

降水量ト流出量トノ關係

言

議

土木學會誌

第一卷第六號

大正四年十二月

工學士 山 田 胖

土木學會誌第一卷第二號所載工學士金森鐵太郎氏ノ降水量ト流出量トノ關係ハ從來河川ニ關スル研究ノ資料ニ乏シカリシ本邦學術界ニ裨益スル所少カラサル可ク殊ニ河川ニ關スル事務ニ執掌スル小子ノ如キ切實ニ有難味ヲ感スル所ナリ右ニ就キ余カ最近本邦一河川ニ於テ流出係數ヲ計算セシモノアリ素ヨリ充分ノ研究ニ成リシモノニ非ス其計算ノ方法不完全ナルヲ免レサル可キモ記シテ以テ參考ニ供ス若夫レ掲記セル數字カ氏ノ高遠ナル研究ニ關シ一資料タルヲ得ハ望外ノ幸ノミ

一 流域

流出量係數ノ算出ニ用ヒシ河川ハ阿賀野川水系日橋川ニシテ流量測定ノ地點ハ猪苗代湖ノ流出日十六橋ノ稍下流ナリ流域ハ北緯三七度及三八度ノ中間ニシテ日本々島ノ殆ト中軸ニ位ス其狀況第一圖ニ示スカ如ク東西ニ狹ク南北ニ長ク面積五二三方里アリ一般ニ高峻ナル山脈ニ圍マレ中央ハ稍平夷ナルモ中部ニ近ク盤梯山猫魔山等ノ火山アリ是等ノ火山ノ噴出ハ所々ニ狹谷ヲ遮斷シテ猪苗代湖ヲ始メ數多ノ湖沼ヲ現出セリ

二 降水量ノ計算

臨時發電水力調査局ニ於テ全國ノ河川ニ就キ調査ヲ行ヒシ時代ニ於テ其測定ノ結果ニヨリ各所ノ河川ニ就テ流出量ノ計算ヲ行ヒシニ其流出係數何レモ大ニシテ一般ニ八〇—九〇ぱいせんとニシテ大ナルハ一〇〇ぱいせんと以上ニ達セリ是測定及計算ノ方法ニ於テ適當ナラサルモノアリシニ因ル可ク其原因ニ就キテハ左記數項ニ歸セリ

イ 雨量觀測ノ誤差

ロ 觀測雨量ト流域平均雨量トノ差

ハ 觀測シ得サル降水量

ニ 地形上ノ流域面積ト實際ノ流域面積

ホ 流量測定ノ誤差

ヘ 流出量査定ノ誤差

雨量觀測ニ於ケル學術上ノ微小ナル誤差ハ暫ク之ヲ論セス雨量觀測ノ誤差ハ其觀測人ノ良否位置ノ如何、雨量觀測ノ方法ニヨリテ大ニ左右セラル、モノナリ觀測人ノ良否ニ就キテハ大ニ注意セサル可ラス即其勤勉ナルカ怠慢ナルカハ大ニ其結果ニ影響ヲ及ホスモノナリ然レトモ雨量計ノ潜水瓶ハ特別ノ大雨ナラサル限り能ク數日ノ雨量ヲ得ルモノナルヲ以テ怠慢ナル觀測人ナル時ハ雨量ノ日々ノ配置ニ就キテハ誤差アルヲ免レストスルモ月量若クハ年量ニ於テハ大ナル誤差ヲ起スコトナカルヘシ位置ノ撰定ハ頗ル困難ナル事業ナリ一般ニ附近數十間ニ就キテハ建物樹木等ナキ平坦ナル土地ヲ選ムコトヲ得ルモ稍廣義ノ地形的位置ハ多ク觀測人住宅ノ位置ニ拘束セラレテ選擇ノ自由ヲ許サス例ヘハ同一村落ニ於テモ常風ニ面スル斜面ト常風ニ脊スル斜面トニ於テハ雨量ニ差アルヘク又凹地等ニ於テハ雪量一般ニ大ニ從ツテ雨量モ幾分大ナル可ク其他種々ノ局部的變化少カラサル可シ然レトモ此點ニ依ル誤差ハ正又ハ負ナルヘク流域内ニ

多數ノ雨量計アルトキハ其誤差ハ存外小ナル可キカ(但シ雨量計ノ位置カ多ク道路豁谷等人文ノ發達シ易キ部分ナルハ注意スヘキ事項ナリ)雪量ノ觀測ハ最困難ナルモノニシテ殊ニ雨雪交々至ルコトアリ其觀測方法ヲ一般ニ規定シ難ク科學的智識ノ貧弱ナル一般ノ觀測人ニヨリテ之カ正確ナル觀測ヲ得ンコトハ不可能ノコトナリ而シテ其誤差ハ不規則ナルヘキモ實際ノモノヨリ幾分過小ナル傾向アリ

觀測雨量ヨリ平均雨量ヲ算出スルニハ流域内及其附近ノ雨量觀測ニヨリテ等雨量線圖ヲ造リ夫ニヨリテ平均雨量ヲ計算セリ然レトモ雨量觀測所ハ一般ニ低地ニアリ而シテ雨量ハ一般ニ高度ト共ニ増加スルヲ以テ低地ノ觀測ニヨリテ畫カレタル等雨量線ヨリ平均雨量ヲ算出スルトキハ其值ハ實際ノ值ヨリモ過少ナルコト論ヲ俟タス

以下(ハ)乃至(ヘ)ノ各項ニ就テハ金森氏ノ詳論セラレタル所ノ如クナルカ以上ノ各原因中雨量ヲ過少ナラシムヘキ或ハ流出量ヲ過大ナラシム可キ即流出係數ヲ過大ナラシムルニ最影響アルモノニ就キテ考フルニ雨量觀測ノ誤差ハ勿論少カラサル可キモ其結果ハ正負兩様ニシテ必シモ雨量ヲ過少ナラシムルモノニアラス觀測シ得サル雨量ハ少カラサルモノアル可キモ之ハ實地上ノ降水量ニハ算入スルヲ要セサル可ク又地形上ノ流域面積ト實際ノ流域面積ト相違スル場合ハ火山等ニヨリ地層ノ不整合ナル場合ニ多カル可キモ此場合ニハ一方ノ流域ニ於テ流量大ナルトキハ他方ノ流域ニ於テ流量比較的小ナラサル可ラス數多ノ流域ニ於テ皆流量ノ過大トナル原因トナス可ラス茲ヲ以テ見ルニ數多ノ流域ニ於テ皆其流出係數ヲ過大ナラシメシ原因ハ(ロ)ノ原因即流域平均雨量ノ算出方法及(ホ)及(ヘ)ニヨルモノトスルヲ至當トス殊ニ發電水力地點ニ於ケルカ如ク河川ノ上流部ニ屬シ其流域中山岳地大部分ヲ占メ且山地中ノ大部分ハ森林繁茂スルカ如キ場合ニ於テ實際ノ雨量カ觀測雨量ニ比シテ大ナルコト一層甚シキモノト認メタリ

故ニ本流域ノ研究ニハ斯ノ如キ誤差ヲ輕減スルコトニ努メタリ今本流域内ニ於テ利用シ得ヘキ雨量計ノ位置及其觀測期間ヲ示セハ次ノ如シ(第一圖參照)

地名	設置者名	觀測期間
戸ノ口 福良 猪苗代 檜原	猪苗代水力電氣會社 福島縣 同務省	明治四十五年四月以降 明治四十四年十二月以降

右ノ内四觀測所皆觀測ノ完全ナルモノハ大正三年ノミニシテ大正二年ニ於テハ檜原本觀測所ハ四十四年中元臨時發電水力調査局ニ於テ其觀測ヲ開始シ大正二年五月同局ノ廢局ニヨリテ其觀測ヲ止メ同年九月以來内務省ニヨリテ續行セラレタルモノナリニ於テ三ヶ月ノ缺測アリ四十五年大正元年ニ於テハ戸ノ口ニ三ヶ月ノ不足アリ然レトモ流量測定ノ結果ハ四十五年以降三ヶ年間完成セラル、ヲ以テ僅少ノ不足月量ハ附近雨量計ノ各月量百分率ニヨリテ補ヒ此三ヶ年ニ就キテ平均降水量ヲ計算セリ

平均降水量算定法ノ大要ヲ述フレハ次ノ如シ

- 一 流域内外各種高度ノ雨量觀測所ヲ探リ其海拔ノ高度ヲ横距トシ雨量ヲ縦距トシ各地各年ノ年雨量ヲ入レ高度及雨量ノ關係ヲ表ハセル圖ヲ造リ最小自乘法ニヨリ各點ヲ中分セル曲線ヲ求ム之ヲ雨量及高度ノ曲線トス
- 二 流域ノ同高線圖ニヨリ其高距ニヨリ流域ヲ數區ニ區分シ各區ノ面積ヲ夫々 a_1, a_2, \dots トシ各區内ノ平均高度ノ雨量ヲ雨量及高度ノ曲線ニヨリテ求メ之ヲ夫々 h_1, h_2, \dots トシ左式ニ

ヨリテ高度ニヨリ更正セラレタル雨量 R_0 ヲ得

$$R_0 = \frac{\sum_{cor}}{\sum A_0} \dots \dots \dots (H)$$

三 全流域ヲ雨量觀測所ノ配置ニヨリ各雨量觀測所ノ代表スヘキ數區ニ分チ各區ノ面積ヲ夫々 A_1, A_2, \dots トス A_0 ハ即全流域面積ナリ

四 各雨量觀測所ノ海拔高度ニヨリ其標準雨量ヲ雨量及高度ノ曲線ニヨリテ求ム之ヲ $\%'$ $\%''$ トシ左式ニヨリテ平面的平均雨量ヲ出ス

$$R = \frac{\sum R_0 A}{\sum A} \dots \dots \dots (N)$$

五 R_0 及 R ノ比ヲ雨量ノ高度更正係數トス

$$K = \frac{R_0}{R} \dots \dots \dots (3)$$

六 各年ノ平均雨量ヲ得ルニハ各觀測所ノ觀測年雨量ヲ用ヒ第四項ノ方法ニヨリテ R ヲ求メ之ニ K ヲ乘シテ平均雨量トス

七 月雨量モ第六項ト同様ノ方法ニヨリテ求ム
右ノ方法ニヨリテ計算シタル數字ヲ摘記スレハ次ノ如シ

雨量及高度ノ曲線ヲ求ムルタメ前述流域内四觀測所ノ外流域外ニ於テ稍低地ニ屬スル若松及喜多方ヲ採レリ元來本地方ハ本島ノ中軸ニ位シ夏時ニハ其氣象狀況太平洋ノ影響ヲ受ケ冬期ハ日本海ノ影響ヲ受クルヲ以テ其雨量等ノ性質ヲ論スルニハ流域ノ東西兩方ノ觀測所ヲ採ラサル可ラサルモ其東方ニハ山脈高ク概シテ其影響少カル可ク且ツ良好ノ觀測所ナカリシヲ以テ西方ノミヲ採レリ今此六觀測所ノ海拔高及年雨量ヲ表示スレハ左ノ如シ

地名	海拔高 (米)	年 雨 量 (耗)		
		明治四十五年 大正元年	大正二年	大正三年
喜多	215	1551	1439	1468
若戸	219	1440	1808	1250
良代	530.5		1725	1739
原	540.0		1740	1522
	570.0		1493	1407
	820.0	2380	2345	2112

右表ノ各年雨量ヲ海拔高ヲ横距トシテ配列スレハ第二圖ニ示スカ如シ本圖ヲ見ルニ雨量ノ諸點ハ稍曲線狀ニ配列セラレタリ之ニヨリ此曲線ヲ假ニ一ノ二次曲線トシテ算出シタルモノ次ノ如シ

$$r = 1,507.9 - 0.836 h + 0.00216 h^2 \dots \dots \dots (4)$$

但 r = 年雨量一耗
 h = 海拔高度一米

流域ヲ其高度ニ〇〇米突毎ニ區分シ各區面積ヲ計算スレハ第一圖中ニ表示スルカ如シ此各區ノ平均高度ニ對スル雨量ヲ(4)式ニヨリテ求メ之ヲ(1)式ニ入ル、事左表ノ如シ

高 度	面 積 (a)	平均高度 (h)	年 均 雨 量 (r)	$\frac{1}{a^2} \times \frac{1}{1000}$
514—600	17.12	550	1701	29.12
600—800	9.42	700	1980	18.61

即

各雨量計ノ代表スヘキ面積ヲ分ツニハ本地方ノ等雨量線圖及地形風向等ヲ考ヘ第一圖ニ於テ點線ヲ以テ示スカ如ク之ヲ分テリ之ニヨリ(2)式ヲ計算スルコト次ノ如シ

800—1000	14.12	900	2503	85.34
1000—1200	5.44	1100	3199	17.41
1200—1400	2.34	1300	4064	9.51
1400—1600	1.94	1500	5104	9.90
1600—1800	1.72	1700	6386	10.89
1800—	0.18	1830	6993	1.26
計	52.30	—	—	132.04

$$R_0 = \frac{132,040}{52,30} = 2,527 \text{ mm.}$$

地名	海抜高(米)	(4)式ニヨリテ計算セシメタル雨量	面積 A	$r_0 A \times \frac{1}{1000}$
戸ノ口	520.5	1657.4	4.5	7.46
福良	540.0	1685.2	13.5	22.75
猪苗代	570.0	1733.3	11.0	19.07
檜原	820.0	2273.9	23.3	52.6
			52.3	101.88

$$R = \frac{101,880}{52,3} = 1,948 \text{ mm.}$$

$$K = \frac{2527}{1948} = 1.297$$

降水量ト流出量トノ關係 附 載

是本流域ニ於ケル雨量ノ高度更正係數ナリ之ニヨリテ流域ノ各年及各月ノ平均流量ヲ求ムルコト次ノ如シ

表 正 更 量 雨 月 表 一 第

代表面積	戸ノ口	福良		猪苗代		稽原		流域平均 夏月雨量
		$A_2=13.5$	$A_2=11.0$	$A_3=11.0$	$A_4=23.3$			
	観測雨量 $r_1 A_1$	観測雨量 $r_2 A_2$	観測雨量 $r_3 A_3$	観測雨量 $r_4 A_4$	$r_1 A_1$	$r_2 A_2$	$r_3 A_3$	$\frac{\sum r A}{\sum A}$
一 月	—	100.3	1,806.0	150.5	1,650.0	366.4	8,530.0	297.3
二 月	—	156.0	2,807.0	129.4	1,420.0	316.6	7,370.0	287.8
三 月	—	187.4	3,370.0	168.1	1,850.0	222.3	5,180.0	258.0
四 月	—	74.2	1,336.0	82.6	908.0	152.9	3,560.0	144.0
五 月	65.1	105.2	1,420.0	93.5	1,028.0	58.6	1,360.0	104.1
六 月	150.0	206.9	2,790.0	145.7	1,603.0	169.3	3,950.0	257.2
七 月	291.9	148.5	2,005.0	359.5	3,950.0	333.7	7,770.0	373.0
八 月	240.2	211.8	2,860.0	205.6	2,260.0	160.1	3,730.0	296.2
九 月	233.7	1,051.0	4,040.0	195.2	2,150.0	188.6	4,370.0	288.7
十 月	47.7	85.6	1,155.0	68.4	752.0	93.3	2,160.0	106.5
十一月	100.4	59.5	805.0	150.2	1,652.0	198.0	4,580.0	186.2
十二月	69.0	132.1	1,783.0	130.7	1,437.0	120.0	2,780.0	156.7
全 年	—	1,766.7	23,840.0	1,849.4	20,350.0	2,379.8	55,420.0	2,617.0

明治四十五年、大正元年

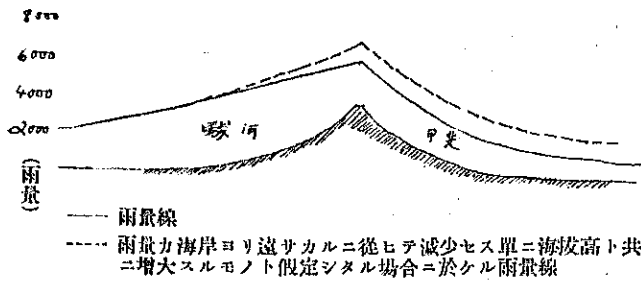
大正二年	全	大正二年												大正三年			
		一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月				
107.5	484.0	204.2	2,759.0	105.2	1,157.0	212.0	4,940.0	231.7	62.0	279.0	51.6	697.0	42.5	467.0	133.0	3,098.0	112.6
86.1	387.0	84.2	1,137.0	74.4	518.0	83.5	1,945.0	106.1	86.1	271.0	45.8	61.8	69.4	763.0	106.1	2,474.0	102.2
133.2	599.0	114.8	1,550.0	113.1	1,244.0	141.5	3,295.0	165.7	119.5	538.0	125.7	1,697.0	131.4	1,445.0	134.7	3,118.0	168.6
157.4	708.0	192.2	2,595.0	171.0	1,880.0	259.5	6,008.0	277.7	289.1	1,301.0	482.3	6,515.0	333.7	3,650.0	546.0	12,635.0	597.5
136.2	613.0	111.3	1,526.0	88.4	972.0	123.5	2,860.0	148.0	136.2	613.0	133.1	1,798.0	112.7	1,239.0	181.1	4,192.0	193.2
125.2	563.0	133.1	1,798.0	112.7	1,239.0	181.1	4,192.0	193.2	130.8	589.0	86.1	1,162.0	74.7	821.0	213.9	5,068.0	189.5
318.1	1,432.0	108.5	1,465.0	176.6	1,942.0	204.9	4,745.0	237.8	1,725.2	7,760.0	1,739.8	23,520.0	1,493.1	16,425.0	2,344.7	54,270.0	2,531.0
127.8	575.0	38.7	522.0	75.4	830.0	174.0	4,055.0	148.4	130.8	589.0	32.4	437.0	104.5	1,150.0	139.9	3,260.0	134.7
124.9	562.0	77.2	1,041.0	59.6	656.0	135.0	3,145.0	134.0	149.0	671.0	125.5	1,695.0	94.1	1,035.0	179.7	4,185.0	188.3
77.4	348.0	72.9	985.0	59.0	649.0	72.6	1,692.0	91.1	99.5	445.0	103.7	1,400.0	93.9	1,033.0	106.4	2,480.0	132.8
276.7	1,245.0	174.9	2,360.0	230.3	2,534.0	451.3	10,510.0	412.7	276.7	1,245.0	174.9	2,360.0	230.3	2,534.0	451.3	10,510.0	412.7
322.0	1,448.0	554.7	7,490.0	301.4	3,316.0	407.1	9,480.0	539.0	322.0	1,448.0	554.7	7,490.0	301.4	3,316.0	407.1	9,480.0	539.0
77.1	347.0	176.4	2,380.0	121.9	1,343.0	117.5	2,730.0	168.6	77.1	347.0	176.4	2,380.0	121.9	1,343.0	117.5	2,730.0	168.6

2107

日本銀行東京支店

年	十月		十一月		十二月		全年
	143.1	644.0	71.2	961.0	76.9	846.0	
	50.7	228.0	26.0	352.0	40.6	447.0	116.8
	159.8	718.0	68.5	925.0	149.0	1,639.0	36.2
							175.2
							4,080.0
							182.6
	1,758.7	7,910.0	1,522.1	20,550.0	1,406.6	15,480.0	2,111.7
							49,250.0
							2,320.0

以上ノ方法ニ就キテ注意スヘキ事項並ニ計算中感シタル事項ヲ列記スレハ次ノ如シ
 雨量ノ配置(各地ニ於ケル雨量ノ多少)タルヤ本來種々ノ事項ニ左右セラレ容易ニ之ヲ一ノ數學的
 函數ニヨリテ表ハスコトヲ得サルモ其種々ナル原因中稍一般的ニシテ且ツ測定シ得ヘキモノハ
 一、緯度 二、海岸ヨリノ距離 三、海拔高度 四、常風ノ方向ナリ即雨量ハ以上ノ四因子ト或ル常數
 ニ成ル函數トスルコトヲ得ヘシ然ルニ本研究ニ於ケルカ如キ小ナル流域ニ於テ而モ其海岸ヨリ
 ノ距離比較的遠キ場合ニ於テハ一、二、四ノ各原因ハ其各部分ニ於テ略常數ト見ルヲ得ヘキカ如ク
 此場合ニ於テ測定シ得キ原因ハ海拔高ノミナリ而シテ其他ノ原因ニヨル變化ハ非常ニ狭小ナ
 ル地方的ナルヲ以テ雨量ヲ海拔高ノミノ函數トスルコトニヨリテ甚シキ矛盾ナキカ如シ
 次ニ雨量及高度ノ曲線ヲ如何ナル形ニスヘキカ余ノ淺學ナル未タ歐米ノ學說ニ就キテ知ル所ナ
 キモある不_レず、ろ_ッき_一等ノ地方ニ就キテ考フルニ極メテ一般的ニ論スルトキハ直線ナリト斷定スルコ
 ニ假定シタルカ如シ之ニ就キテ考フルニ極メテ一般的ニ論スルトキハ直線ナリト斷定スルコ
 トノ適當ナルモノアル可キモ小ナル區域ニ就キテハ此曲線ハ決シテ直線ナリト斷定シ難キカ如
 シ何トナレハ局部的ニ論スルトキハ海岸ヨリノ距離ノ如キ他ノ原因モ函數中ニ入り來ルヲ以テ
 ナリ斯ノ如キ現象ハ富士山ノ如ク海岸ニ聳立セル山嶽地ニ於テハ最も明ニシテ同地附近ニハ高
 度大ナル地ニ充分ノ觀測ナキモ其山麓ニ於ケル數箇所ノ結果ニヨリテ想像スルニ次ノ如シ即其



第三圖

雨量觀測ノ結果ヲ高度ヲ横距トシテ配列スルニ第三圖ノ如ク其南面ニ於テハ直線形ヲナセトモ北面ニ於テハ曲線形ヲ探ルヲ見ル是レ即海岸ヨリノ距離カ函數中ニ含マル、コトヲ證スルニ足ルモノニシテ南面ニ於テハ高度ノ増加ニ從ヒテ雨量ヲ増スモ亦從ツテ海岸ヨリノ距離増大スルヲ以テ幾分雨量増加ノ度ヲ減少シテ雨量ト高度ノ關係ハ一ノ直線ヲナスモ北面ニ於テハ高度ノ

減少スルニ從ツテ海岸ヨリノ距離モ増加シ兩々相俟ツテ一層雨量減少ノ度ヲ速ナラシメ茲ニ一ノ曲線ヲ作ルモノナルカ如ク今猪苗代流域ヲ見ルニ其東西ノ幅ハ日本海ヨリノ距離ニ比シ比較的小ナルモ地形概シテ北西ニ高ク且西ノ常風ニヨリ降雪ヲ起スコト比較的多キヲ以テ雨量ノ高度ニ對スル關係ハ一ノ曲線ナリトスルモ必シモ不當ナラスト信ス然レトモ前述ノ第四式カ必シモ正當ナリト信スル能ハス該式計算ニ用ヒタル最高ノ觀測所ハ檜原一ヶ所ニシテ檜原ハ流域中稍西方ニ位シ三方ニ高山ヲ以テ圍マレ降雪量ノ殊ニ多カル可キ地形ニアルヲ以テ此一地點ノ降雨量ノミヲ以テ曲線ニ大ナル彎曲ヲ與フルコト必シモ正當ナラサルコト明ナリ

次ニ斯ノ如キ山麓ニ近キ高度ニ於テ計算セシ曲線ヲ山頂迄用ヒ得ルヤ否ヤハ實際山頂等ニ於テ雨量觀測ヲ行ハサレハ之ヲ證シ難シ然レトモ或ル一定度ノ高度ニ達スル迄雨量ハ高度ヲ増スト共ニ次第ニ増加スルコトハ事實ニシテ而モ其増加ノ程度ハ決シテ輕微ナルモノニ非サルコトモ稍確實ニ想像シ得ヘシ然レトモ本例ニ於ケルカ如ク一八〇〇米突ニ於テ雨量七〇〇〇耗ニ近キカ如キハ稍其增加率大ニ過クルカ如

降水量ト流出量トノ關係

附錄

キモ他ニ良曲線ヲ造ル可キ材料ナキト又高度大ナルニ從ヒ其面積小ナルヲ以テ夫ニ因ツテ起ル誤差モ決シテ大ナラサル可ク暫ク此曲線ヲ用フルコト、セリ

流域平均年雨量ノ精密ナルモノヲ得ント欲セハ各年ニ就キ前述ノ如キ高度ニ對スル曲線ヲ造リテ計算スルニ如カス然レトモ斯ノ如キ方法ハ勞多キニ比シ前述ノ一般ノ方法ニ比シ左程精密ナリト云フヲ得ス

流域平均月雨量ノ算出ニハ便宜上年雨量ノ算出ト同様ノ方法ヲ用ヒタルモ此方法ハ適切ナラス今各地ノ月雨量ヲ採リ是ヲ其海拔高度ニヨリ製圖スルニ毎月一樣ノ曲線ヲナスモノニ非ス而シテ冬期ニ於テハ一般ニ良好ナル曲線ヲナスモ夏期ニ於テハ其配列頗不規則ナルコト多シ是レ夏期ニ於テハ極メテ局部的ノ驟雨アリ一ヶ月位ノ合計ニテハ其影響甚々大ナルヲ以テナリ本例ニ於テハ極メテ一般的ニ年雨量ノ計算ト同様ノ方法ヲ採リシモ若シ稍正確ナル結果ヲ得ント欲セハ少クトモ一年ヲ四季ニ分チ各季ニ對スル雨量及高度ノ曲線ヲ算出シ夫ニヨリ各季ニ對スル雨量ノ高度更正係數ヲ算出シ夫ニヨリテ毎月ノ雨量ヲ更正スヘキモノトス

要スルニ或ル流域ニ於ケル或ル期間ノ降水總量ヲ求ムルコトハ非常ニ困難ナルコトニシテ種々ノ點ニ考慮ヲ費サ、ル可ラス殊ニ本邦ノ如キニ於テハ大陸諸國ニ於ケル場合ト異ルコト左表ノ如キモノアリ

- 一 大陸諸國ニ比シ地形非常ニ錯雜セルコト
 - 二 研究スヘキ面積一般ニ小ナルコト
 - 三 雨量觀測ノ良好ナルモノ少ナキコト
 - 四 氣象狀況非常ニ複雜ナルコト
- 故ニ本邦ノ河川研究ニ就テハ各河川個々別々ニ夫ニ適應スル方法ヲ講セサル可ラサルカ如シ

三 流出量ノ計算

流量ノ測定ハ猪苗代湖ノ流出口十六橋ノ稍下流ニ於テ猪苗代水力電氣株式會社ニヨリテ行ハレタルモノヲ用ヒタリ測定ニハぶらいす式流速計ヲ用ヒ河川ヲ横斷シテ半永久の木橋ヲ架シ水平間隔十尺毎垂直間隔一尺毎ニ讀ミヲ探レリ元來日橋川ハ其上流ニ猪苗代湖ヲ初メ數多ノ湖沼アリ加フルニ水源地ノ大部分ハ有孔質ノ火山岩火山砂等ニシテ流量ノ自然的調整充分ニ行ハレ且又其流出口ニハ十六橋ノ制水門アリテ人爲的調整行ハル、ヲ以テ洪水量ノ大ナルモノナク且上流ヨリノ流砂ハ猪苗代湖ニヨリテ充分沈澱セラシムル、ヲ以テ日橋川ノ水ニハ洪水時ト雖モ大ナル浮流物アルナシ故ニ流量測定地點ニ於テ横斷面ノ變形スルコト非常ニ少ナク數多ノ流量測定ノ結果ヲ製圖スルニ其各點ハ殆ト一線上ニ配列セラレ其流量曲線ヲ求ムルニ最小自乘法ニ依ラサルモ充分正確ナル結果ヲ得ル程ナリ只時恰モ猪苗代水力電氣ノ工事中ニ屬シ十六橋ノ改築ヲ行ヒシ際ナリシヲ以テ量水標ニ移動ヲ生シ且ツ工事ノタメ多少横斷面ニ變化ヲ生セシモノ、如ク該工事中ニ對シテハ特ニ一ノ流量曲線ヲ作ラサルヲ得サリキ

水位觀測ハ午前六時及午後六時ノ二回ニ行ハレタルモ其日表ヲ通覽スルニ水位ノ急激ナル變化少ナク午前午後ノ差大ナルモノアラサリシヲ以テ午前六時ノ水位ヲ以テ其日ノ平均水位トシテ計算セリ此點ニ關シテハ金森氏ノ所論ノ如ク變化急激ナラサル河川ニ於テハ此方法ニヨル誤差少カル可ク林業試驗報告第十二號ニヨルニ同所ニ於テ行ヒタル試驗ニ於テ自記量水標ニヨリ水位ノ平均シタルモノト一日五回觀測ニヨル水位ノ平均ニヨルモノトヲ比較スルトキハ一日中ニ於テハ其誤差ノ最大ナルモノニ七ば一せんとニ及フモ一年ニ通計スルトキハ其誤差僅ニ〇・〇二ば一せんとニ過キササル結果ヲ得タリ故ニ一日一回ノ水位ヲ以テ平均水位トスルコトハ實地上可ナリ上流ノ地方ニ於テモ差支ナキカ如クナルモ流域面積ノ比較的小ナル地點殊ニ積雪大ナル地

方ニ於テハ注意スヘキコトナリ斯ノ如キ地方ニ於テハ一日中温度ノ變化ニ應シテ水位ノ規則的變化アリ即午前中ハ水位次第ニ上昇シ午後ニ至リテ最高ニ達シ以下次第ニ下降スル傾向アリ斯ノ如キ變化ハ其流域ノ狀況ニヨリ顯著ナルアリ然ラサルアリ時間ノ如キモ種々ニシテ又斯ノ如キ波カニツ以上モ表ハル、モノアリ各川各位置ニ於テ種々ニシテ通論シ難キモ要スルニ或種ノ川ニ於テハ一日中ニ水位ノ規則的變化アルコトハ事實ナリ(此事實ハ元臨時發電水力調査局秋田出張所長タリシ久永勇吉氏カ其所管ノ川ニ就キテ注意シ稍完全ナル觀測ヲ行ハントセシモ時恰モ廢局ニ際シ充分ノ結論ニ達セザリキ)斯ノ如キ河川ニ於テハ一日一回ノ觀測ヲ以テ一日中ノ平均トスルトキハ年中ニ於テハ集積的誤差ヲ起スモノナルヲ以テ少クトモ一日中數回ノ觀測ノ平均ヲ探ラサル可ラス日橋川ノ流量ハ前述ノ如クニシテ之ヲ求メシモ湖水ノ流出口ニハ十六橋ナル制水門アリテ從來灌溉及排水等ノ必要ニ應シ湖面ノ調整ヲ行ヒタルヲ以テ日橋川ノ流量ハ流出係數ヲ求メ得ヘキ自然ノ流量ニ非ス且又湖水ヨリハ安積疏水、戸ノ口堰、布藤堰等數多ノ用水アリ是等モ其必要ニ應シ若干ノ水ヲ他ニ流下スルヲ以テ正シキ自然ノ流量ヲ得ルニハ是等ヲモ更正セサル可ラス幸ニ湖面ノ水位ハ一日二回ノ觀測アリ又用水量ハ其水路ニ於ケル水位ノ變化少キヲ以テ日橋川ノ流量ヨリ自然ノ流出量ヲ計算スルコト難事ニ非ス斯クシテ計算セル流出量ヲ

第二表及第四圖ニ示ス

四 降水量ト流出量トノ比較

以上ノ結果ニヨリ何等ノ遲延法ヲ用ヒス曆年ニヨリテ區分シテ年流出係數ヲ比較シテ左ノ結果ヲ得タリ

大	明	治	正	四	十	五	年
大	正	二	年				
大	正	三	年				

月々ノ流出係數ニ於テハ遲延法ヲ行ハス其儘ニテ比較スルトキハ非常ノ差異アリ今第二表及第四圖ニ之ヲ示ス即一、二月ニ於テ多量ノ降雪アルモ流域ノ大部分ハ凍結シテ流出量非常ニ少ク流出係數ハ二〇及三〇ばいせんとナルモ三月頃ヨリ積雪ハ多少融解シテ流出係數急激ニ増加シ八〇ばいせんとニ達シ四月ニ於テハ融解極度ニシテ五月ニ於テハ融解ハ幾分減少スルモ雨量増加シ爲メニ流出係數ハ一〇〇乃至一五〇ばいせんとニ達ス以下六、七、八、九月ニ於テハ時ニ豪雨等アリテ係數非常ニ不規則ナルモ三年間ヲ平均スルトキハ四〇乃至五〇ばいせんとニシテ九月ニ於テ係數ノ大ニシテ一〇〇ばいせんと以上ナルハ八、九月ノ交ニハ豪雨ノ襲來多ク八月末ニ於ケル多量ノ降雨カ翌月ニ於テ流出セシモノ多キニヨルヘシ以下十、十一、十二月ニハ次第ニ流出係數少ナク遂ニ十二月ニ於テ約五〇ばいせんとニ達ス遲延法ニ就キテハ金森氏ノ論セラレタル所頗ル廣汎ナルモ余ハ更ニ左ノ方法ヲ用ヒタリ遲延ノ原因ヲ舉クレハ次ノ如シ

- 一 地表ヲ流下スル水ハ割合ニ速ク下流ニ達ス
- 二 地中ニ浸透セラル、水ハ徐々ニ下流ニ達ス
- 三 湖沼ノ如キハ地表水ノ流下ヲ遲延ス

斯クノ如ク降水量ノ流出ニハ種々ノ遲延アリ又或一ツノ原因例ヘハ地表ヲ流下スルモノニ於テモ地表カ既ニ飽和セシ場合ト然ラサル場合トハ大ニ其流下ノ遲速ヲ異ニシ又既ニ飽和セシ場合ニ於テ多量ノ降雨アリトスルモ其降雨カ一度ニ流下スルニ非ス先ツ次第ニ流下量ヲ増シテ上流ノ水位カ最大ニ達セシトキ最大ノ流下ヲナシ以後降雨ナキモ流量ハ尙存シ上流ノ水位ノ減スルト共ニ次第ニ其量ヲ減スルモノニシテ地中ニ浸透セシ水ノ如キニ於テハ一層遲延ノ甚シキモノ

2114

アリ其關係タルヤ頗ル複雑ニシテ到底一律ニ何日ノ遅延ヲ以テ最適當ナリト云フヲ得ス要スルニ或日ノ流量ニハ其日ニ最近ク且多量ニ降りシ雨カ最大ナル部分ヲナスコト勿論ナルモ其他ノ部分ハ其以前ニ降りシ種々ナル雨量ニヨルモノナルコト明ニシテ殊ニ平水時ニ於テハ必シモ其最近ノ雨カ大部分ナリトモ斷言シ得サル理由アリ茲ヲ以テ遅延法トシテハ一ヶ月ヲ更ニ數個ノ等期間ニ分チ各期間ノ雨量ニ輕重率ヲ附シテ平均スルヲ最適當ナル方法トス例ヘハ期間ヲ十日毎トシテ每期ニ降りシ雨量ヲ夫々 $r_n, r_{n-1}, r_{n-2}, \dots, r_1$ トシ其輕重率ヲ夫々 $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ トシ各期ノ雨量ノ遅延更正法ヲ施シタルモノヲ夫々 $R_n, R_{n-1}, R_{n-2}, \dots, R_1$ トスレハ

$$R_n = \frac{r_n w_n + r_{n-1} w_{n-1} + \dots + r_1 w_1}{w_n + w_{n-1} + \dots + w_1} \quad (5)$$

此方法ニ於テ期間ノ長短 (n) ノ選定ハ全ク任意的ナルモ其地ノ雨量日表ニヨリ多少其値ヲ定メ得ヘキモノナリ一般ニ w_n ハ w_{n-1} ヨリ大ナラシメ全期間ハ少クトモ一月以上ニ渉ル可キハ勿論ニシテ今一期間ヲ十日トスルトキハ左記ノ如キモノハ稍良結果ヲ得ルモノト信セラル

$$R_n = \frac{3r_n + 2r_{n-1} + r_{n-2}}{6}$$

又ハ

$$R_n = \frac{3r_n + 3r_{n-1} + 2r_{n-2} + r_{n-3} + r_{n-4}}{10}$$

本流域ノ計算ニ於テハ單位期間ヲ一月トシ $n=12, w_1=w_2=1$ 即單ニ或月及前月ノ雨量ノ平均ヲ以テ其月ノ雨量トシテ計算セリ其結果ハ第二表及第四圖ニ示スカ如クスノ如キ簡單ナル遅延法ニテモ稍良好ナル結果ヲ得タリ

表 較 比 量 出 流 及 量 雨 表 二 第

年	月	流域平均雨量 (耗) r	流量 (耗) q	$\frac{q}{r}$ (%)	前月雨量 $r' = \frac{r_n + r_{n-1}}{2}$	$\frac{q}{r'}$ (%)
明治四十五年、大正元年	一月	297.3	69.7	25.6	—	—
	二月	287.8	82.5	29.3	292.6	28.2
	三月	258.0	168.1	65.2	272.9	61.6
	四月	144.0	212.9	147.8	201.0	105.5
	五月	104.1	197.5	194.5	124.5	158.5
	六月	257.2	121.7	53.7	180.7	67.3
	七月	373.0	204.9	54.8	315.1	65.0
	八月	296.2	236.9	96.2	334.6	70.8
	九月	288.7	230.0	79.6	290.4	79.2
	十月	106.5	141.5	133.0	197.6	71.7
	十一月	186.5	75.1	40.3	146.5	51.2
	十二月	156.7	94.4	60.2	171.6	55.2
全年	2,617.0	1,835.2	70.2	—	—	
大	一月	231.7	59.5	25.7	194.2	32.2
	二月	112.6	67.8	60.2	172.2	39.4
	三月	106.1	89.0	83.8	109.4	81.3
	四月	102.2	163.3	164.5	104.2	161.5

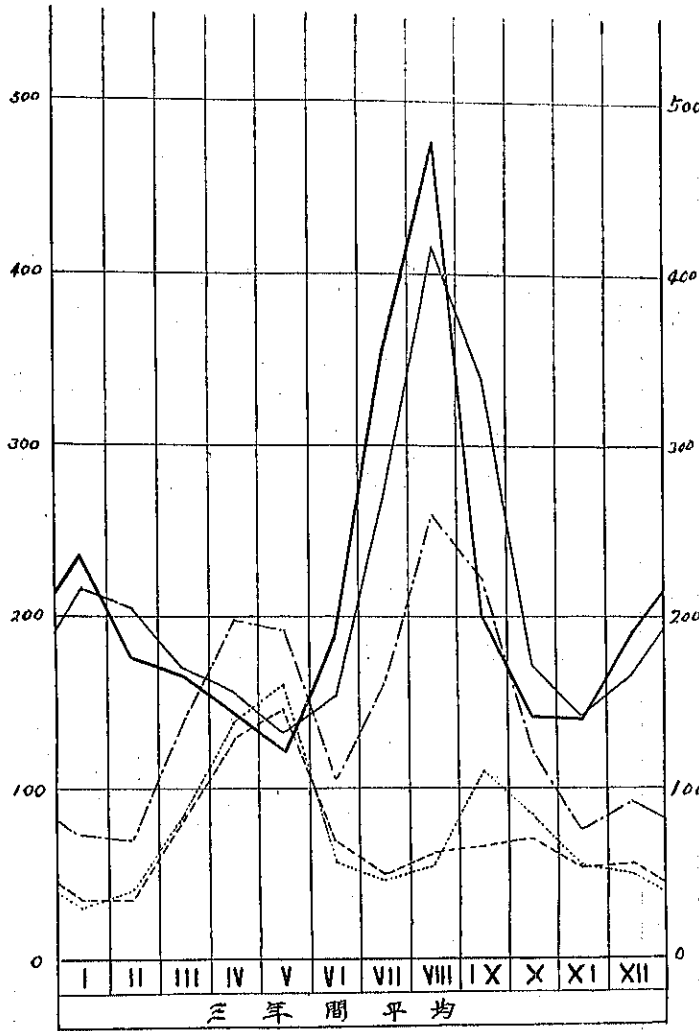
年	正					年			
	五	六	七	八	九				
十二月	165.7	168.6	277.7	597.5	148.0	189.5			
十一月	179.1	114.7	132.6	228.5	224.7	108.2			
十月	108.0	68.0	47.8	37.3	151.4	59.3			
九月	134.0	167.2	228.2	437.6	372.8	170.6			
八月	133.7	62.6	59.4	51.1	60.5	63.4			
七月	62.3	191.4	191.4	213.7	49.3	49.3			
六月	118.0	62.3	49.6	213.7	55.3	55.3			
五月	1,580.0	62.3	62.3	2,490.5	63.5	63.5			
全年	2,531.0	1,580.0	62.3	2,490.5	63.5	63.5			
大	正	三	年	一月	148.4	92.4	62.3	193.1	47.9
				二月	134.7	61.8	45.5	141.5	43.7
				三月	134.0	163.7	122.0	134.4	121.8
				四月	188.0	215.5	114.4	161.0	133.9
				五月	91.1	202.2	222.0	139.6	144.2
				六月	132.8	83.8	61.9	112.0	74.8
				七月	412.7	143.7	347.5	272.8	53.2
				八月	539.0	323.0	59.8	475.9	67.6
				九月	168.6	211.0	125.0	353.8	59.6
				十月	128.2	111.7	86.9	148.3	75.3
				十一月	46.4	60.5	130.3	87.3	69.3
				十二月	182.6	65.5	37.4	114.5	57.2

全年	2,320.0	1,734.8	74.8	2,334.2	74.3
----	---------	---------	------	---------	------

又右三年間ノ平均値ヲ求ムルニ次ノ如シ

月	流域平均 雨量 (糎)	流出 (糎)	$\frac{q}{p}$ (%)	前月ノ 平均雨量 $p' = \frac{p_n + p_{n-1}}{2}$	$\frac{q}{p'}$ (%)
一月	235.8	73.9	31.4	214.1	34.5
二月	175.3	70.7	40.7	205.6	34.4
三月	166.0	140.3	84.6	170.7	49.6
四月	144.7	198.9	137.5	135.4	128.0
五月	120.3	192.9	160.3	132.5	145.6
六月	186.2	106.7	57.1	153.3	69.6
七月	354.5	160.4	45.5	270.4	59.4
八月	477.6	261.1	54.7	416.5	62.7
九月	201.8	221.9	109.8	339.7	65.4
十月	142.6	120.5	84.6	172.2	70.0
十一月	140.8	76.6	54.4	141.7	53.0
十二月	192.4	92.6	48.2	166.6	55.6
年	2,538.0	1,716.5	67.6	2,538.0	67.6

2117
 之ニヨツテ見ルニ一月二月ハ積雪ノ時期ニシテ流量少ク三月ニ至リテ稍増スモ未タ著シカラス
 四月ニ至リテハ急ニ増加シ五月ニ至リテ最大ニ達ス是五月ニ於テハ融雪量ノ大ナルト夫ニヨリ



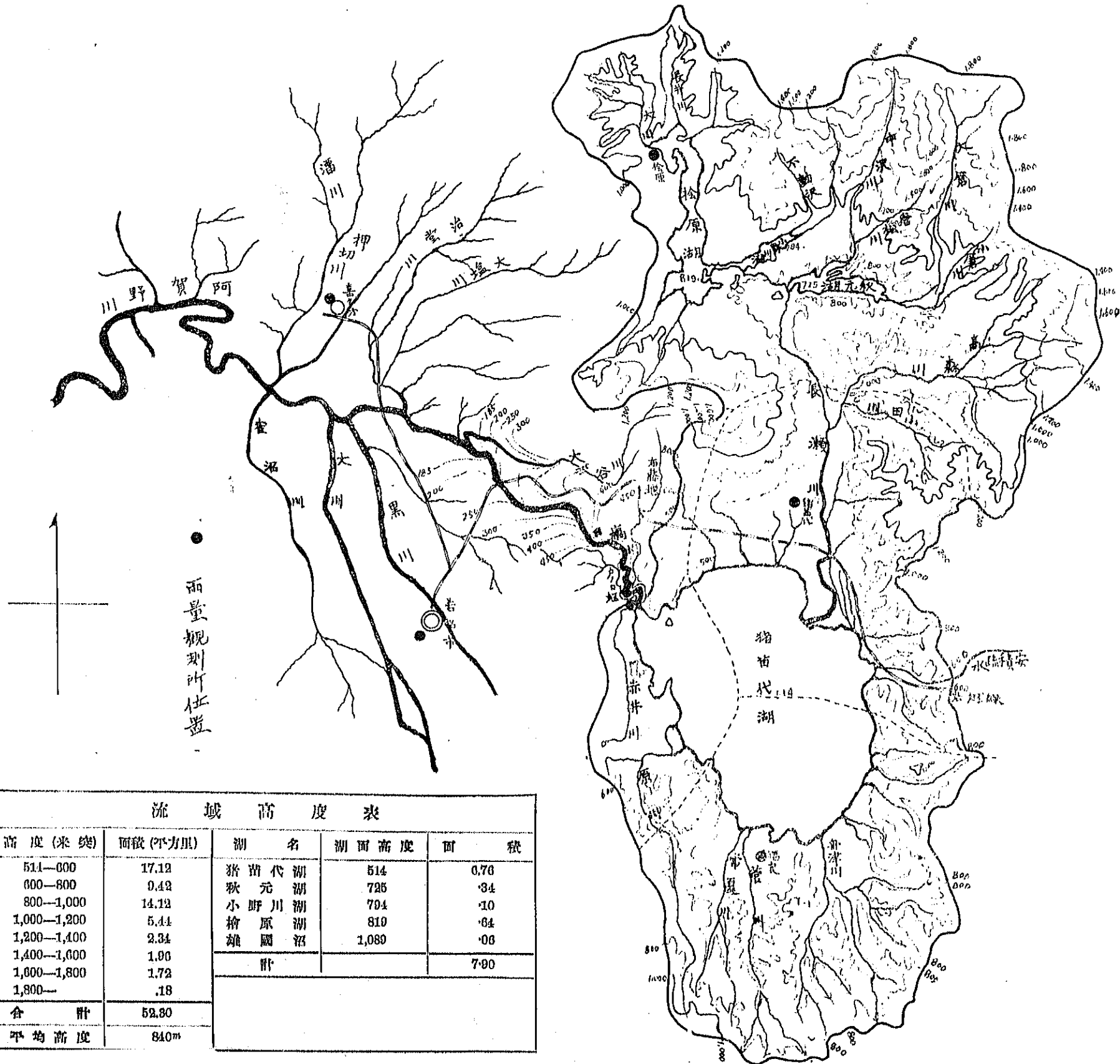
第五圖

テ飽和セラレタル流域ニ稍多量ノ降雨アルヲ以テナリ六月ニ於テ流出係數急ニ低下シ以下次第ニ減少シテ八月ニ於テ最低ナリ是八月ニ於テハ往々晴天ノ連續スルコト多ク多少ノ降雨アルモ地面ニ吸收セラル、モノ多キト蒸發量ノ最大ニ達スルヲ以テナルヘシ以下稍増加シ十月ニ於テ係數幾分大ナルモ以後次第ニ減少ス斯ノ如キ遲延法カ果シテ正當ナルヤ否ヤハ大ニ研究ノ餘地アル可キモ此方法ニヨリ種々ナル *w* 等ノ値ニ就キテ試ムルトキハ其流域ニ就キテ最適當ナル是等係數ノ値ヲ見出スコト難事ニ非サルカ如シ若シ夫レ冬期ノ係數ニ就キ適當

観測雨量
連続二ヶ月ノ雨量ノ平均
流出量
理論的流出係數
實地的流出係數

ナル遅延法ヲ試ムルニハ温度ノ測定ニ依ルニ非スンハ良好ナル結果ヲ得難キカ如シ
 流量係數ニ就キテハ種々ノ遅延法ニヨリ實際ノ流出關係ヲ表ハセル係數ヲ算出スルコトハ前述
 ノ如キ種々ナル困難アリ斯ノ如クシテ得タル係數ヲ理論的係數トシ單ニ何等ノ遅延法等ヲ用ヒ
 スシテ得タル係數ヲ數年間平均シタルモノヲ實地的係數トシテ兩係數ヲ比較スル必要ナキカ識
 者ノ教ヲ俟ツ實地的係數カ毎月甚シキ差異アル所以ハ月末ニ豪雨等ノアリシ場合ニ於テ僅ニ一
 二日ノ差異ヲ以テ雨量ハ前月ニ流出量ハ翌月ニ計算セラル、如キカ大ニ影響スルモノナルヲ以
 テ數年間ノ平均ヲトルトキハ是等ニヨル差異ハ次第ニ減少セラレ係數ノ變化甚シカラス餘程理
 論的係數ニ近クモノナリ第五圖ニ於テ示スカ如ク僅ニ三年間ノ平均ヲ採ルモ猶實地的係數ハ餘
 程理論的係數ニ近ツクヲ見ル然レトモ如何ニ長日月ノ平均ヲ採ルモ此實地的係數ハ決シテ理論
 的係數ニ一致スルモノニアラス必ス其間ニ若干ノ遅延アリ此遅延ハ始メニ理論的係數ヲ計算ス
 ルニ用ヒシ遅延法ノ如何ニヨルモノナルモ若遅延法ニヨリテ計算セラレタル降水量ノ曲線カ最
 ヨク流出量ノ曲線ト一致スルカ如キ遅延法ヲ用ヒテ理論的係數ヲ計算シタリトスレハ此場合ニ
 於テ理論的係數ト實地的係數トヲ月ノ順序ニ並フルトキハ其間ニ存スル各月若クハ各季節ノ遅
 延ハ以テ流域ニ於ケル各季節ノ吸收性ヲ示スモノニ非サルカ(完)

第一圖 橋川流域圖



流域高度表

高度 (米 綫)	面積 (平方里)	湖 名	湖面高度	面 積
511—600	17.12	猪苗代湖	514	0.76
600—800	0.42	秋元湖	726	0.34
800—1,000	14.12	小野川湖	794	1.10
1,000—1,200	5.44	檜原湖	810	0.64
1,200—1,400	2.34	雄國沼	1,089	0.08
1,400—1,600	1.90	計		7.90
1,600—1,800	1.72			
1,800—	.18			
合 計	52.80			
平均高度	840 ^m			

圖 二 第

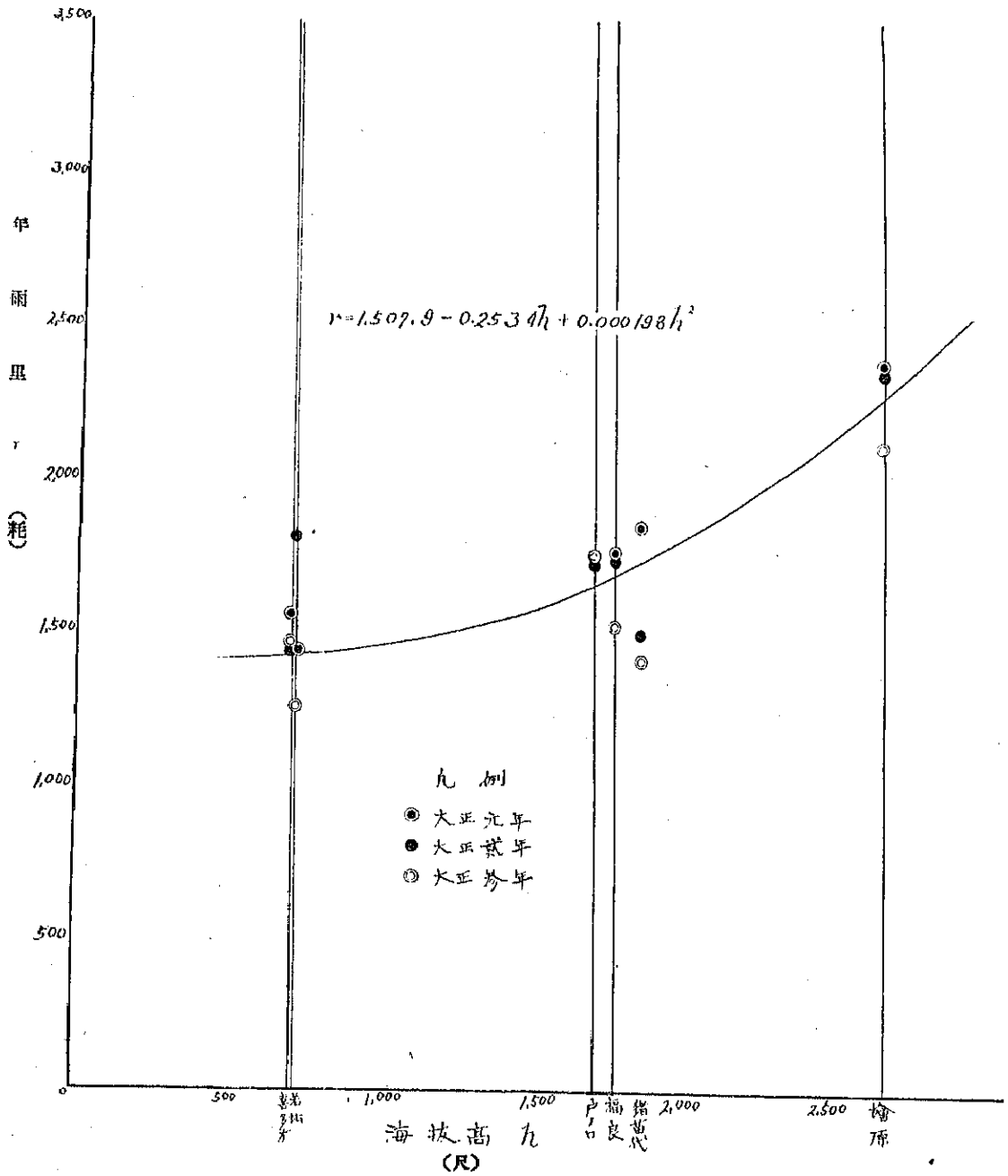


圖 四 第

