

區域性參數與極值水量推估之研究— 中部地區主要河流流量及雨量極值之推估†

The Study on the Extreme Discharge Estimation
by Determination of Regional Parameters from
Recording Data—Central Region

易 任* 王 如意** 姜 樂 義***
Victor J. Yih Ru-yih Wang Le-yi Chiang

Abstract

A regionalized study of maximum annual flows of different short durations including peaks has been carried out for a long time in the U. S. A. and other European countries. To review the limited length of record available at most of the gauging stations in central region, to develop a technique (or Modeling) to strengthen the data available at any particular point of interest, by using all available pertinent flow data in this region. Having chosen the extreme distribution best suited to this region, the moments of the sample after adjustment are correlated with various catchment characteristics. This allows estimation of flood magnitude frequency curves at any site of interest within this region, with associated confidence limits. Such frequency curves are determined for various suitable time intervals which then allows the synthesis of characteristic flow hydrographs, with a specific probability of occurrence attached to each, along with associated envelopes corresponding to specific confidence limits. Comparison with hydrographs derived from rainfall input depths with specified probabilities, subtracting losses, and then using unitgraph methods, leads to the conclusion that a better relation between probability of occurrence of a specific hydrograph, and its magnitude, can usually be obtained by direct statistical methods, than by more indirect deterministic techniques.

An estimate of a flood with a specified recurrence interval (determined by specified design considerations) should be accompanied by information concerning the reliability of such estimate.

† 本研究承行政院國家科學委員會專案補助 (NSC-69B-0409-02-04), 謹致謝忱。

* 國立臺灣大學農業工程學系教授

** 國立臺灣大學教授兼水工試驗所主任

*** 國立臺灣大學農工研究所研究生

This paper outlines a methodology by mean of which all or most of the available flood flow information in a region can be rationally analysed and assembled, by taking into account quantifiable parameters of characteristics of the various catchments in the region and relating these to the momonts of the frequency distribution assumed.

一、前言

鑑於區域中甚多之水文站其記錄年數之有限，企望利用區域中所有適當之可用流量資料，導出一種所謂模式 (Modeling) 以加強該適用資料之使用價值，期能應用於區域中之任一指定處所。最適於某區域之極值分佈一經選定並經過調整之後，則此種選定樣本之動差 (The Moments of the Sample) 即與流域性質有相關之關係，因之在連帶之可信限界 (Confidence Bands) 範圍內，乃有利於區域中任一指定處所極值水量大小與頻率關係曲線之推估。

本研究為考慮區域中各集水區特性之計量參數 (Quantitative Parameters) 與關於所假定頻率分佈之多種動差，求出一簡捷之方法，使區域中全部或大部份可用之極值流量資料，可以作合理之分析與整理，而加以應用。

二、研究資料—中部地區水系

本區域主要河川計有後龍溪、大安溪、大甲溪、烏溪、濁水溪及北港溪 (區域南界) 等六條，其中濁水溪幹流長達 186 公里，為臺灣各河川中最長者；次要河川則有中港溪、西湖溪、新虎尾溪等三條，區域內部主要河川總流域面積達 8,689 平方公里 (如包括中港及北港溪在區域外部份面積則達 9,022 平方公里)，佔區域總面積之 83%，各河川概況列如表一。

本區域每年五至十月因冷鋒、西南季風及颱風影響而為雨季，十一至四月為東北季風期，因受中央山脈之屏障而為乾季。依據年等雨量線圖，區域降雨中心在濁水溪上游之奇萊山南峰，阿里山及中雪山一帶。區域平均年雨量為 2,185 公厘，至於各流域，主要、次要河川流域平均年降雨體積為 21.5 億立方公尺，佔全區域之 94%，雨季雨量 (5 至 10 月) 佔全年之 78.2%。年等雨量線圖見圖一。

至於該區域水文站之位置圖及概況表參閱表二

及圖二。

鑑於該區域水文站 (流量與水位) 觀測時間之不久及斷續而非連續，為檢核資料適用之程度乃選擇西螺站、青山站、櫻社站、內茅埔站、環山站、柑子林站、營盤口站、四季郎站、桶頭站、北港站、石岡站、大肚橋站、苗圃站、集集站、南湖站、七家灣站等十六個水文測站記錄作為研究。如表三

三、模式之建立

由適宜之流量資料與流域特性 (Catchment Characteristics) 間之相關性，可以推算該流域之最佳動差值 $\bar{X}$ (平均值) 及 S (標準偏差)。

所考慮之自變數為：流域面積、平均年降雨量等。用作此項研究計算之資料經由電子計算機整理計算列入表四及表五。

一般所採用之迴歸模式 (Regression Model) 如下：

$$\bar{X} = a + b \log A + c \log R + \dots \quad (1)$$

式中 $\bar{X}$ 為極值流量之對數平均值。

A 為流域面積

R 為平均年降雨量

上式中 A, R 相當於模式 $Q_{gm} = ZA^R$ 中之 A 與 R 而 Q_{gm} 為某一地區極值流量之幾何平均值。

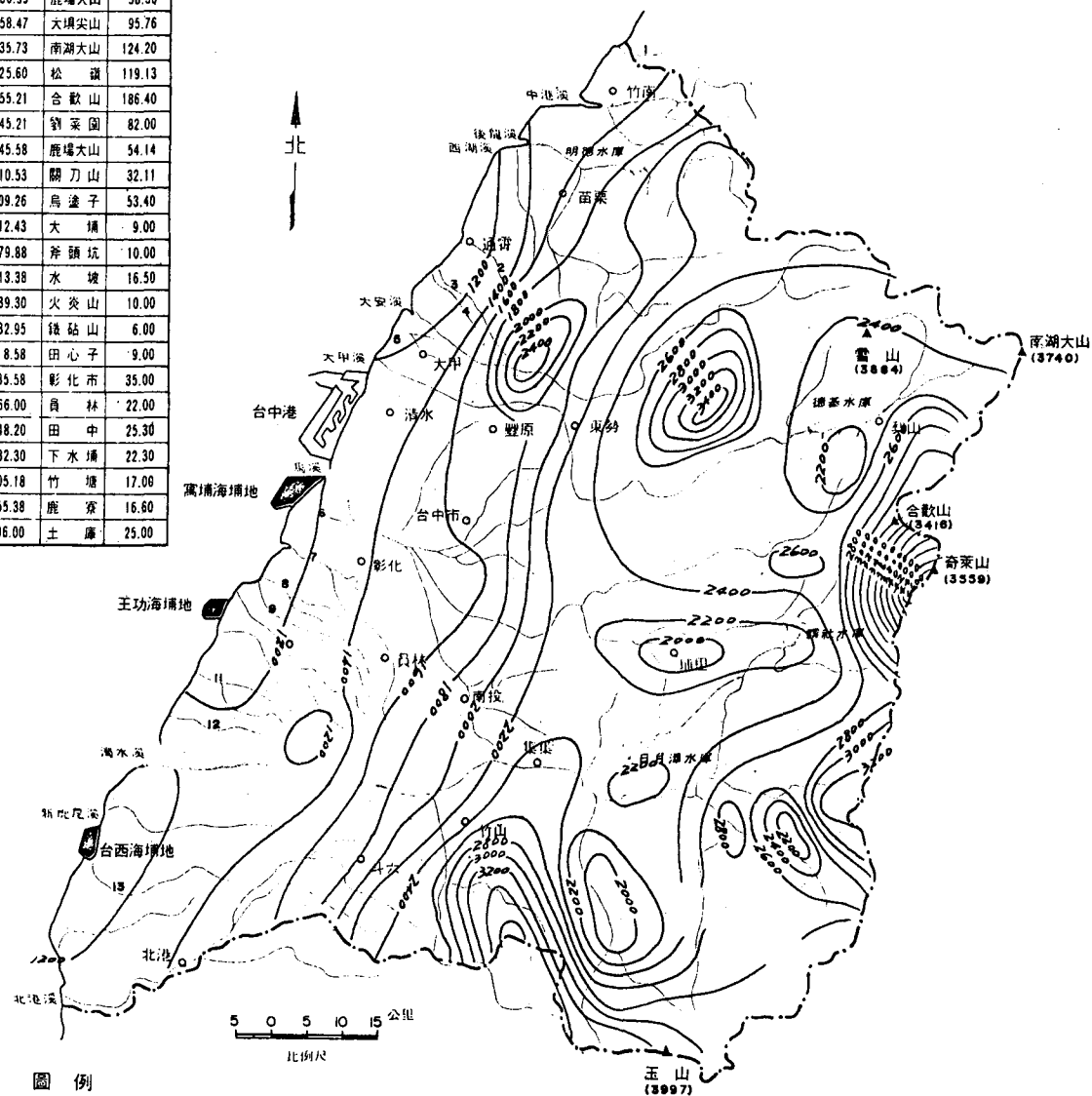
為進一步由單線性或多線性迴歸 (Simple or Multiple Linear Regression) 推算 $\bar{X}$ 或 $\bar{X}_e$ ，則可得到 $\bar{X}$ 或 $\bar{X}_e$ 之變異數 (Variance)，此變異數不僅與迴歸模式之有義變異程度 (The Degree of Variance Explained) 有關，而且與各自變數偏離平均值之範圍有關，因之前式之變異數乃有以下形式：

$$\begin{aligned} \text{Var} (\bar{X}_e) = & \text{殘差變異數} \left[1 + \frac{1}{N} \right. \\ & + C_{22}(\log A_e - \log A)^2 \\ & + C_{33}(\log R_e - \log R)^2 \\ & \left. + 2C_{23}(\log A_e - \log A) \right. \\ & \left. (\log R_e - \log R) \right] \end{aligned}$$

中部區域主次要及普通河川分佈

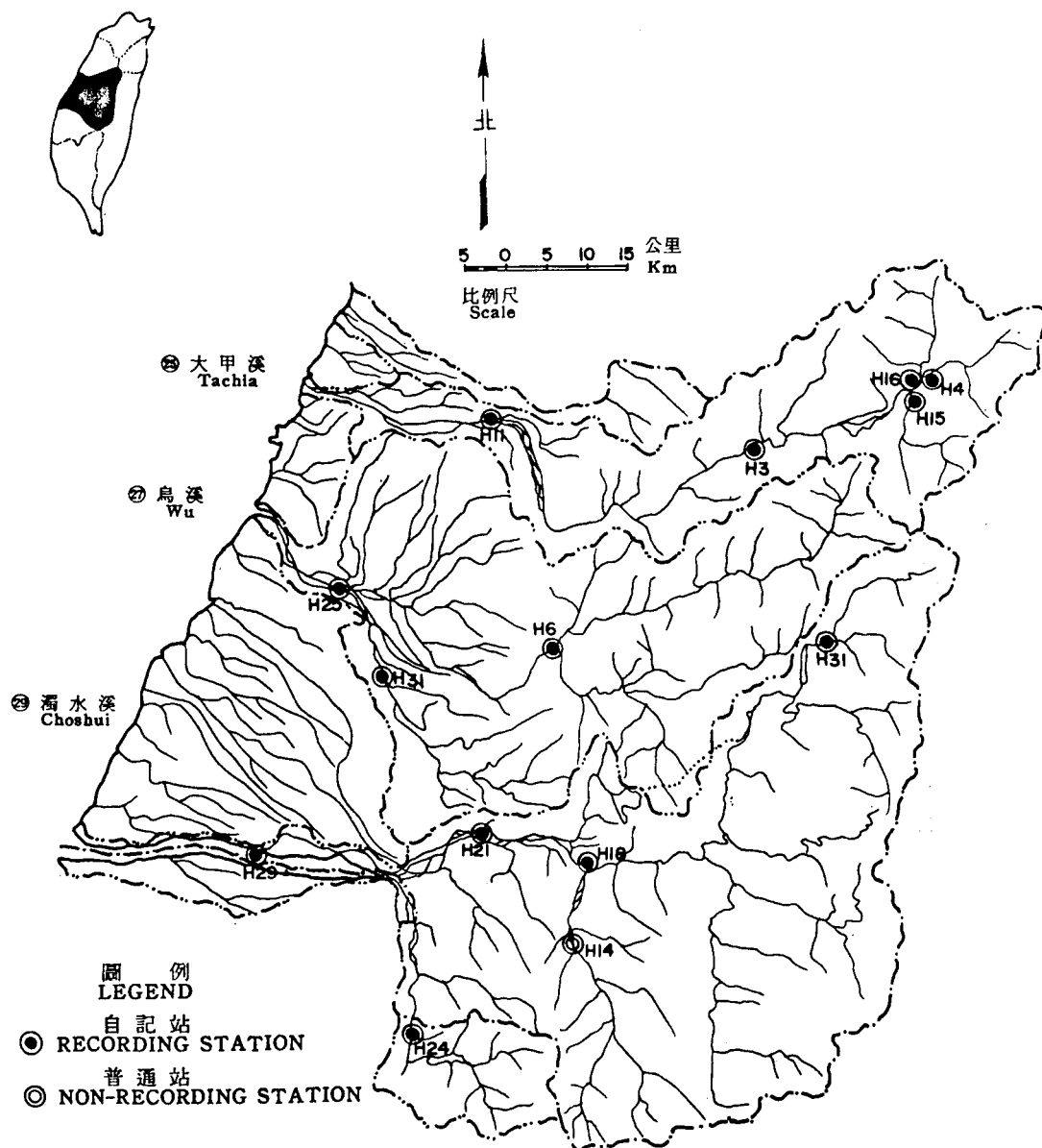
河川別	集水面積 (平方公里)	發源地	幹流長度 (公里)
主要河川	後龍溪	鹿場大山	58.30
	大安溪	大埔尖山	95.76
	大甲溪	南湖大山	124.20
	烏溪	松嶺	119.13
	濁水溪	合歡山	186.40
	北港溪	劉菜園	82.00
次要河川	中港溪	鹿場大山	54.14
	西湖溪	關刀山	32.11
	新虎尾溪	烏塗子	53.40
普通河川	1 新港溪	大埔	9.00
	2 通霄溪	斧頭坑	10.00
	3 苑裡溪	水坡	16.50
	4 房裡溪	火炎山	10.00
	5 溫寮溪	鐵站山	6.00
	6 萬寮溪	田心子	9.00
	7 洋子溪	彰化市	35.00
	8 鹿港溪	員林	22.00
	9 麥寮溪	田中	25.30
	10 舊濁水溪	下水埔	22.30
	11 沙山溪	竹塘	17.00
	12 魚寮溪	鹿寮	16.60
	13 舊虎尾溪	土庫	25.00

圖一 中部區域年等雨量線及河川分佈



圖例

- 等雨量線 (單位: 公厘)
- 山 (公尺)
- 河流



民國六十四年
中區區域水文站位置圖
LOCATION MAP OF THE STREAMFLOW
GAGING STATIONS IN CENTRAL REGION, 1975

圖二

表一 主次要河川概況

項 目	後 龍 溪	大 安 溪	大 甲 溪	烏 溪	濁 水 溪	北 港 溪	中 港 溪	西 湖 溪	新 虎 尾 溪	合 計
發源地 { 地點 標高 (公尺)	鹿場大山 2,580	大壩尖山 3,296	南湖大山 3,639	松 嶺 2,593	合 歡 山 3,416	阿里山劉菜園 1,280	鹿港大山 2,616	關 刀 山 548	烏 塗 子 99	— —
流域面積 { 全 域 (平方公里) 域 內	536.59 536.59	758.47 758.47	1,235.73 1,235.73	2,025.60 2,025.60	3,155.21 3,155.21	645.21 419.11	445.58 338.44	110.53 110.53	109.26 109.26	9,032.18 2,638.94
流經縣市	苗栗縣	苗栗縣 臺中縣	臺中縣	臺中縣、南投縣、彰化縣	南投縣、彰化縣、雲林縣	雲林縣 嘉義縣	新竹縣 苗栗縣	苗栗縣	雲林縣	—
幹流長度 (公里)	58.3	95.8	124.2	119.1	186.4	82.0	54.14	32.11	53.40	—
平均坡降	1/22	1/29	1/39	1/45	1/55	1/159	1/21	1/59	1/534	—
平均年降雨量 { 全 域 (公厘) 山麓線100公尺以上 (38-59年) 山麓線100公尺以下 枯水期(11-4月) 豐水期(5-10月)	1,845.0 1,929.6 1,472.3 487.9 1,357.1	2,414.1 2,436.5 1,256.5 554.7 1,859.4	2,425.5 2,437.6 1,300.0 742.8 1,682.7	2,002.1 2,117.4 1,538.1 410.7 1,651.4	2,513.4 2,461.0 1,434.4 462.9 2,000.5	1,832.4 2,416.9 1,658.1 234.0 1,598.4	1,984.3 2,171.8 1,525.0 599.1 1,352.7	1,497.7 1,577.4 1,330.0 406.0 1,222.7	1,411.2 0 1,411.2 212.8 1,188.4	2,184.7 — 474.1 1,710.6
降雨體積 (百萬立方公尺)	990	1,831	2,997	4,178	7,929	2,345	884	166	154	21,474
逕流量 (百萬立方公尺) { 枯水期 歷年平均 (40-62年) 豐水期計 山麓線100公尺以上 山麓線100公尺以下	123.06 746.12 869.18 672.92 196.26	300.21 1,218.61 1,518.82 1,485.83 32.99	625.72 2,063.11 2,688.83 2,665.81 23.02	814.79 2,935.59 3,750.38 3,166.61 583.77	1,288.60 4,431.17 5,719.77 5,260.51 459.26	145.92 846.83 992.75 245.90 746.85	209.06 512.07 721.13 484.24 236.89	39.16 121.74 160.90 113.54 47.36	20.9 116.55 136.64 0 136.64	3,566.61 12,991.79 16,553.40 14,095.36 2,463.04
枯水年 { 枯水期 (民國53年) 豐水期計	91.88 404.36 495.74	287.14 655.59 942.73	410.14 1,116.73 1,526.87	581.98 1,638.34 2,220.32	1,071.32 2,447.61 3,518.93	164.71 554.93 719.64	153.63 218.43 372.06	28.09 41.07 69.16	164.71 554.93 719.64	2,353.10 7,631.99 10,585.09
豐水年 { 枯水期 (民國61年) 豐水期計	92.76 983.41 1,081.17	276.82 1,783.63 2,060.45	534.91 2,754.89 3,789.80	716.82 5,250.86 5,967.63	1,391.91 5,959.63 7,351.54	157.31 1,460.45 1,617.58	76.94 819.88 896.92	34.16 187.32 221.48	26.19 243.39 269.53	3,307.82 19,443.46 22,753.20
平均年流量 (秒立方公尺)	27.56	48.16	85.26	118.92	181.37	31.48	22.87	5.10	4.33	525.05
流量歷時 { 各種歷時流量值 (秒立方公尺) { 10 % 25 % 50 % 75 % 95 %	44.49 17.79 7.16 3.82 2.04	87.63 44.16 21.39 12.42 7.37	146.00 68.55 34.97 20.46 12.97	223.45 113.97 58.21 39.35 28.75	344.86 184.57 103.47 69.49 49.76	63.05 26.31 12.71 7.50 5.18	42.37 17.93 8.26 9.61 5.88	5.41 2.67 1.93 1.77 1.63	32.45 23.67 13.57 6.50 0.85	994.71 511.37 231.67 137.92 114.48
最大流量 (秒立方公尺)、時間 時洪峰 { 地點	3640(59年) 打鹿坑	5340(52年) 雙 崎	7840(52年) 石 岡	13100(59年) 大肚橋	12800(58年) 西 螺	3636(49年) 北 港	3060(52年) 竹 南	1370(48年) 銅 鑼	— —	— —
年輸砂量 { 總量 (百萬公噸) 單位 (公噸/平方公里)	0.50 992	4.77 6.29	3.57 2.885	7.94 3,917	65.55 20,775	2.42 3,743	0.43 967	0.05 416	0.40 3,688	85.63 8,170.0

表二 中部水文站一覽表

Table 2: LIST OF MAIN STREAMFLOW GAGING STATIONS

流域名稱 River	編號 Basin No.	站名 Station	站號 Station No.	經辦單位 Sponsoring Agency	位置 Location		站址 Station Sits	流域面積 Drainage Area (km ²)	紀錄年份 Period of Record	年數 Years of Record	類別 Kind of Station	備註 Remarks
					北緯N.	東經E.						
鳳山溪 Fengshan Chi	13	關西 Kuanhsi	H 3	水利局 P. W. C. B.	244749	1210914	新竹縣關西鎮南山村 Nanshan T., Kuanhai C., Hsinchu H.	101.17	61-64	4		
		二重埔* Erhchungpu	H10	水利局 P. W. C. B.	244707	1210250	新竹縣竹東鎮鳳山里 Yuaushan L., Chutung C., Hsinchu H.	485.48	40-64	25	H, R	
		內灣* Neiwan	H13	水利局 P. W. C. B.	244201	1211055	新竹縣橫山鄉內灣村 Neiwan T., Hengshan H., Hsinchu H.	139.07	60-64	5	H	
		上坪* Shangping	H14	水利局 P. W. C. B.	244012	1210621	新竹縣橫山鄉南昌村 Nanpchang T., Hengshan H., Hsinchu H.	221.73	60-64	5	H, R	
中港溪 Chungkang Chi	17	三灣* Sanwan	H 6	水利局 P. W. C. B.	243858	1205646	苗栗縣三灣鄉三灣村 Sanwan T., Sanwan H., Miaoli H.	165.42	60-64	5	H, R	
		南庄 Nanchuang	H 7	水利局 P. W. C. B.	243559	1210035	苗栗縣南庄鄉東江村 Tung Chiang T., Nanchuang H., Miaoli H.	77.68	63-64	2	H, R	
後壠溪 Houlung Chi	19	打鹿坑 Talukeng	H 1	水利局 P. W. C. B.	242758	1205035	苗栗縣公館鄉福德村 Futeh T., Kung Kuan H., Miaoli H.	247.28	44-64	21	H, R	
		汶水 Wenshui	H11	水利局 P. W. C. B.	242731	1205707	苗栗縣龍潭鄉竹木村 Chumu T., Shihian H., Miaoli H.	107.99	62-64	3	R	
大安溪 Taan Chi	23	雙崎 Shuanychi	H 8	水利局 P. W. C. B.	241714	1205404	臺中縣和平鄉自由村 Tzuyou T., Hoping H., Taichung H.	549.17	48-64	17	H, R	
		義里* Ili	H 9	水利局 P. W. C. B.	242050	1204328	苗栗縣三義鄉鯉魚村 Liyu T., Suni H., Miaoli H.	633.18	55-64	10	H, R	
大甲溪 Tachia Chi	25	青山* Chingshan	H 3	臺電 T. P. C.	241400	1210500	臺中縣和平鄉梨山村 Lishan T., Hoping H., Taichung H.	667.10	44-64	21	H, R	
		石岡* Shihkang	H11	水利局 P. W. C. B.	241726	1204615	臺中縣石岡鄉石岡村 Shihkang T., Shihkang H., Taichung H.	1,056.86	52-64	13	H, R	
		南湖 Nanhu	H14	臺電 T. P. C.	241800	1211700	臺中縣和平鄉平等村 Pingteng T., Hoping H., Taichung H.	125.65	47-64	18	H, R	
		環山合流 Huanshan-junction	H15	臺電 T. P. C.	241800	1211600	臺中縣和平鄉平等村 Pingteng T., Hoping H., Taichung H.	257.85	47-64	18	H, R	
		四季朗 Szuchilang	H16	臺電 T. P. C.	241800	1211600	臺中縣和平鄉平等村 Pingteng T., Hoping H., Taichung H.	156.49	47-64	18	H, R	

表二 中部水文站一覽表(續)

大甲溪 Tachia Chi	25	七家灣 Chichiawan	H34	臺 T. P. C.	242000	1211800	臺中縣和平鄉平等村 Pingteng T., Hoping H., Taichung H.	110.71	56-64	9	R
		松茂 Sungmao	H35	臺 T. P. C.	241700	1211600	臺中縣和平鄉梨山村 Lishan T., Hoping H., Taichung H.	417.08	59-64	6	
		志樂壩 Chihloh Dam	H36	臺 T. P. C.	241700	1210800	臺中縣和平鄉梨山村 Lishan T., Hoping H., Taichung H.	77.45	59-64	6	
烏溪 Wu Chi	27	柑子林* Kantzulin	H 6	水利局 P. W. C. B.	240845	1205011	南投縣國姓鄉柑子林村 Kantzulin T., Kuohsing H., Nantou H.	954.24	47-64	21	H, R
		大肚橋* Tatu Bridge	H25	水利局 P. W. C. B.	240629	1203404	臺中縣大肚鄉中和村 Chungho T., Tatu H., Taichung H.	1,980.65	29-31, 36, 39, 41 53-54, 56-64	17	H, R
		營盤口 Yingpankou	H31	水利局 P. W. C. B.	235716	1203858	南投縣南投鎮福興里 Fuhshing L., Nantou H., Nantou H.	262.18	60-64	5	H H, R
濁水溪 Choshui Chi	29	內茅埔 Neimaopu	H14	水利局 P. W. C. B.	234100	1205100	南投縣信義鄉東埔村 Tungpu T., Hsini H., Nantou H.	367.40	26-27, 61-64	6	
		苗圃 Miaopu	H18	水利局 P. W. C. B.	234718	1205140	南投縣水里鄉頂坡村 Tingkan T., Shuili H., Nantou H.	2,088.36	43-64	22	R
		集集* Chichi	H21	水利局 P. W. C. B.	234910	1204515	南投縣集集鎮林尾里 Linwei L., Chichi C., Nantou H.	2,304.20	30-33, 36-64	33	H, R
		桶頭 Tungtou	H24	水利局 P. W. C. B.	233842	1203900	南投縣竹山鎮桶頭里 Tungtou L., Chushan C., Nantou H.	259.20	30-33, 36-41, 44-64	31	H, R
		西螺* Hsilo	H29	水利局 P. W. C. B.	234840	1202705	雲林縣西螺鎮福興里 Fushing L., Hsilo C., Yunlin H.	2,975.52	31-32, 36, 53-64	15	H, R
		櫻社 Yingsheh	H31	臺 T. P. C.	240200	1211000	南投縣仁愛鄉春陽村 Chunyang L., Junal H., Nantou H.	188.00	46-64	19	H, R
		北港* Peikang	H 9	水利局 P. W. C. B.	233351	1201731	雲林縣北港鎮西勢里 Hsisu L., Palkang C., Yunlin H.	597.46	30-32, 36, 38-64	31	H, R
北港溪 Peikang Chi	33	溪口 Chikou	H14	水利局 P. W. C. B.	233637	1202327	嘉義縣溪口鄉游東村 Youtung L., Chuuchi H., Chiai H.	129.38	46-51, 61-64	10	
		朴子* Potzu	H 3	水利局 P. W. C. B.	232844	1201411	嘉義縣朴子鄉內厝里 Neitso L., Potsu C., Chiai H.	262.80	30-32, 36, 39-64	30	H, R
		鹿滿 Luman	H 6	水利局 P. W. C. B.	233016	1203134	嘉義縣竹崎鄉鹿滿村 Luman T., Chuchi H., Chiai H.	22.08	48-64	17	
		牛稠溪 Niuchou Chi	H 9	水利局 P. W. C. B.	233056	1202756	嘉義縣竹崎鄉老藤村 Laoteng T., Chuchi H., Chiai H.	147.00	62-64	3	R
		和樂橋 Holoh Bridge	H10	水利局 P. W. C. B.	233655	1203106	嘉義縣竹崎鄉和平村 Hoping T., Chuchi H., Chiai H.	44.25	62-64	3	R

迴歸係數，推估之標準誤差，複相關係數， C_{22} ， C_{33} ， C_{32} 列表如表五。

推導(1)式所引用之統計理論詳述於統計學教科書中，於推估 $\bar{X}_e$ 及 $\bar{S}_e$ 之每一迴歸方程式中，均各有一計算變異數 (Var $\bar{X}_e$ 與 Var $\bar{S}_e$) 之方程式。

1. 方程式中常數項 a 及係數 b 及 c 由下列之聯立方程式解求之：

$$\Sigma X = aN + b\Sigma \log A + c\Sigma \log R$$

$$\Sigma X \log A = a\Sigma \log A + b\Sigma (\log A)^2$$

$$+ c\Sigma \log A \log R$$

$$\Sigma X \log R = a\Sigma \log R + b\Sigma \log A \log R$$

$$+ c\Sigma (\log R)^2$$

2. 推估之標準誤差 (Standard Error of Estimate) $S_{x/\Delta R}$ 由下式求之：

$$S_{x/\Delta R}^2 = \frac{1}{N-3} \Sigma (X_i - \bar{X}_i)^2$$

其中 X_i 為觀測值

$\bar{X}_i$ 為由(1)式所求得之值

表三 選用之 16 水文站概況表

順 (官	序 方	編 編	號 號)	Sequence Gage No.	流 域 面 積 Area of Catchment (10 ⁶ m ²)	流域平均年降雨 Rainfall Ave- rage Annual over Catch- ment (mm)	流 量 記 錄 年 數 No. of Years of Record
1	西	Hsilo	螺*	H29	2975.52	1320.60	12
2	青	Chingshan	山*	H 3	667.10	2604.30	18
3	櫻	Yingshan	社	H31	188.00	2601.10	13
4	內	Neimaopu	埔	H14	367.40	1804.40	3
5	環	Huanshanjunction	山合流	H15	257.85	2202.80	17
6	柑	Kantzulin	子林*	H 6	954.24	2223.40	20
7	營	Yingpankou	盤口	H31	262.18	1731.20	4
8	四	Szuchilang	季朗	H16	156.49	2222.70	17
9	桶	Tungtou	頭	H24	259.20	2829.30	19
10	北	Peikang	港*	H 9	597.46	1407.60	20
11	石	Shinhkang	岡*	H11	1056.86	1879.00	13
12	大	Tatu Bridge	肚橋*	H25	1980.65	1271.80	9
13	苗	Miaopu	圃	H18	2088.36	1984.50	16
14	集	Chichi	集*	H21	2304.20	2464.10	30
15	南	Nanhu	湖	H14	125.65	2222.70	17
16	七	Chichiawan	家灣	H34	110.71	2222.70	3

表四 不同測站不同期距之統計動差

Table 4: The Statistical Moments with Various Durations at Different Stations

順 序 編 號	Gage Sequence Number	年 洪 峯 流 量 對 數 平 均 值 Mean of log. of annual peak flows (m ³ /sec)	年 洪 峯 流 量 對 數 標 準 差 Standard Deviation of log. of annual peak flows	年 極 值 日 平 均 流 量 對 數 平 均 值 Mean of log. of annual extreme daily average flow (m ³ /sec)	年 極 值 日 平 均 流 量 對 數 標 準 差 Standard Deviation of log. of annual extreme daily average flow	年 極 值 二 日 平 均 流 量 對 數 平 均 值 Mean of log. of annual extreme 2-day average flow (m ³ /sec)	年 極 值 二 日 平 均 流 量 對 數 標 準 差 Standard Deviation of log. of annual extreme 2-day average flow	年 極 值 四 日 平 均 流 量 對 數 平 均 值 Mean of log. of annual extreme 4-day average flow (m ³ /sec)	年 極 值 四 日 平 均 流 量 對 數 標 準 差 Standard Deviation of log. of annual extreme 4-day average flow	年 極 值 六 日 平 均 流 量 對 數 平 均 值 Mean of log. of annual extreme 6-day average flow (m ³ /sec)	年 極 值 六 日 平 均 流 量 對 數 標 準 差 Standard Deviation of log. of annual extreme 6-day average flow
1	西螺* Hsilo	3.7859	.3203	3.5710	.1613	3.4377	.1607	3.2785	.1694	3.1769	.1709
2	青山* Chingshan	2.9344	.3538	2.6986	.3219	2.6016	.3165	2.4712	.3114	2.3808	.2971
3	櫻社 Yingsheh	2.6202	.1657	2.4062	.1709	2.3161	.1793	2.1712	.1843	2.0504	.2004
4	內茅埔 Neimaopu	2.6185	.3701	2.5660	.3651	2.5060	.3459	2.4014	.2891	2.3250	.2430
5	環山合流 Huanshanjunction	2.6003	.3047	2.3930	.2489	2.2693	.2266	2.1274	.2139	2.0977	.2237
6	柑子林* Kantzulin	3.2633	.3887	2.9807	.3757	2.8767	.3457	2.7469	.3187	2.6596	.3077
7	營盤口 Yingpankou	2.8516	.6573	2.2951	.2415	2.2368	.2401	2.0287	.1945	1.9461	.1298
8	四季朗 Szuchilang	2.4090	.4028	2.1523	.3242	2.0503	.2942	1.9282	.2768	1.8550	.2743
9	桶頭 Tungtou	3.2572	.3234	2.8737	.3014	2.7310	.2492	2.5330	.2261	2.4083	.2155
10	北港* Peikang	3.1271	.2406	2.8657	.2900	2.7602	.2715	2.5720	.2506	2.4403	.2343
11	石岡* Shihkang	3.2020	.4866	3.0622	.3687	2.9660	.3321	2.8360	.3030	2.7519	.2819
12	大肚橋* Tatu Bridge	3.6391	.2470	3.3303	.2806	3.2182	.2603	3.0819	.2305	2.9869	.2147
13	苗圃 Miaopu	3.4574	.2952	3.1762	.2677	3.0732	.2489	2.9321	.2218	2.8371	.2089
14	集集* Chichi	3.6015	.2690	2.3443	.1876	3.1649	.2150	3.0297	.2012	2.9443	.1994
15	南湖 Nanhu	2.3265	.2600	2.1721	.2142	2.0595	.2044	1.9197	.1982	1.8366	.1997
16	七家灣 Chichiawan	2.1866	.3788	2.0938	.3161	1.7791	.1550	1.6601	.1648	1.5762	.1636

表五 迴歸模式與統計參數表
Table 5: Regression Models and Statical Parameters

迴 歸 模 式 Regression Models or Prediction Equations (Log ₁₀ A=Y; Log ₁₀ R=Z)	面 積 對 數 平 均 值 Average of Log. of Area (10 ³ m ²)	平 均 雨 量 對 數 平 均 值 Average of Log. of Mean An Rainfall (10 ⁻³ m)	推 估 之 標 準 誤 差 Standard Error of Estimate	標 準 偏 差 倚 變 數 Standard Deviation Dependent Variable	C ₂₂	C ₃₃	C ₂₃	複 相 關 係 數 Multiple Correlation Coefficient	F F value 值
XP=.978*Y+.122*Z-.070	2.717	3.303	.195	.499	.366	7.534	.767	.931	45.656
SP=-.049*Y-.188*Z+1.097	2.717	3.303	.120	.114	.366	7.534	.767	.200	.292
X1=.953*Y+.138*Z-.298	2.717	3.303	.147	.472	.366	7.534	.767	.957	76.549
S1=-.015*Y+.011*Z+.282	2.717	3.303	.074	.069	.366	7.534	.767	.113	.091
X2=.963*Y+.048*Z-.146	2.717	3.303	.149	.481	.366	7.534	.767	.958	77.158
S2=.026*Y+.055*Z+.003	2.717	3.303	.066	.062	.366	7.534	.767	.177	.226
X4=.970*Y+.107*Z-.107	2.717	3.303	.137	.479	.366	7.534	.767	.964	91.023
S4=-.025*Y+.096*Z-.151	2.717	3.303	.053	.051	.366	7.534	.767	.229	.389
X6=.963*Y+.113*Z-.198	2.717	3.303	.126	.472	.366	7.534	.767	.968	105.790
S6=.031*Y+.171*Z-.425	2.717	3.303	.049	.049	.366	7.534	.767	.352	.988

3.複相關係數 (Multiple Correlation Coefficient) r

由 $r_{X/AR} = (1 - \frac{S^2_{X/AR}}{S^2_X})^{1/2}$ 求得

4.求變異數時所應用之三係數 C₂₂、C₂₃、C₃₃ 則由下式求得，因而導出

$$\begin{cases} [\sum(\log A)^2]C_{22} + [\sum(\log A)(\log R)]C_{23} = 1 \\ [\sum(\log A)(\log R)]C_{22} + [\sum(\log R)^2]C_{23} = 0 \\ [\sum(\log A)^2]C_{32} + [\sum(\log A)(\log R)]C_{33} = 0 \\ [\sum(\log A)(\log R)]C_{32} + [\sum(\log R)^2]C_{33} = 1 \end{cases}$$

式中 C₂₃=C₃₂

表五中所列各值即為依據上述步驟以電子計算機求得者。

由區域之面積及年平均雨量，推算出最佳年流量之平均值 $\bar{X}$ 與可靠之標準差 S，並用對數常態分佈（二參數）或對數伽瑪分佈（二參數），即可求出其重現年期設計水文量，並利用 Var $\bar{X}$ ，Var (S) 可求出設計水文量之可信限界。

四、計算結果與實例之比較

以大甲溪上游之德基水庫為例作比較
(一)求設計洪峯流量

集水面積 A=514 km²，平均年降雨量 R=2660 mm

$$y = \log A = 2.7110 \quad z = \log R = 3.4249$$

由表五中第一行之洪峯迴歸模式，將 y，z 代入得 $\bar{X}e = 0.978y + 0.122z - 0.070 = 2.9992$

$$Se = -0.049y - 0.188z + 1.097 = 0.3203$$

洪峯偏態係數 = -0.94，查得各頻率因子對應之 K 值，分別計算重現年期為 T=200，100，50，25，10，5，2 年之設計洪峯流量列入表六。

(二)求可信範圍：

解 $\bar{X}$ 及 S 變異數

(1)求自變數與倚變數平均值之偏差：

$$\log A - \bar{\log A} = 2.7110 - 2.7170 = -0.060$$

$$\log A - \bar{\log A} = 2.7110 - 2.7170 = -0.060$$

$$\log R - \bar{\log R} = 3.4249 - 3.3030 = 1.1219$$

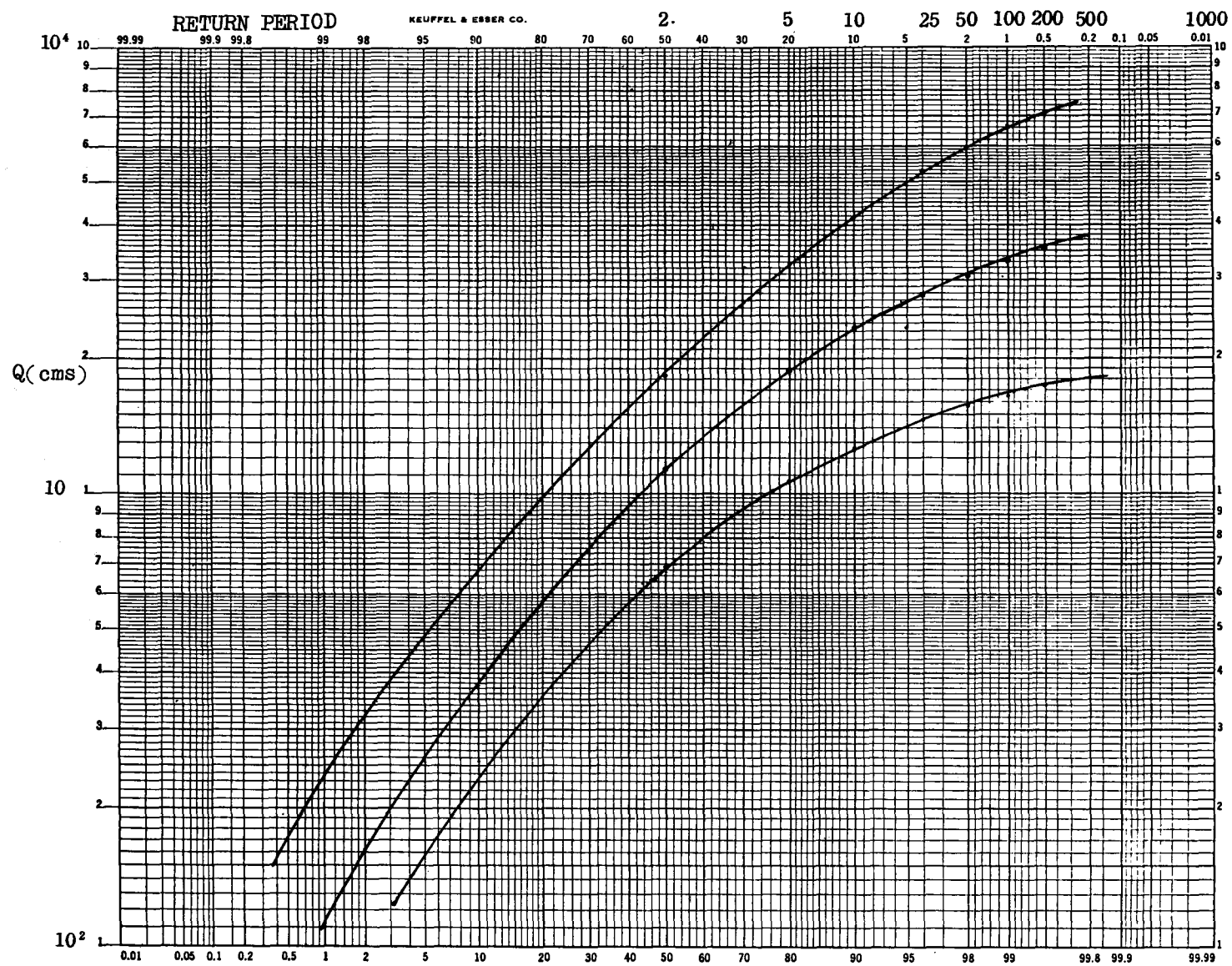
(2)求變異數 Var ($\bar{X}$) 及 Var (S)：

觀測洪峯之站數 N=16 站，

$$C_{22}=0.366, C_{33}=7.534, C_{23}=0.767$$

代入

$$\begin{aligned} & [1 + \frac{1}{N} + C_{22}(\log A - \bar{\log A})^2 \\ & + C_{33}(\log R - \bar{\log R})^2 \end{aligned}$$



圖三 德基水庫之洪峯頻率曲線

表六：重現年期T之洪峯流量與設計流量對照表

重現年期 T	設 計 洪 峯 流 量 對 數 值 $\bar{x}_T$	$\bar{Q}_T=10^{\bar{x}_T}$ (cms)	德基不同頻率之流量 (cms)
200	$\bar{x}_{200}=2.9992+1.715 \times 0.3203=3.5485$	3536	3180
100	$\bar{x}_{100}=2.9992+1.631 \times 0.3203=3.5216$	3324	2890
50	$\bar{x}_{50}=2.9992+1.526 \times 0.3203=3.4880$	3076	2560
25	$\bar{x}_{25}=2.9992+1.391 \times 0.3203=3.4447$	2784	2270
10	$\bar{x}_{10}=2.9992+1.139 \times 0.3203=3.3640$	2312	1890
5	$\bar{x}_5=2.9992+0.853 \times 0.3203=3.2724$	1872	1560
2	$\bar{x}_2=2.9992+0.154 \times 0.3203=3.0485$	1118	1110

$$+2C_{23}(\log A - \log \bar{A}) \\ (\log R - \log \bar{R}) = 1.174$$

則可得

$$\text{Var}(\bar{X}_e) = (0.195)^2 \times 1.174 = 0.0446$$

$$\text{Var}(S) = (0.120)^2 \times 1.174 = 0.0169$$

(3)因偏態係數為負，取 $\text{Cov}(\bar{X}, S) = 0$

$$\text{則 } \text{Var}(X_T) = \text{Var}(\bar{X}_e) + K^2 \text{Var}(S_e) \\ + 2K \text{Cov}(\bar{X}_e, S_e)$$

由此式求 $\text{Var}(X_T)$ ， $S(X_T)$ ， Q_{TU} ， Q_{TL}
如下表：

重現年期 T	$\text{Var}(X_T) = \text{Var}(\bar{X}_e) + K^2 \text{Var}(S_e)$	$S(X_T) = [\text{Var}(X_T)]^{1/2}$	Q_{TU} (cms)	Q_{TL} (cms)
200	$\text{Var}(Y_{200}) = 0.0446 + (1.715)^2 \times 0.0169 = 0.0943$	0.307	7169.7	1744
100	$\text{Var}(X_{100}) = 0.0446 + (1.631)^2 \times 0.0169 = 0.0896$	0.299	6616	1670
50	$\text{Var}(X_{50}) = 0.0446 + (1.526)^2 \times 0.0169 = 0.0840$	0.290	5998	1578
25	$\text{Var}(X_{25}) = 0.0446 + (1.391)^2 \times 0.0169 = 0.0773$	0.278	5281	1468
10	$\text{Var}(X_{10}) = 0.0446 + (1.139)^2 \times 0.0169 = 0.0665$	0.258	4188	1276
5	$\text{Var}(X_5) = 0.0446 + (0.853)^2 \times 0.0169 = 0.0569$	0.239	3246	1080
2	$\text{Var}(X_2) = 0.0446 + (0.154)^2 \times 0.0169 = 0.045$	0.212	1822	686

五、結 論

(一)極值年流量之平均值 $\bar{X}$ 與標準差 S 與流域面積 A 及年平均雨量 R 之迴歸模式中，在 F 檢定顯著性檢定中，極值年流量 $\bar{X}$ 與 A 及 R 之迴歸模式其複相關係數皆大於 0.9 於 95% 之顯著水準下均為顯著，即表示此模式相當正確。在迴歸模式中若考慮其變數為流域面積、雨量、河流比降、河流長度等，則可利用逐步迴歸分析法將其具有代表性之變數選出，在符合 F 一檢定下，使其精度較高。

(二)極值年流量標準差 S 與 A 及 R 之迴歸模式中，其複相關係數皆小於 0.3 均不能通過 F 檢定，故極

值年流量標準偏差 S 與流域面積 A 及流域年平均雨量不具任何相關關係。此點與北區淡水河流域不同，而與南部高屏、嘉南地區所得之結果相似，蓋因北區所選之站，大部份係淡水河之支流，在此區則有三條主要河川，故形成與南區相同之結果。是以在極值水量推估時，其標準偏差可以用臨近測站而有較長可靠記錄者之標準偏差代替之。

(三)本研究利用統計分析，可在無設站地區，由區域之面積與年平均雨量，即可推算該站之各不同期距之極值流量，並與區域內較長之資料加以調整分析，以提高資料代表性，於防洪規劃設計中，可得相當滿意之結果；同理於水資源規劃，對不同期距之流量，亦可分析其可用水量之利用與

研究，如一日、二日、四日、六日乃至旬流量等。

四本省河流上游多屬荒溪性之幼年河川，比降較陡，尤以源流為甚，均具有近似之特性，由於河流長度與流域面積成正比例之關係，其變值可包含於流域面積之中，則使迴歸模式由繁化簡，而仍具有較高之精確度。經由對北、中、南三區之研究，所得之結果與實例比較相去不遠。並擬對東部，兼及全省再做深入研究，企盼能有一完整之分析與結果。

六、參考文獻

1. 應用單位流量過程曲線演算溢水壩最大設計洪水量 (Determinations of Spillway Design Flood by Unit Hydrograph Method)——水新猷著，土木工程師學會出版，1959。
2. 大甲溪流域開發—達見水庫計畫定案報告，1959，經濟部水資源統一規劃委員會。
3. 統計學原理——陳超塵著，商務印書館，民國58年6月。
4. 暴雨與洪水之相關研究及其例證 (Study on Storm Runoff Relation and An Example)，羅樹孝著，「水利」復刊第15期，1972年5月。
5. 電子計算機數值分析及應用——Shan S. Kuo, 廖斌毅、鄭錦政合譯，復漢出版社，民國63年9月。
6. 農業氣象與水文——易任、王如意，中國農業工程學會出版，民國65年9月。
7. 區域性參數與極值水量推估之研究——北基地區—易任，科學發展月刊，民國68年7月。
8. 中部區域水資源規劃報告，1978，(42)—資—01，經濟部水資源統一規劃委員會。
9. Tables of the Incomplete Gamma Function—Pearson, K. Cambridge, The University Press, 1957.
10. Statistical Method in Hydrology——L. R. Beard, U. S. Army Engineer District, Corps of Engineers, Sacramento, California, 1962.
11. Statistics in Research, 2nd Edition—B. Ostle, Iowa State University Press, Ames. Chap. 8, 1963.
12. Probability Functions of Best Fit to Distribution of Annual Precipitation and Runoff—Rodmilo D. Markovic, No. 8, Colorado State University, 1965.
13. Handbook of Applied Hydrology—Ven Te Chow, 華西書局，民國61年。
14. Methods of Correlation and Regression Analysis—M. Ezekiel and K. A. Fox, 雙葉書店，民國61年。
15. Stochastic Processes in Hydrology—Vujica Yevjevich, 開發圖書公司，民國62年。
16. Algebraic Boundedness of Sample Statistics—W. Kirby, Water Resources Research, Vol. 10, No. 2, April 1974, pp. 220-222.
17. Mathematical Methods of Statistics—Cramer, H., 先登出版社，民國65年。
18. Applied Regression Analysis—N. R. Draper and H. Smith, 雙葉書店，民國66年。

(上接第61頁)

8. 宮川正夫等・1966，都市近郊における肥育豚舎構造に關する，家畜の管理，Vol. 1. No. 2. P. 29-36.
9. 長島守正等・1977，畜産施設——計畫、設計，文永堂，P. 1-81.
10. 森野一高等・1971，多頭飼育豚舎の形式および作業方式と作業能率について，農業施設，1卷 1-2 號P. 39-54.
11. 森野一高等・1970，畜産施設 Hand Book——計畫、設計、管理——，酪農技術普及協會，P. 162-166; 209-211.
12. 鹿熊俊明・1980，養豚の施設と飼養管理，農業施設，11卷 2號，P. 25-33.
13. 鈴木俊二、戸原三郎・1968-1970，豚舎の構造と機能に關する研究，家畜の管理，Vol. 4. No. 1. P. 1-29. Vol. 5. No. 1. P. 11-35.
14. 野附巖等・1978，ロータリーミルングパーラーの作業能率について，農業施設，9卷 1號，P. 19-28.
15. FBIC Buildings for Pigs. 1968-1976.
16. Midwest Plan Service, 1977. Structures and Environment HandBook P. 271-287.
17. R. J. LYTLE. et.al. 1978. Farm Buildings Hand Book.