

华北降雨率公式之研究

華北水利委員會

水文氣象測驗報告

第三種

華北降雨率公式之研究

徐世大 董貽安著

華北水利委員會編印

民國二十四年十二月

序

此一小冊子，寥寥二十餘頁。然其工作所費，達年餘之久。雖非恆心貴當之作，而在中國尚爲創舉。至以面積與雨量聯繫於一公式，則舉世無其先例，余於「華北雨量之研究」一文中，曾爲一度之嘗試，此則更爲深入。以雨量與面積關係之複雜，若爲一大膽之假設者。然與流量公式之用流域面積者相比，亦未見其不合理也。

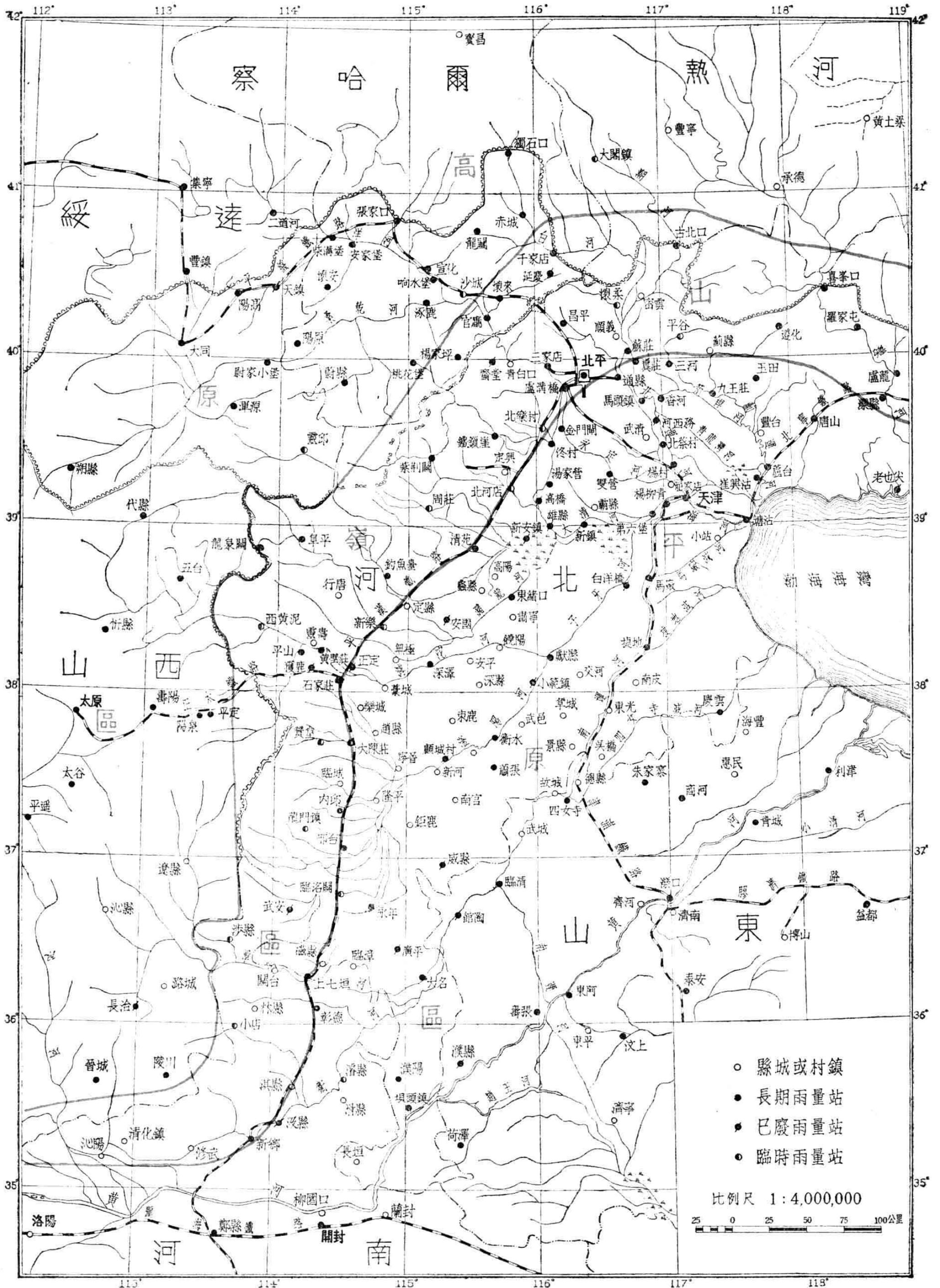
爲此研究之動機，實在設計水利工程，時感覺流量估計之困難。初欲於歐美諸國已有各公式中求之，然蒐集五十餘公式之後，爲之廢然而返。其詳見余所著「洪水流量估計方法之檢討」一文，載華北水利月刊八卷一二期合刊。夫水之來由於雨，則雨量之研究爲先。雨量之研究，雖亦爲各國所有，而華北雨量之記載，又僅僅十六年也。然以地位，地勢，地質之不齊，勢不能強而同之。以華北論，平原，山嶺，高原三區，已有顯著之差異，則研究之對象，捨此十六年之記載將何從乎？

繼此而研究者，將爲雨量與流量之關係，此關係更爲複雜，而記載更爲缺乏，其能否得此僅有而不愜意之結果，尚未敢必。

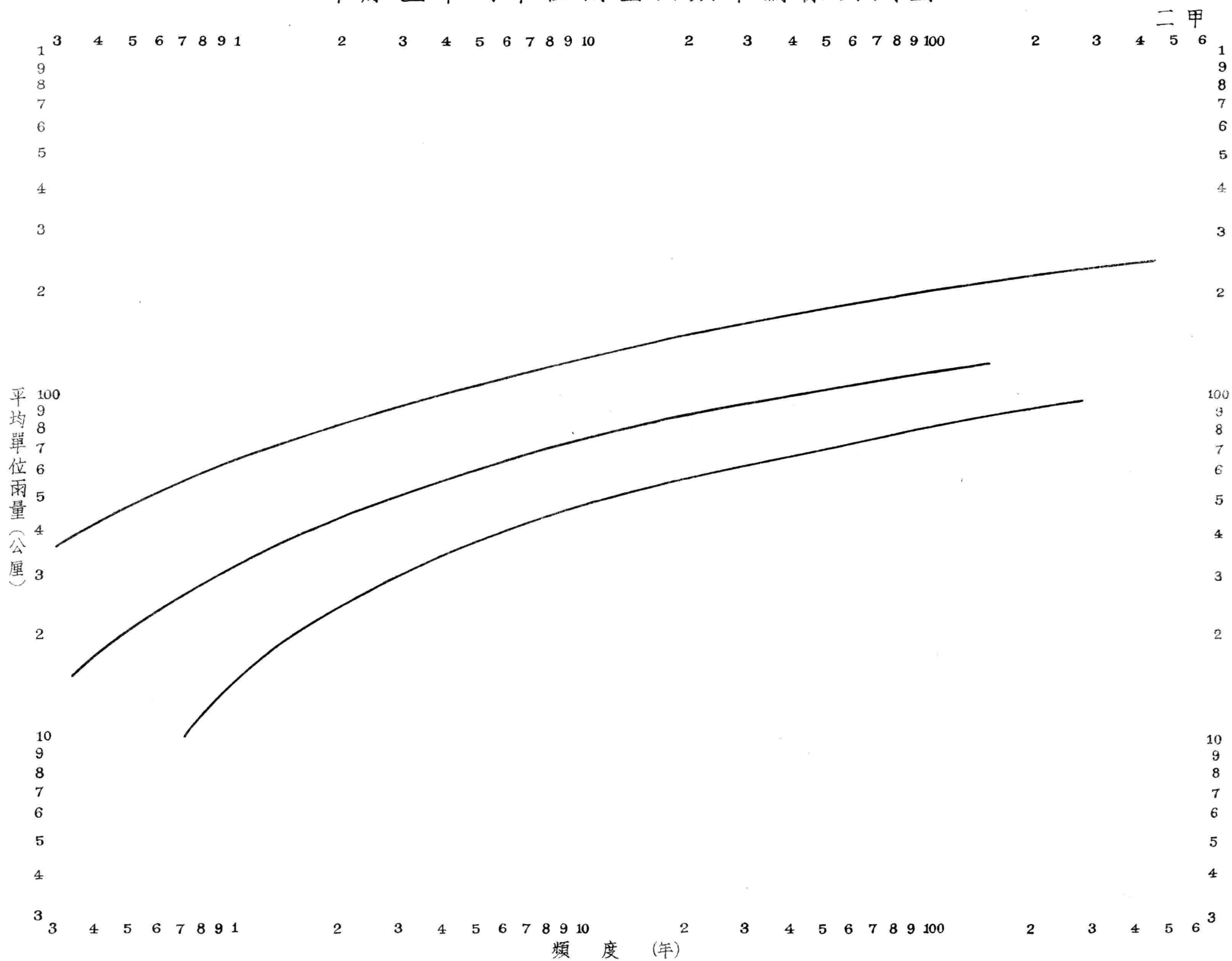
最先助余蒐集整理材料者，許君元瀚之力爲多，而許君已先逝，書此以誌感悼。

中華民國二十五年七月徐世大序

華北地勢分區圖

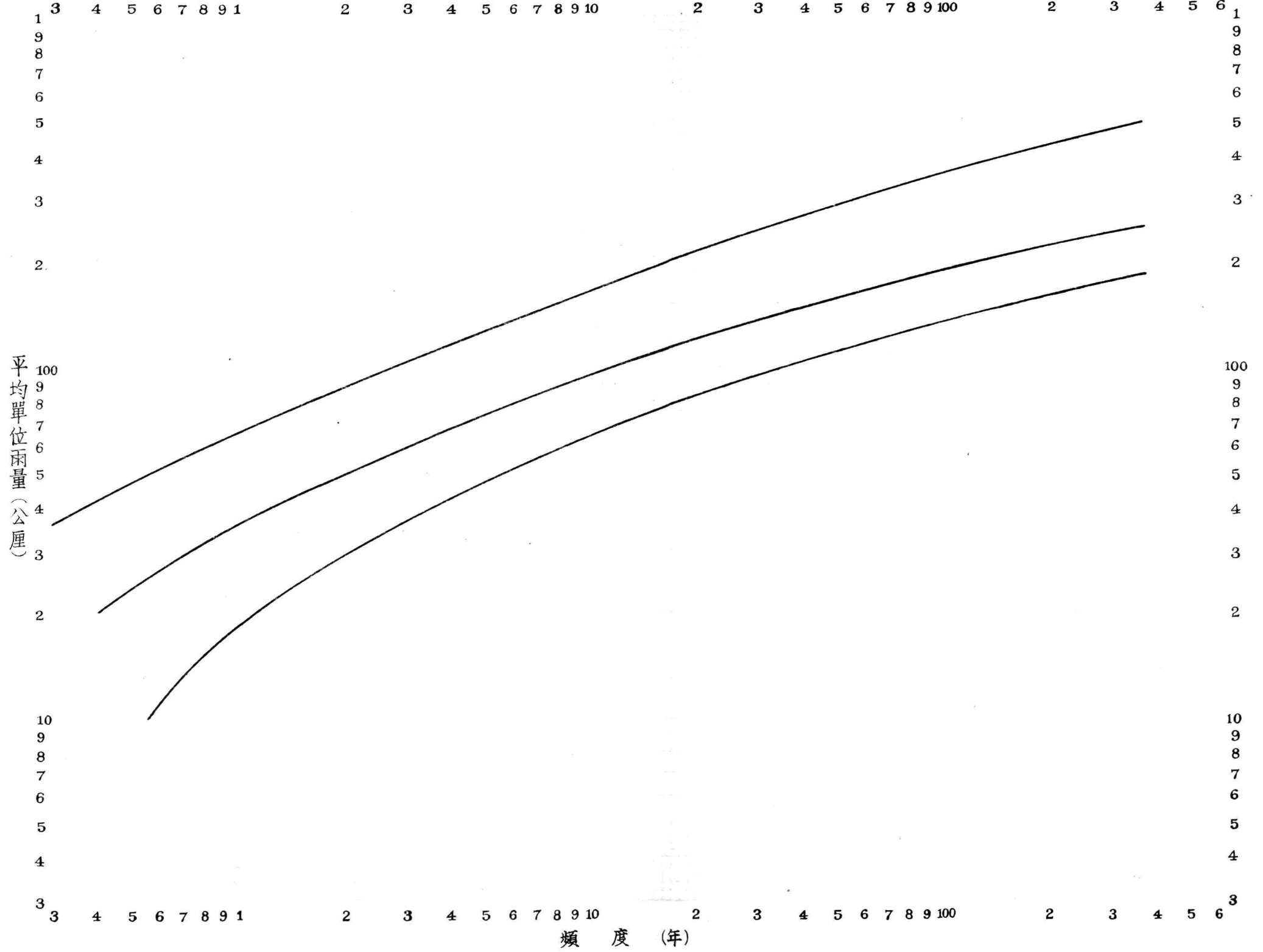


平原區平均單位雨量與頻率關係曲綫圖



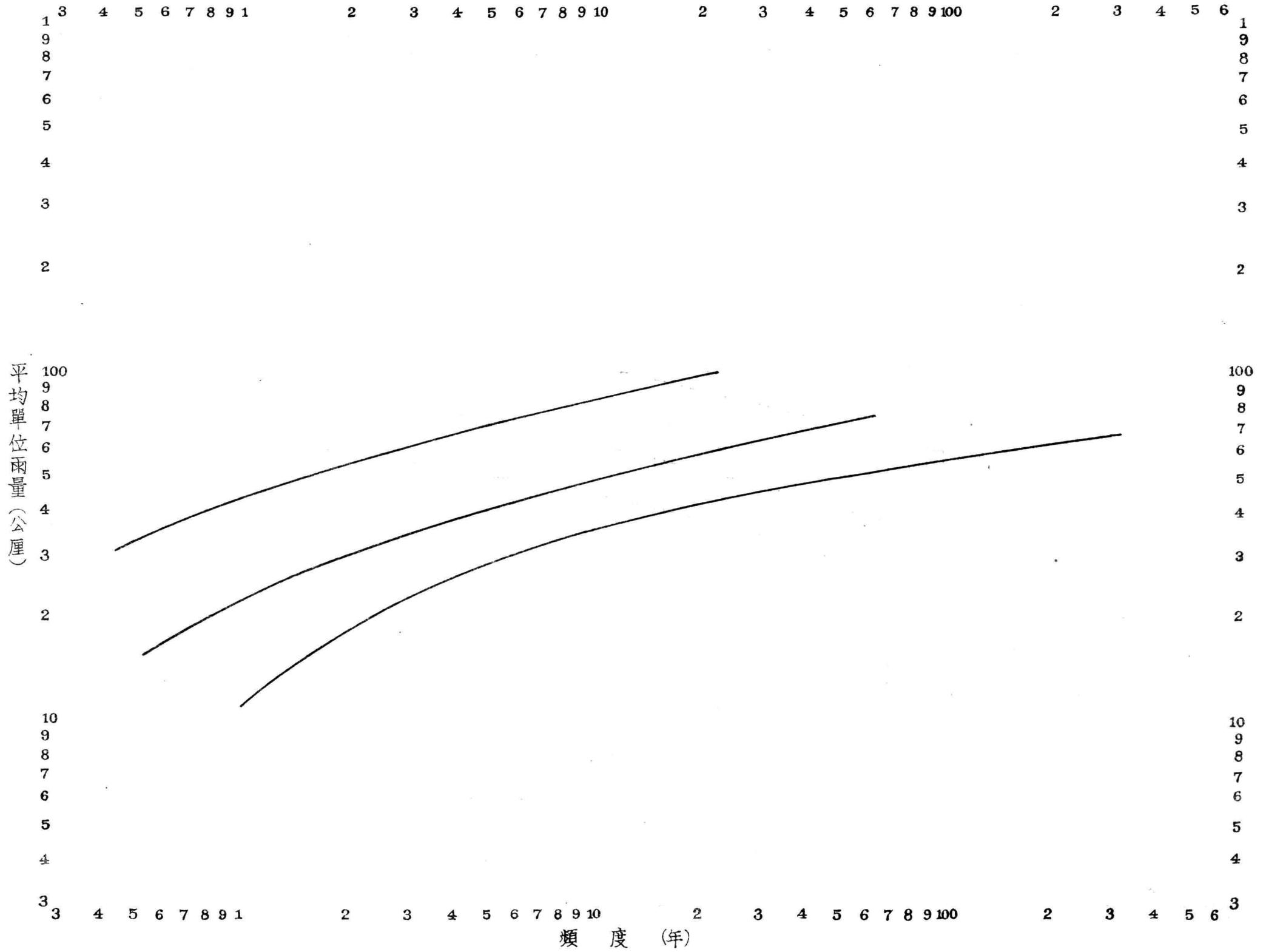
山嶺區平均單位雨量與頻率關係曲綫圖

二 乙

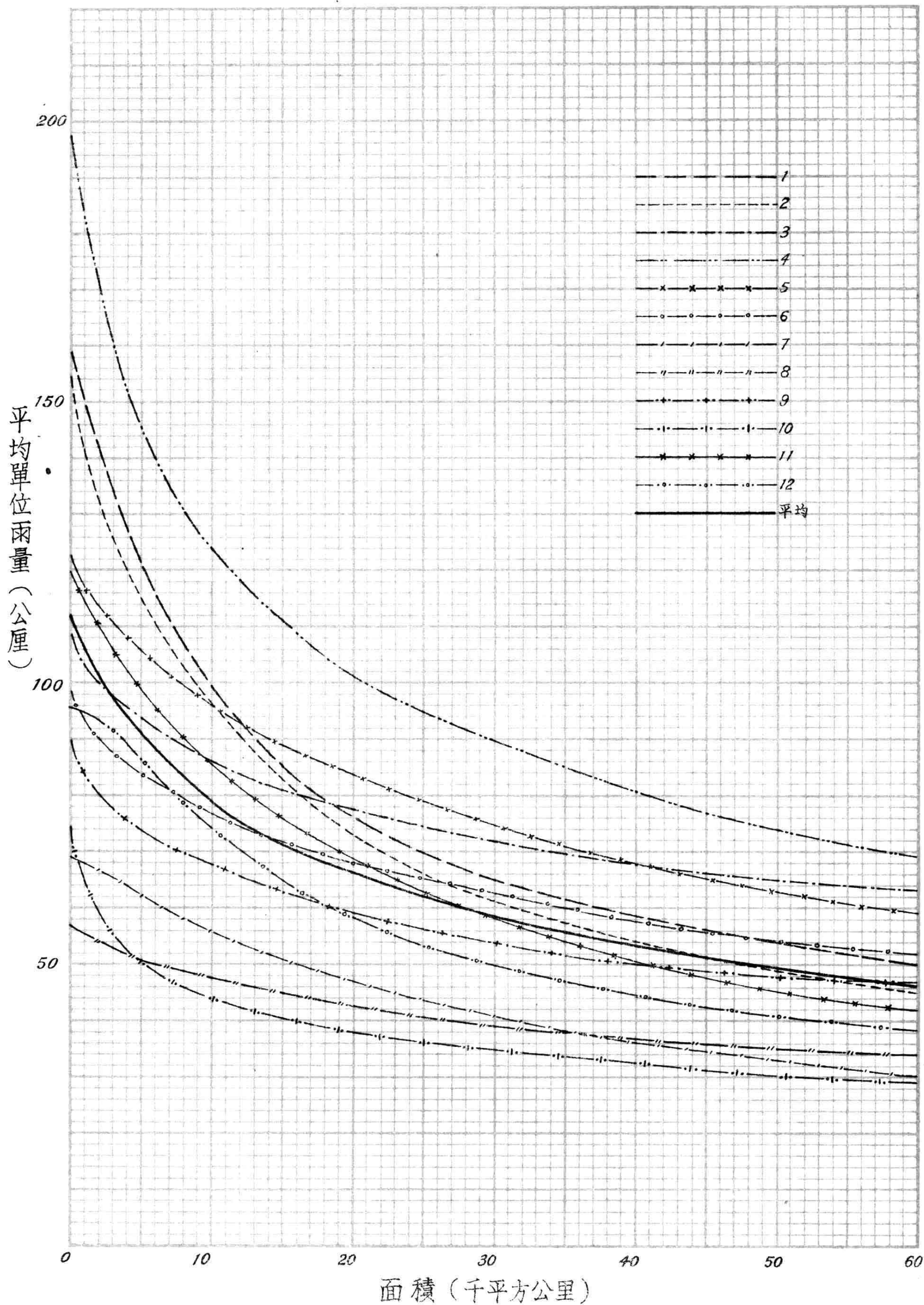


高原區平均單位雨量與頻率關係曲綫圖

二丙



平均單位雨量與面積關係曲綫圖



華北區域平均單位雨量計算圖

四

平原區 $i_{m1} = 123(1+1.32\log F)(\frac{47.2}{13.3+M^{0.9}}+1)$

山嶺區 $\begin{cases} i_{m1} = 48(1+6.81\log F)(\frac{47.2}{13.3+M^{0.9}}+1) & F < 40 \\ i_{m1} = 25.3(2.04\log F-1)(\frac{47.2}{13.3+M^{0.9}}+1) & F \geq 40 \end{cases}$

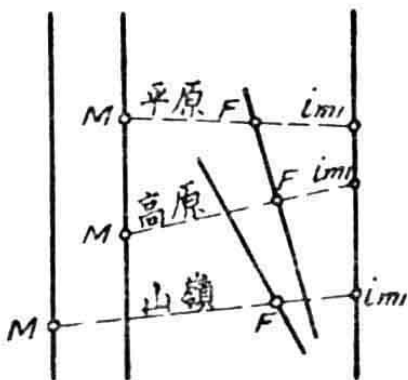
高原區 $i_{m1} = 88(1+1.45\log F)(\frac{47.2}{13.3+M^{0.9}}+1)$

二日及三日平均雨量推算表

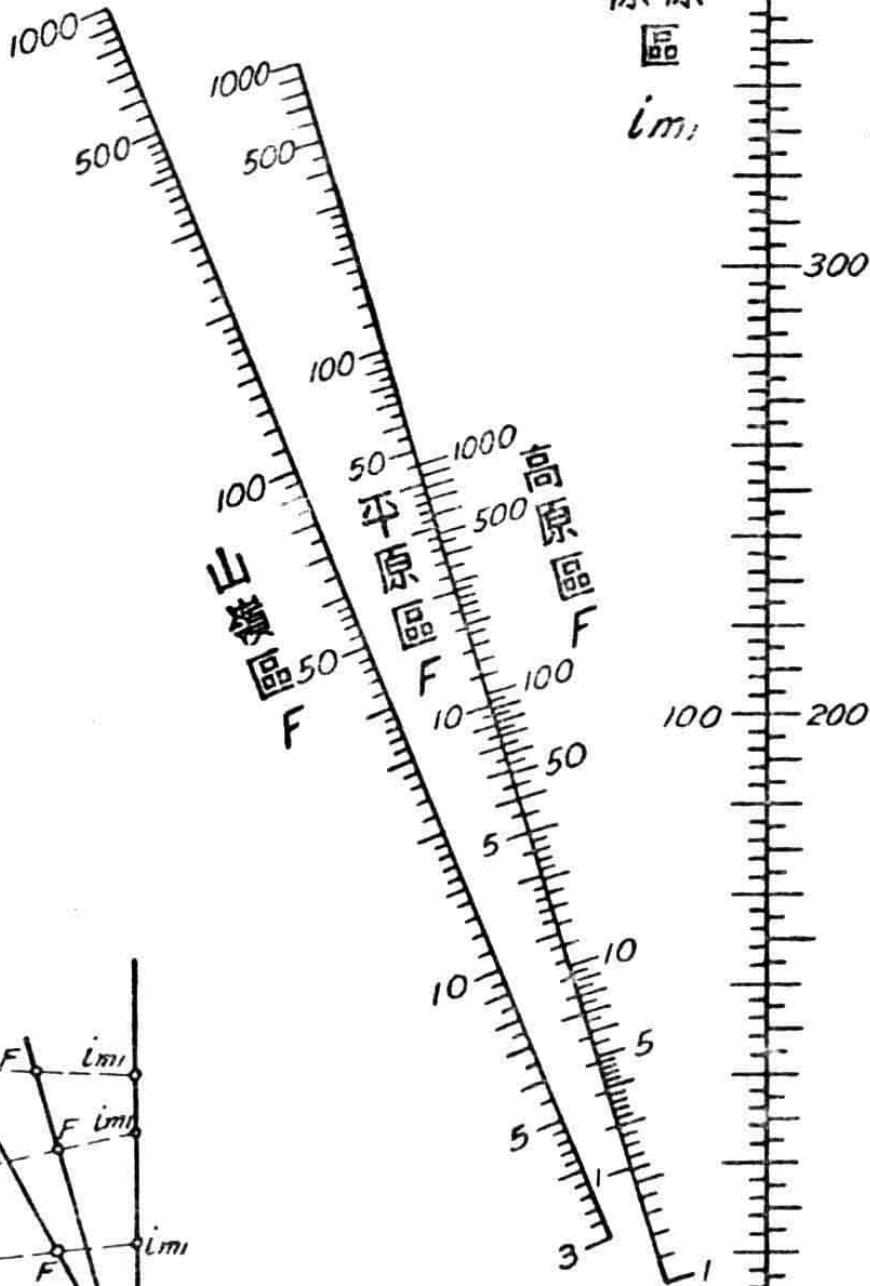
區域	i_{m2}/i_{m1}	i_{m3}/i_{m1}
平原	0.563	0.397
山嶺	0.547	0.385
高原	0.579	0.420



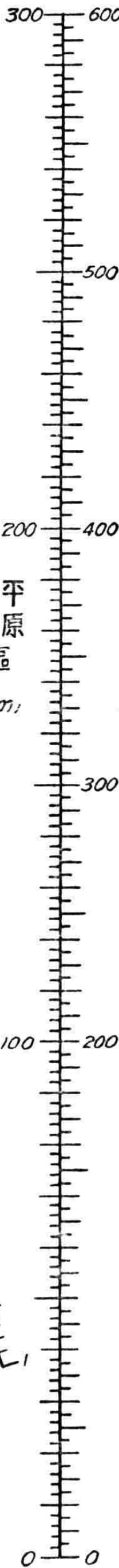
高原區
平原區
M



i_{m1} (一日平均雨量) 以公厘計
 F (頻率) 以年計
 M (流域面積) 以千平方公里計



高原區
平原區
山嶺區
 i_{m1}



華北降雨率公式之研究目錄

- 一 引言
- 二 頻率
- 三 降雨時間
- 四 平均單位雨量
- 五 流域面積
- 六 結論

華北降雨率公式之研究

一 引言

華北有大規模雨量觀測，自民國七年前順直水利委員會始。華北水利委員會繼之，更加擴充。本文所根據之雨量記載，起民國八年訖二十三年。各站分佈區域，得面積三十五萬餘方公里，東起灤河，西迄汾水，南薄黃河之涘，北達永定潮白薊運諸河之源，地跨冀魯豫晉熱察六省。介乎河北與熱察晉三省邊境，爲陰山大行二脈盤踞之地，其西北爲高原與湓地，其東南爲平原，故就地勢而論，可分爲平原，山嶺。高原三區（圖一）。各區間之雨量，其大小，疾徐，及溥徧性，亦自各異。然在同一種區域中，其面積內之平均雨量與其頻度，繼續降雨時間，及其面積之大小，頗有相當之關係，爰據此十六年中之記載，分別加以研究，以爲研究一切水利問題之先導焉。

現有雨量記載之大部，並未詳記降雨之起迄時間，只記一日中之總雨量，其確切降雨時刻，無從知悉。故即以日爲時間之單位。本文中所指之連續數日內降雨，未必即謂在此數日內，淫雨未停，只知在此數日內，每日降雨而已。故所得之連續數日總雨量，未必爲一次所降，多爲連續數次降雨量之總數。基於此種情形，故有少數記載，未能與大部適合，且其結果，亦較各處尋常應用之公式略異。然爲研究水利問題計，除都市排水工程外，其他如洩洪蓄水等等，短時間之雨量，其關係較小，故即以日爲降

雨時間之單位尙不致失其特性。

今茲所研究者，一爲雨量深度與頻率之關係，二爲雨量與延續時間之關係，三爲上二關係之聯合，四爲平均雨量與流域面積之關係。

二 頻 率

本區域內之雨量記載，既爲時甚短，不能應用真實年數以求其頻率與雨量之關係，故採用站年法。假定一區域內之逐年雨量站數爲 $N_1, N_2, \dots$ ，其十六年中之總站數，爲 $\sum N_{1-16}$ 。以該區內十六年中各站之記載，代表區內某一站在 $\sum N_{1-16}$ 年中之記載，三區內逐年雨量站數如表一。

表 一

年 份	平 原	山 嶺	高 原
8	12	7	5
9	22	10	10
10	19	9	10
11	24	14	16
12	17	20	25
13	24	35	21
14	27	37	22
15	26	38	18
16	26	30	16
17	20	12	13
18	21	19	12
19	30	23	22
20	43	26	32
21	42	26	31
22	41	28	28
23	44	31	32
共計(站年)	438	365	313

如將各區在連續數日內大小不同之雨量，逐類統計其次數，再以其次數除該區之站年數，而得其相當之頻率，結果如表二。

表 二

區 域	平 原 區						山 嶺 區						高 原 區					
	一 日		二 日		三 日		一 日		二 日		三 日		一 日		二 日		三 日	
連續降 雨日數	次數	頻率	次數	頻率	次數	頻率	次數	頻率	次數	頻率	次數	頻率	次數	頻率	次數	頻率	次數	頻率
30	1912	0.23	1286	0.34	612	0.72	1604	0.23	1213	0.30	651	0.56	772	0.43	597	0.52	336	0.93
40	1223	0.34	924	0.47	489	0.90	1016	0.36	898	0.41	512	0.71	385	0.81	373	0.84	237	1.32
50	762	0.58	657	0.67	366	1.20	656	0.56	655	0.56	402	0.91	184	1.60	240	1.34	170	1.84
70	358	1.22	361	1.21	230	1.90	309	1.18	377	0.97	270	1.35	60	5.22	95	3.30	94	3.33
100	117	3.74	152	2.88	115	3.80	136	2.68	180	2.03	145	2.52	14	22.4	27	11.6	38	8.24
150	24	18.3	45	9.73	39	11.2	46	7.93	69	5.29	64	5.70			5	62.6	6	52.2
200	5	87.6	11	39.8	11	39.8	22	16.6	33	11.1	34	10.7					1	313
250	1	438	3	146	3	146	11	33.2	17	21.5	21	17.4						
300					2	219	7	52.1	9	40.5	9	40.5						
400							3	122	1	365	2	183						
500							1	365	1	365	1	365						
600											1	365						

總 雨 量 (公 釐) 大 於 左 列 數

四日以上之雨，因次數甚少，難得其正確之頻率故未列入。而總雨量少於三十公厘者，在二三日間單位雨量甚小，其確實總降雨時刻，或僅爲十數小時，與假定之二日或三日相差甚巨，而一日所降者，其頻率甚小，每年約即可發生若干次，於洪水之估計上無甚重要，故亦未計入。

就表二所列之雨量總數，求各日在各相當頻率時之平均單位雨量，再以平均單位雨量爲經，頻率爲緯，繪製曲綫如圖二。圖中之曲綫，即示各區在一二三日間之平均單位降雨量與頻率之關係。

查現有之頻率與平均單位雨量及降雨時間之公式，約有下列二種。

$$1. \quad f(i, t) = CF^n \quad \circ$$

$$2. \quad f(i, t) = C_1 + C_2 \log F \quad \circ$$

式內 i 爲平均單位雨量， t 爲降雨時間， F 爲頻率， C, C_1, C_2 均爲常數， n 爲指數，如應用於單位時間之降雨量，即 t 爲一單位，而 i 爲 i_1 ，則前二式可化爲

$$1. \quad f(i_1) = CF^n \quad \circ$$

$$2. \quad f(i_1) = C_1 + C_2 \log F \quad \circ$$

在本文中，降雨時間既以日爲單位，則一日降雨量即爲 i_1 ，而圖二中最上之曲綫，即應爲上列二式之曲綫，茲先就第一式研究之。

如 $f(i_1)$ 爲 $k_1 i_1$ ，或 $k i_1^m$ ，第一式均可化爲 $i_1 = CF^n$ ，此式在對數格紙上係一直綫形。但圖二所示，並非直綫，故 i_1 與 F 之

關係，不能適合此式。

如 $f(i_1)$ 爲 $k_1(i_1 + k_2)$ ，或 $k_1(i_1 + k_2)^m$ ，第一式均可化爲 $i_1 + k = C_1 F^n$ 。如以 $(i_1 + k)$ 及 F 爲變數，此式在對數格紙上亦爲直綫形，但繪此綫時，須先求 k 之值。

k 之值在平原爲四七〇，山嶺爲七〇，高原爲五五，則各區之公式應如下。

平原區	$i_1 + 470 = 535 F^{0.05}$	甲一
山嶺區	$i_1 + 70 = 134 F^{0.25}$	甲二
高原區	$i_1 + 55 = 98 F^{0.15}$	甲三

如應用第二式，假令 $f(i_1)$ 爲 ki_1 ，或 $k_1(i_1 + k_2)$ ，第二式均可化爲 $i_1 = C_1 + C_2 \log F$ ，此式在半對數格紙上，係一直綫。但就表二所示之數，繪製曲綫，在山嶺區未能全部適合，但在平原及高原二區內，頗能適用。故將山嶺區之 i_1 與 F 之關係用二公式表明之。其各區之公式如下。

平原區	$i_2 = 56 + 74 \log F$	乙一
山嶺區	$i_1 = 22 + 150 \log F \quad (F = 5 \rightarrow 40)$	}乙二
	$i_1 = 115 + 235 \log F \quad (F > 40)$	
高原區	$i_1 = 40 + 46 \log F$	乙三

三 降雨時間

圖二所示之三曲綫，既爲一日二日及三日平均單位雨量與頻率之關係，故在某一頻率時，三綫上平均單位雨量之相互關係，即爲雨量與降雨時間之關係。就三綫上所示之數，列入表三，並將二日及三日雨量與一日者之關係，一并附入。

表 三

區域	平 原 區					山 嶺 區					高 原 區				
	單位雨量(i)			雨量以一日雨量計		單位雨量(i)			雨量以一日雨量計		單位雨量(i)			雨量以一日雨量計	
	一日	二日	三日	二日	三日	一日	二日	三日	二日	三日	一日	二日	三日	二日	三日
1	65	32	15	.49	.23	65	36	18	.55	.28	43	22	11	.51	.26
5	108	62	38	.57	.35	127	74	47	.58	.37	69	40	28	.58	.41
10	130	76	48	.58	.37	166	97	64	.58	.39	83	48	35	.58	.42
20	153	88	57	.57	.37	210	122	84	.58	.40	97	58	42	.56	.43
30	165	95	63	.58	.38	245	138	96	.55	.39		64	45		
50	181	104	70	.57	.39	287	158	112	.55	.39		71	50		
70	192	111	76	.58	.40	320	173	123	.54	.38			53		
100	204	118	82	.58	.40	355	189	135	.53	.38			56		
200	226		93		.41	430	222	160	.52	.37			63		
300	239					470	240	176	.51	.37			66		

查各處平均單位雨量與降雨時間之關係公式，約有三種。

1. $i = \frac{a}{t + b}$
2. $i = \frac{a}{t^d}$
3. $i = \frac{a}{(t + b)^d}$