

23. 桂沢ダムの積雪とその流出量について

石狩川治水事務所 吉野 一 仁

1. 概 説

積雪の調査を大別すると、次の2項に大別されると考えられる。

1. 積雪基礎調査：単に流域内の積雪の量を調査して埋蔵水量を知ること。
 2. 融雪解析調査：上記の資料を基にしてその時間的な融雪量の変化、すなわち河川への流出を知ること。
- 今回発表するものは、この第1項について当ダムの流域 151.2 km² における昭和 34 年、35 年の2年にわたった調査資料によって得た埋蔵水量までの推定の経過を記してみた。

2. コースの選定

当ダムの流域ならびに選定したコースは、図 23-1 のとおり。コースとしての必要条件は、

1. 東西南北各面を均等に含むこと。
2. 湛水敷より流域最高地点までの高度別が必要。
3. 開潤地が望ましい。
4. 短日時に同コースの調査が完了されること。

当ダム流域はすべてが国有林で、林相が密なため上記の条件を完備するコース選定に困難を感じた。さらに冬季の山岳調査の遭難という点からも満足できるコースは得がたいものである。

当ダムの全流域の高度別面積分布表および図は表 23-1 のとおり。

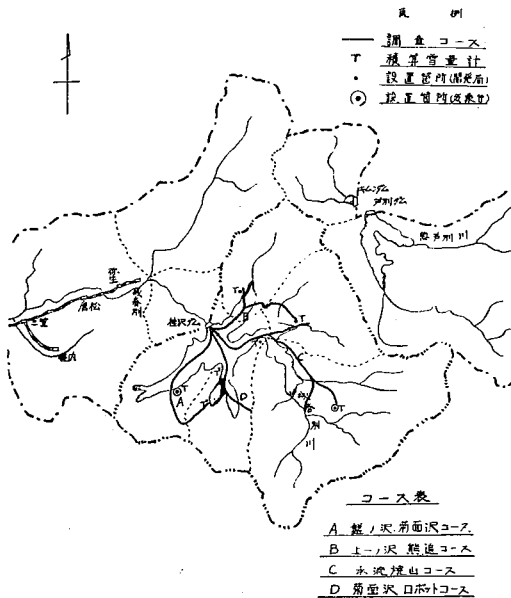


表 23-1 全流域高度別面積分布表

高 度 (m)	面 積 (KM ²)	全流域に 対する 面積比 %	備 考
< 200	7.886	5	
200 ~ 300	41.286	27	
300 ~ 400	49.010	32	
400 ~ 500	31.972	21	
500 ~ 600	12.511	7	
600 <	8.565	6	
全 域	151.200		

同上分布図

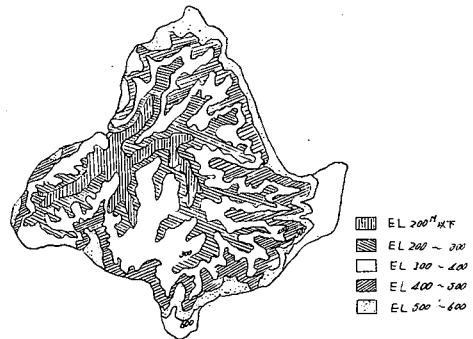


図 23-1 桂沢ダム集水区域図

3. 調査機材

採雪器の写真 23-1, 2 のとおり。

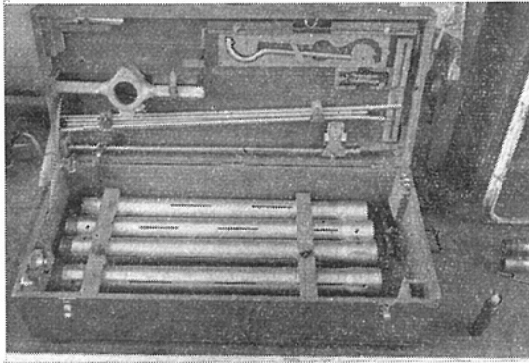


写真 23-1 55 型採雪器

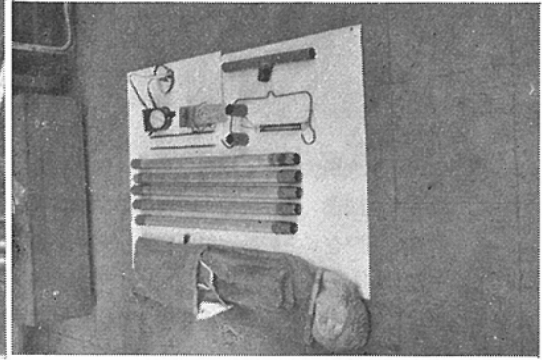


写真 23-2 32 型採雪器

写真 23-1 は中浅測器 KK 製 55 型採雪器で、内径 55 mm のジュラルミン管で作られている。

写真 23-2 は現在一般に使用されてきた 32 型採雪器で内径 32 mm の同じくジュラルミン管で作られている。当然 32 型のほうが重量も軽く、取り扱いが簡単であるが、内部に雪が付着して詰まる可能性が多く、この点だけが難点である。

以上のほか、スキー用具一式（金具の予備を含む）、高度計、磁石、地形図のほかに冬山登山に関する必要具として、携行燃料、マッチ、同食糧、ザイル、着替えの衣服などの配慮は絶対必要である。33 年度の予備調査、35 年の本調査と吹雪に道を失って、救援隊を出した事実からみても調査そのものよりも、冬山登山ということに重点をおかねばならない。

4. 調査結果

34 年度と 35 年度と年別に次のようにまとめた。

昭和 34 年度桂沢貯水池流域積雪調査

本年の積雪調査は第 1 回目を 2 月 17 日～2 月 18 日の 2 日にわたって図 23-1 のように 4 コースを調査し、第 2 回目を 3 月 24 日に行なった。第 1 回測定後なお降雪があったので、第 2 回の測定値により補正し、融雪直前の流域内包蔵水量を知った。なお第 2 回の積雪調査は日程の関係上前回と同コースの調査は不可能であったので 4 コースのうち A コースのみを調査した。このほか基地（管理所）における気象調査資料ならびにダム背面広場において、10 日ごとの雪量調査測定値により、第 1 回測定値を順次補正して融雪解析の資料にした。

表 23-2

高 度	上ノ沢 コース	盤ノ沢 コース	菊面沢 コース	焼 山 コース	菊面沢 ロボット コース	熊追← 上ノ沢 コース	平均 貯水量 (mm)
<200		476	378	420	422	524	444
200~300	455	520	416	430	480	512	469
300~400	494	460	538	494	425	452	477
400~500	545	490		498	510		511
500~600		530					
600<							

高 度	面 積 (km ²)	全面に対する 積 比 (%)	積 雪 貯 水 (×10 ⁷ m ³)	平均積雪水量 (cm)
<200	7.386	5	0.35	44.4
200~300	41.286	27	1.94	46.9
300~400	49.010	32	2.34	47.7
400~500	31.992	21	1.63	51.1
500~600	12.511	9	0.71	57.0
600<	8.565	6	0.55	65.0
全 域	151.2		7.52	47.8

1. 定測値により流域内の包蔵水量を推定するため、まず各コースの採取点の平均を高度別にとり、この平均を流域内の高度別平均貯水高とした。これを表 23-2 とし、さらにこれに各高度別面積を乗じて包蔵水量を求めた。その結果第 1 回調査による包蔵水量は $7.52 \times 10^7 \text{ m}^3$ と推定された。

2. 第 2 回の調査は 3 月 24 日 A コースのみを行なった。この調査により前回調査以後各点とも約 10%~15% の貯水量増加となっていることが判明した。また基地における積雪観測値にても、ダム背面広場における 10 日ごとの調査によっても 10%~15% の増加を立証づけられたので、融雪直前の高度別平均貯水高を表 23-3 のように定め 3 月 24 日現在 $8.441 \times 10^7 \text{ m}^3$ の包蔵水量と推定した。

表 23-3

高 度	面 積 (km ²)	全面に対する 積 比 (%)	積 雪 貯 水 (×10 ⁷ m ³)	平均積雪水量 (cm)
<200	7.836	5.1	0.381	48.56
200~300	41.286	27.3	2.143	51.91
300~400	49.010	32.4	2.708	55.26
400~500	31.992	21.2	1.875	58.61
500~600	12.511	8.3	0.775	61.96
600<	8.565	6.6	0.559	65.31
全 域	151.2		8.441	

昭和 35 年度桂沢貯水池流域積雪調査

本年の積雪調査は、3 月 10 日~3 月 12 日までの 3 日間にわたって昨年の 4 コースの内、菊面ロボットコース(D)を除く 3 コースの測定を行なった。EL=200 m 以下についてはダム背面広場における資料を使用し、前年度と同様表 23-4 より $8.382 \times 10^7 \text{ m}^3$ の包蔵水量を知った。

表 23-4

標 高	上 熊 の 沢 コ ー ス	盤 菊 の 沢 コ ー ス	菊 面 ロ ボ ッ ト コ ー ス	菊 面 焼 山 コ ー ス	焼 山 本 流 コ ー ス	ダ ム 背 面	平 均 貯 水 量 (mm)
<200						526	526
200~300	579	566	512	528	582		553
300~400	551	444	538	700	593		565
400<	552	422	578	646			550

標 高	面 積 (km ²)	全面に対する 積 比 (%)	平均積雪水量 (cm)	積 雪 貯 水 (×10 ⁷ m ³)
<200	7.836	5.1	52.6	0.412
200~300	41.286	27.3	55.3	2.283
300~400	49.010	32.4	56.5	2.769
400<	53.063	35.2	55.0	2.918
全 域	151.2	100.0	54.9	8.382

以上紙面の都合で最終的な資料しか記載できないが、この調査で次のようなことが考えられる。

1. 各コースごとに特別な性質がみられる。当然東西南北による差があるとは思われるが。(各コース別貯水高分布図省略)

2. 少なくとも桂沢ダム流域については全コースの高度上昇と包蔵水量の増加とは必ずしも関係があるとは思われない。(図 23-2 高度別積雪水量図参照)

3. 最終的には基地(ダム背面広場)における調査資料との相関が可能であると思われる。

35 年度 測定値とダム背面広場 積雪調査資料との相関資料省略。

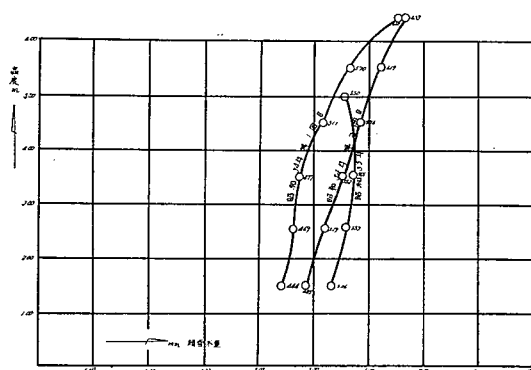


図 23-2 高度別積雪水量図

5. 積雪と流出量

今までの調査によって判明した総埋蔵水量と、貯水池へ流出した水量とを実績によって比較してみると下記の計算式となる。

しかし、このうちこの積雪の融雪期間にさらに降雨があるので、これをどう扱うかが問題である。しかし蒸発という点を除けば、融雪の前後は地下水に対しては飽和状態にあると考えれば、降雨は全量流出すると考えて差支えない。さらに積雪上に降った雨は積雪の密度の上昇に消費されるというデータもでている。

さらに融雪の始終点は基地の最高気温と流出量一覧表より推察した。

以上の仮定で計算すると

昭和 34 年度

流出総量 1,292 m.s.d 表 23-2 自 3 月 12 日至 5 月 20 日までの合計

総降雨量 1,975 mm ≒ 346 m.s.d, 1 mm の降雨に対する 151.2 km² では 1.75 m.s.d

積雪による流出量 1,292 m.s.d - 346 m.s.d = 946 m.s.d

調査による推定水量 8.441 × 10⁷ m³ ≒ 983 m.s.d

流出係数 95%

昭和 35 年度

流出総量 1,258 m.s.d 表 23-2 自 3 月 18 日至 5 月 15 日までの合計

総降雨量 171.9 mm ≒ 301 m.s.d

積雪による流出量 1,258 m.s.d - 301 m.s.d = 957 m.s.d

調査による推定水量 8.382 × 10⁷ m³ ≒ 970 m.s.d

流出係数 98%

表 23—5 昭 和 34 年 度

月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量		
11	1			12	9	4.59	1.5	1	16	1.76	8.1		
	2				10	3.16	—		17	2.46	11.0		
	3				11	3.93	—		18	2.37	12.8		
	4				12	4.18	3.4		19	2.53	4.8		
	5				13	3.03	2.7		20	2.74	0.3		
	6				14	3.59	10.0		21	2.14	—		
	7	15.06	10.5		15	3.43	5.8		22	1.93	—		
	8	6.73	18.0		16	3.02	7.0		23	1.48	1.5		
	9	6.21	0.4		17	2.99	5.3		24	1.98	8.4		
	10	5.80	18.7		18	3.05	6.9		25	2.03	0.9		
	11	4.40	8.2		19	2.96	9.3		26	2.48	—		
	12	4.63	2.2		20	2.26	0.5		27	2.38	2.2		
	13	4.94	10.0		21	2.37	1.8		28	2.26	16.5		
	14	4.56	8.5		22	2.31	7.4		29	2.34	1.0		
	15	6.61	26.1		23	2.25	2.0		30	1.67	0.5		
	16	6.02	17.7		24	2.20	6.7		31	1.20	8.5		
	17	3.97	8.0		25	2.55	18.5		小 計		73.27	148.5	
	18	4.23	9.0		26	2.65	6.5		2	1	1.81	0.7	
	19	4.04	6.6		27	2.57	19.5			2	2.27	1.3	
	20	3.31	4.5		28	2.56	6.5			3	2.58	0.0	
	21	3.71	8.0		29	2.20	4.6			4	2.69	12.2	
	22	3.69	20.5		30	3.08	7.0			5	2.22	11.7	
	23	3.16	11.3		31	1.23	11.5			6	2.09	3.2	
	24	3.61	9.1		小 計		170.49			252.6	7	1.64	0.3
	25	3.24	7.8		1	1	1.19			1.5	8	1.91	1.3
	26	2.93	7.8			2	1.50			7.0	9	1.98	3.0
	27	2.08	0.3			3	2.72			1.5	10	1.79	0.5
	28	2.51	—			4	2.92		0.1	11	2.45	7.6	
	29	2.33	—			5	3.62		1.0	12	2.11	16.8	
	30	2.69	1.5			6	3.87		15.0	13	1.73	0.8	
小 計		109.96	219.7	7		3.72	19.2	14	1.40	4.5			
12	1	2.71	0.5	8		3.67	4.3	15	1.50	—			
	2	2.76	—	9		2.76	1.0	16	1.02	—			
	3	36.79	28.5	10		3.17	0.5	17	1.06	1.7			
	4	24.05	8.0	11	1.93	—	18	2.32	37.4				
	5	9.12	11.5	12	2.02	1.4	19	2.13	9.3				
	6	12.79	14.1	13	1.81	1.0	20	1.53	—				
	7	9.64	31.8	14	2.30	5.7	21	1.68	0.0				
	8	6.32	14.4	15	2.32	12.8	22	1.55	2.3				

月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量
2	23	1.25	—	4	1	4.83	5.8	5	9	10.41	3.2
	24	1.87	—		2	4.52	—		10	10.41	—
	25	2.39	6.0		3	8.16	—		11	11.55	0.5
	26	3.41	3.3		4	17.22	3.0		12	7.24	7.8
	27	3.64	9.8		5	23.36	—		13	9.91	—
	28	3.00	7.8		6	20.05	10.8		14	11.50	—
	29	2.22	3.3		7	14.26	0.6		15	11.45	—
小計		59.54	144.8	8	8.14	0.0	16	18.54	32.1		
3	1	2.12	—	9	12.33	0.0	17	21.02	—		
	2	1.51	1.7	10	28.70	7.1	18	14.98	5.0		
	3	1.96	4.8	11	19.54	—	19	13.99	1.5		
	4	1.45	3.0	12	19.47	—	20	4.80	0.0		
	5	1.39	0.0	13	23.25	3.0	21				
	6	1.34	7.8	14	34.84	13.3	22				
	7	1.58	2.6	15	26.25	—	23				
	8	1.59	0.3	16	19.39	1.0	24				
	9	1.97	1.2	17	17.63	14.0	25				
	10	1.29	—	18	15.65	—	26				
	11	3.27	—	19	21.39	—	27				
	12	14.26	15.0	20	31.40	18.2	28				
	13	20.30	5.0	21	41.09	6.6	29				
	14	9.91	0.5	22	30.96	—	30				
	15	6.41	—	23	23.65	—	31				
	16	4.39	—	24	30.80	—	小計		407.11	59.7	
	17	3.93	—	25	46.50	10.5	合計		1,665.32	984.5	
	18	3.79	—	26	47.92	—	摘要				
	19	4.35	—	27	35.43	—	1.512km ² =1.75 m.s.d				
	20	6.31	14.2	28	36.51	—	1.75 m.s.d×984.5 mm				
	21	11.46	1.5	29	33.06	—	=1722.88 m.s.d				
	22	8.25	0.8	30	36.53	—	$\frac{1,665.32}{1,722.88} = 96\%$				
	23	5.59	—	小計		733.03	93.9				
	24	6.19	0.3	5	1	46.20	6.6				
	25	6.30	—		2	52.03	—				
	26	4.42	4.1		3	44.20	—				
	27	10.22	0.3		4	36.99	1.5				
	28	8.43	1.8		5	33.03	1.5				
	29	5.99	0.4		6	19.54	—				
	30	5.77	—		7	16.11	—				
	31	5.72	—		8	13.21	—				
小計		171.46	65.3								

表 23—6 昭 和 35 年 度

月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量	
11	1			12	9	3.37	2.6	1	16	2.06	5.1	
	2				10	3.48	7.5		17	2.02	3.7	
	3				11	3.27	3.8		18	1.74	11.5	
	4				12	9.04	1.2		19	1.97	8.5	
	5				13	8.35	14.4		20	1.53	3.2	
	6				14	5.27	2.9		21	1.36	5.9	
	7				15	4.36	1.2		22	1.36	6.6	
	8				16	3.30	4.6		23	2.08	10.6	
	9				17	3.99	10.8		24	1.35	1.6	
	10				18	3.37	16.6		25	1.26	3.4	
	11				19	3.51	16.3		26	2.57	0.0	
	12				20	2.33	2.3		27	1.05	0.5	
	13				21	2.49	4.5		28	0.94	0.0	
	14				22	2.57	1.4		29	0.99	0.4	
	15				23	3.98	10.5		30	1.74	—	
	16				24	3.97	0.2	31	1.62	1.5		
	17				25	2.73	2.3	小 計		56.93	233.8	
	18				26	1.91	3.0	2	1	1.89	0.6	
	19				27	2.93	6.4		2	1.46	0.5	
	20				28	2.41	32.6		3	1.42	—	
	21				29	1.85	—		4	1.20	0.0	
	22				30	2.02	—		5	1.31	0.5	
	23				31	2.00	1.4		6	1.66	—	
	24	3.44	5.8		小 計		105.88		21.2	7	1.76	9.7
	25	20.19	39.1		1	1	2.29		0.1	8	1.76	5.7
	26	19.80	18.2			2	2.24		6.1	9	1.41	6.1
	27	7.15	41.4			3	2.28		4.6	10	1.28	17.7
	28	6.98	10.2			4	2.30		26.1	11	1.46	0.5
	29	4.34	0.3			5	2.19		29.4	12	1.63	8.5
	30	4.63	12.6			6	2.57		21.4	13	1.61	4.4
小 計		66.53	127.6	7		2.08	21.7		14	1.56	13.8	
12	1	4.40	33.1	8		1.89	7.3		15	1.54	29.7	
	2	3.49	0.1	9		1.96	9.5	16	1.42	16.2		
	3	2.47	2.1	10		1.47	4.8	17	1.33	2.2		
	4	2.38	0.3	11		2.13	11.6	18	1.28	1.1		
	5	2.06	1.0	12		2.08	5.6	19	1.10	9.5		
	6	3.23	22.0	13		1.15	2.7	20	1.08	1.8		
	7	2.41	3.0	14		2.87	10.2	21	1.02	0.6		
	8	2.52	3.5	15		1.29	10.7	22	0.72	—		

月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量	月	日	流出量	降水量
2	23	0.69	2.5	4	1	6.68	—	5	9	10.71	—
	24	0.63	0.0		2	10.11	—		10	8.00	4.2
	25	1.02	2.3		3	12.27	0.6		11	8.70	15.7
	26	1.34	8.0		4	40.28	6.3		12	18.57	20.6
	27	2.33	—		5	51.78	2.7		13	15.11	0.4
	28	2.34	1.2		6	54.52	12.5		14	10.69	—
小計		39.30	143.1		7	14.25	0.3		15	6.17	—
3	1	2.40	—		8	23.88	7.3		16		
	2	2.07	1.1		9	27.61	4.3		17		
	3	1.65	—		10	14.29	—		18		
	4	1.18	0.0		11	22.01	—		19		
	5	1.39	0.5		12	30.43	—		20		
	6	1.48	—		13	56.94	—		21		
	7	1.62	11.2		14	44.65	1.2		22		
	8	1.65	34.6		15	43.21	6.4		23		
	9	1.27	4.2		16	43.47	—		24		
	10	1.20	3.9		17	48.15	5.3		25		
	11	1.26	11.3		18	26.01	—		26		
	12	1.28	1.3		19	16.15	0.0		27		
	13	1.27	—		20	43.48	—		28		
	14	1.87	—		21	57.53	1.3		29		
	15	1.96	—		22	37.55	—		30		
	16	2.15	—		23	28.49	—		31		
	17	1.07	1.8		24	33.00	1.9	小計		271.88	87.2
	18	3.38	—		25	18.76	—	合計		1,562.34	958.5
	19	3.76	0.0		26	30.92	—	摘 要			
	20	3.59	—		27	25.10	2.3	1 km 当たり 151.2 km ² = 1.75 m.s.d			
	21	3.16	1.5		28	36.50	—	1.75 m.s.d × 938.5 = 1,677.38 m.s.d			
	22	3.43	0.9		29	40.74	—	$\frac{1,562.34}{1,677.38} \approx 93\%$			
	23	2.84	10.2		30	47.21	1.2				
	24	2.45	11.1	小計		934.33	53.6				
	25	3.33	0.3	5	1	32.12	—				
	26	5.44	—		2	25.83	—				
	27	2.90	—		3	25.97	—				
	28	3.35	3.7		4	25.98	18.5				
	29	3.28	2.9		5	32.77	21.5				
	30	5.29	0.5		6	23.21	—				
	31	5.52	—		7	13.68	—				
小計		78.49	101.0		8	14.37	6.3				

以上の結果からみて、調査の成果はかなりの精度とみられるというよりは、この程度のもので融雪時の貯水池の運営には支障がないと思われる。ただしその日時的な変化については今後の課題としたい。

しかしこの結果からいえることは、この調査における流域内の積雪の採取が100%とは思われない。従来の資料をみるとこの採雪器による捕捉率は75%とでているので、これをもって上記流出率を補正すると昭和34年は71%、昭和35年度は74%となる。ともに基底流を含んでいるものとする。

36年7月24日の洪水時の基底流を含む流出率は74%で、この数字を見る限りにおいては妥当な数字と思われる。

6. 結 び

これまで雪量基礎調査の資料と、これに伴う貯水池へ流出量について雑然と資料を掲載しただけで研究論文とするに足らないものだが、この発表文をもとにさらに調査の方法の再検討、定点との相関、融雪の解析などについて御援助を頂ければと思つて発表する次第です。

24. 江別川の流出機構の解析について

——本流との合流の影響を受ける流出解析——

石狩川治水事務所 土佐林 宏
山口 甲
佐藤 清 造

1. 要 旨

江別(千歳)川は、石狩川本流と平坦な広い平野で合流するため、本流の水位上昇の影響を強く受け、流出機構は複雑をきわめており、本流の水位上昇の著しい洪水では約30 km上流まで逆流した現象も観測されている。

このような河川の流出は、従来の降雨と流出のみを取り扱うことでは、解析できない。流出を支配する要素として水面勾配が重要な位置を占めている。われわれは貯溜関数法と水位貯溜量特性曲線を使用する逐次計算によって、実洪水の解析を試み、一応の成果を得たのでその方法を紹介するものである。

2. 流域および河川

千歳川は源を支笏湖に発し、火山抛出物による台地を東流し、途中水力発電に利用せられ約30 kmで千歳市街にいたる。ここまでは河川勾配も1/100~1/200の急流であるが、千歳市街を過ぎると北へ転流し、急に1/5,000~1/7,000の勾配で流速緩慢となり、途中、支川、長都川、嶮淵川、漁川、島松川、輪厚川などを合流して旧夕張川落口に達し、これより江別川となって石狩川に注ぐ。

	流域面積	河 川 勾 配	備 考
石 狩 川	11,458 km ²	1/4,000 (計画高水)	江別川合流点
江別(千歳)川	1,194	0~27 km 1/5,300. 27~43 km (計画河床) 1/7,000	山地面積 419.2 km ² 平地面積 686.0 " 水面積 88.8 "