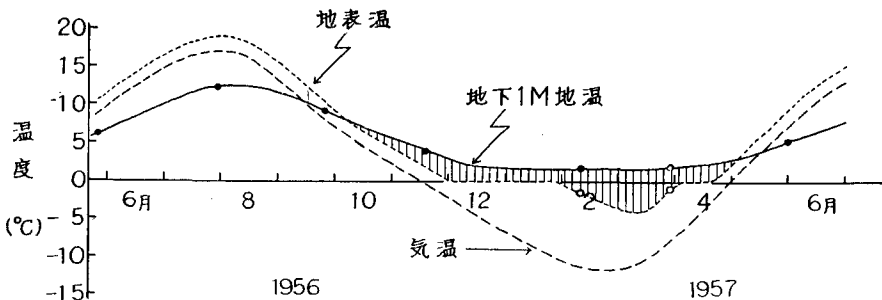
には推定値ではあるが  $16.5 \times 10^6 \text{ m}^3$  もの降水があつた。したがつて単なる平均値を用いても非常な狂いを生じることがわかつた。従つて気温の予想のみならず降雨の予報が殆んど水位予報の精度を左右してしまうことになる。気温と降雨の予報がどの程度に適中するものであるかは最終報告で検討する。

### IX. 地熱による融雪

地表が凍結していると考えられる11月から3月かけて第9表の流出量に見られる如く、夏期の1/2から1/3の流出がある。これは地表が常に凍結しているのではなくて積雪下では地熱によつて融雪が行われるためかも知れない。そこで年間を通じて然別湖荘前、山田温泉及びヤンベツ5キロの地温及び土壤の熱伝導度の測定を行ない、冬期間に地下1mから地表に流れる熱量を計算してみた。伝導により地表に流れる熱量を測るには地表温が必要であるが地表温は日変化が烈しくて長期の平均値が求めにくい。そこで北海道では地表温の平均が平均気温より  $2^\circ\text{C}$  高いという事実を利用することにし平均気温として然別湖荘の測定値を借用した。積雪のある時だけは地表温を実測した。なお平均気温から地表温を推定する場合、冬口と春先とでは両者の間にずれがあるが、その影響は互に消し合うものと考えて、ずれは考慮に入れないことにした。

第11, 12, 13図で●印が地下1m地温の実測で○印は積雪時の地表温の実測値である。例えば1957年の第11図で地表温は12月始めに  $0^\circ\text{C}$  に降り、それ以後は地表が凍結するまで(実際は凍結融解をくりかえす)は  $0^\circ\text{C}$  のまま続くが何時  $0^\circ\text{C}$  以下になつたかわからない。2月上旬には地表温が  $-2^\circ\text{C}$  になつているから、それまでに零下になつたことは確実である。そこで第11図の如く地表温の変化は実測値の点を通つて平均気温に平行な曲線を辿るものと仮定する。融解の時も同様である。この仮定のもとに立つと第11図の縦線のハツチングの部分の面積が地下1mから地表に流れた熱量に対応する。

天然の状態で土壤の熱伝導率の測定は非常に困難なものとされていたが梶原<sup>5)</sup>が不定常熱

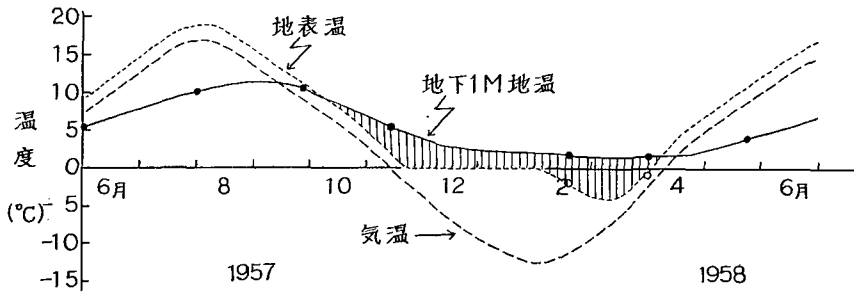


第11図 地温の年変化(1956~1957)

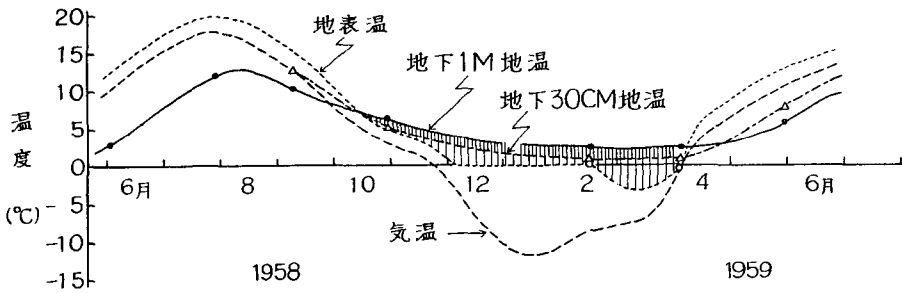
5) 梶原昌弘, 未発表.

流の方式で然別湖荘前の実測に成功し、 $1.3 \times 10^{-3} \text{ cal/cm-deg-sec}$ を得た。この値は実測困難のため一般に仮に採用されている  $1.7 \times 10^{-3} \text{ cal/cm-deg-sec}$  より相当小さい。

第12, 13図は1958年, 1959年の冬期の地温の変化図である。1959年には地下30cmの地温測定も追加した。第13図の△印鎖線がそれである。3期に亘る熱の移動量とそれに基づく融雪量の計算の結果を第11表に示す。地下1mから地表に流れた熱量が全部融雪に使われたも



第12図 地温の年変化(1957~1958)



第13図 地温の年変化(1958~1959)

第11表 地熱による融雪水量

	1956~1957	1957~1958	1958~1959	
地下1mより地表に伝導した熱量 (cal/cm <sup>2</sup> )	$3.8 \times 10^2$	$5.5 \times 10^2$	$5.7 \times 10^2$	
地下30cmより地表に伝導した熱量 (cal/cm <sup>2</sup> )				$7.9 \times 10^2$
地熱による融解積雪水量 (cm)	4.8	6.9	7.2	9.8
地熱による融雪水量 (m <sup>3</sup> )	$2.3 \times 10^6$	$3.3 \times 10^6$	$3.4 \times 10^6$	$5.9 \times 10^6$
地熱融雪による流出速度 (m <sup>3</sup> /sec)	0.19	0.22	0.23	0.32
冬期間の実際の流出速度 (m <sup>3</sup> /sec)	1.10	1.28	1.35	

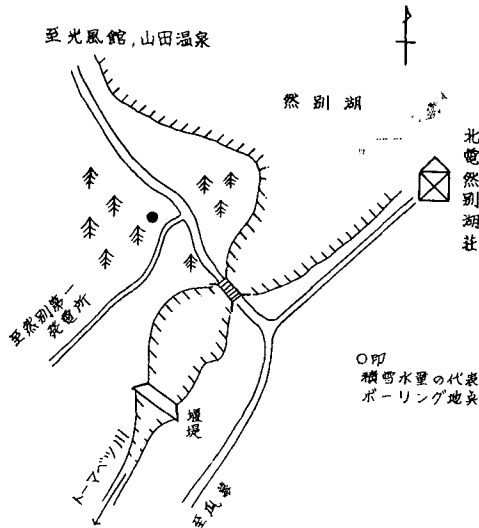
熱伝導度  $1.3 \times 10^{-3} \text{ (cal/cm)}$  於 然別湖荘

のとすれば第4欄の如く、夫々2.3, 3.3,  $3.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ の雪が融けたことになる。1959年の地下30 cmから地表に流れた熱量を採れば $5.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ がとけたことになり前者に比べてやや多くなる。これはあり得ることであつて、冬期は大地の冷却期であるから地下1 mより補給される以上の熱が地下30 cmから地表に流れて、その不足分だけ地下30 cm附近の地層が冷却する訳である。この傾向は地表に近づくに従つて大きくなるものと考えられる。

地熱による融雪が冬期間に平均に流出するものとすれば第5欄のような流出速度になる筈である。ところが実際の冬期の流出速度は第6欄の如くであつて地熱による流出速度の約6倍、地下30 cmの値を使つた場合でも4倍以上になる。ただここでは地表附近の温度が使用されていない。地下30 cmでも地下1 mの計算よりも50%ほど多くなるから地下10 cmの地温から計算すればもう少し地熱による融雪の占める割合が多くなるかも知れない。しかし一方、地下から地表に伝導により移動した熱量は全部積雪を融かすために費されたと仮定して計算したが実際は凍土を融解したり、または地温や雪温を高めただけで大気中に流れる熱量も含まれている。以上の要因を勘案すると地熱による融雪は冬期の流出量の1/3程度しか説明できないのではなからうか。従つて冬期流出量の大部分は凍結線以下に潜つた地下水が再び流出したものである。このことは逆に融雪期の流出率が非常に小さいことから想像される。

X. 測定点の代表性

本調査は稀にみる測点密度で行われたが、将来はなるべく少数点で全体を推定しなければならぬ。測点を減らした場合の精度の変化を調べてみよう。第12表は全ボーリング地点を使つて出した平均積雪水量、7点のトータライザー地点の値を使つて面積荷重法で出した平均



第14図 然別湖荘前の積雪水量の代表ボーリング地点 (小開地) ●印

第12表 積雪水量開地に関する測点の代表性

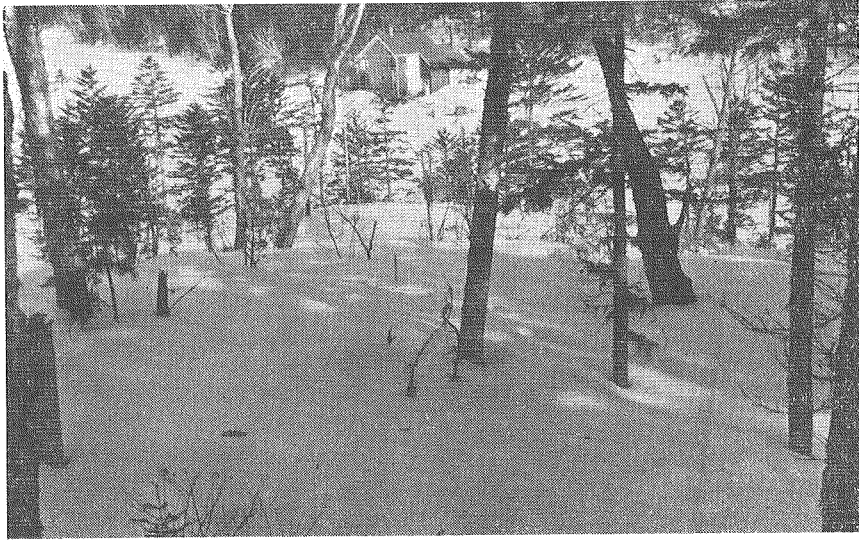
	全ボーリング地点による平均積雪水量* (cm)	トータライザー7地点の平均積雪水量** (cm)	スノゲージ地点の積雪水量 (cm)	然別湖荘前の積雪水量 (cm)
1956年	47	43	46	24***
1957年	42	43	40	44
1958年	61	62	58	54
1959年	51	52	48	48

備考

\* 平均面積高度の積雪水量

\*\* 面積荷重による平均

\*\*\* 1956年以前は吹きさらし地点であつたので1957年以後はトーマベツ川口附近に測点を移動した。



第15図 然別湖荘前の積雪水量の代表ボーリング地点(小開地)  
中央のポール附近、遠方が然別湖荘

積雪水量, ラジオスノーゲージ地点及び然別湖荘前の測点(第14図●印及び第15図中央のポール)の積雪水量(何れも開地)を示す。表からわかるようにトータライザー7地点を使ったものが全ボーリング測点の平均に近いが, ラジオスノーゲージ地点の1点のみでも殆んどトータライザー7地点に劣らない。ただ常に少し少な目に出るが最大-6%に過ぎない。然別湖荘前は最大偏差+4%, -14%でやや劣るが湖荘に近いので大体の傾向を知るには便利であろう。

## XI. 結言と謝辞

大体前報と似た結果が得られたが, 異なる点や新たな結果を列記すれば

1. 総観的な降雪気象条件が変つても, この流域の積雪水量の水平分布はあまり変らない。
2. トータライザーの捕捉率は場所により大体一定している。
3. 融雪期の降雨量及び気温の年偏差が非常に大きいので, 降雨量及び平均気温の長期予報がなければ水位上昇の予測が難しい。
4. 地熱による融雪では冬期の流出の一部しか説明できない。

本研究は費用を委託者北海道電力株式会社に仰ぎ, 流出量及び平均気温は同社高橋和夫氏から提示され, また北電然別湖荘を長期に亘り観測基地として使用した。観測を終了するに当り記して深甚の謝意を表わす。また熱伝導率を実測された陸水及び海洋学研究室の梶原昌弘君, 観測を援助された樋口敬二講師, 藤野和夫, 桜井兼市, 実戸政彦の諸君, 整理を手伝つた水野婁子嬢に深く感謝する。

## 1. Hydrological Investigation in the Lake Shikaribetsu Basin II

By Keitaro ORIKASA, Choji MAGONO, Katsuhiro KIKUCHI,  
Tsutomu TAKAHASHI and Tsutomu NAKAMURA  
(Department of Geophysics, Hokkaido University, Sapporo)

Continuing the work described in the previous paper, the writers surveyed the amount of snow cover and rainfall, and their run off were surveyed.

It was observed that the effect of earth's heat on snow melting is negligible. It was considered that the base run off during the winter season results mainly from the penetrating water under the soil surface.

It was noted that forecasting the amount of rise of the lake level on the basis of the amount of snow cover is difficult, because the rainfall fluctuation from year to year at the snow melting period after the surveyment of snow cover is greater than the fluctuation of the water derived from the snow cover.