

# 淡水河流域最大暴雨量之估計

*On Estimating the Possible Maximum Precipitation  
over the Drainage Basin of Tanshui River.*

### *Abstract*

*Liao Shyue-yih  
Hsu Chin-huai*

The present work is used to estimate the possible maximum precipitation over the drainage basin of Tanshui River. Some conclusions are listed as follows:

(1) Amount of daily possible maximum precipitation at Taipei was estimated to be 384.2mm.

(2) Amount of daily possible maximum precipitation over Tanshui drainage area and its adjacent stations had all been computed. The values are listed in Table 2 and a isohyetal picture is presented in Fig. 3.

(3) The Average depth of possible maximum precipitation over the drainage basin of Tanshui River was 592.6 mm.

## 一、緒 言

自天氣學的觀點，詳細考察豪雨之結構，可以知道引起豪雨之必要條件有二。其一為該地區上空蓄積有可能造成豪雨之充分水汽。其二為該地區有充分強盛之大氣擾動，如低氣壓，鋒面或熱帶氣旋等，而其擾動之強烈上昇氣流，可以釋出大氣中所蓄積之水汽，使其變成豪雨。

根據上述之觀念，應用歷年的臺灣省氣象所高空探測資料，計算颱風侵襲臺灣而於淡水河流域誘致豪雨時之大氣中水汽含量，與實際豪雨降水日量做比較，推算淡水河流域之最大暴雨量，以供氣象災害防範設施設計之參考。

## 二、可降水量之計算法

水文氣象學 (Hydrometeorology) 上，應用所謂可降水量 (Depth of precipitable water, precipitable water content) 之觀念，估計低氣壓，颱風或鋒面侵襲期間之降水量，是晚近發展之新方法。原來可降水量是 Samuel B. Solot<sup>(1)</sup> 提倡之新思想，即底面積為一平方公分之大氣柱中全部水汽，完全凝結而變成雨水下降，其總量通常稱為可降水量。

量。若令  $\rho_w$  為水汽密度， $z$  為高度，即可降水量  $W$ ，據其定義可寫成

再令  $p$  為氣壓， $g$  為重力加速度， $\rho$  為空氣密度，即靜力學方程式為

$$dz = - \frac{dp}{\rho g}$$

上式代入(1)式可得可降水量W爲

$$W = -\frac{1}{g} \int_{P_0}^0 \frac{\rho_w}{\rho} dp = -\frac{1}{g} \int_{P_0}^0 \frac{\rho_w}{\rho} dp, \dots \quad (2)$$

其中  $p_0$  為海平面氣壓。

若令  $q$  為比濕，根據比濕之定義，可得  $q = \frac{\rho_w}{\rho}$

若令  $x$  為混合比，通常混合比與比濕之差數很小，可略而不計，即

$$W = \frac{1}{\sigma} \int_{0}^{P_0} x \, dp \quad \dots \dots \dots (4)$$

若有高空探測資料，可以知道比濕  $q$  或混合比  $x$  之高度變化，即可以由(3)或(4)式計算可降水量  $W$ 。實際上(3)或(4)式之計算相當複雜並很費時間。

註) 本文係應水利局第十二工程處之委託研究。

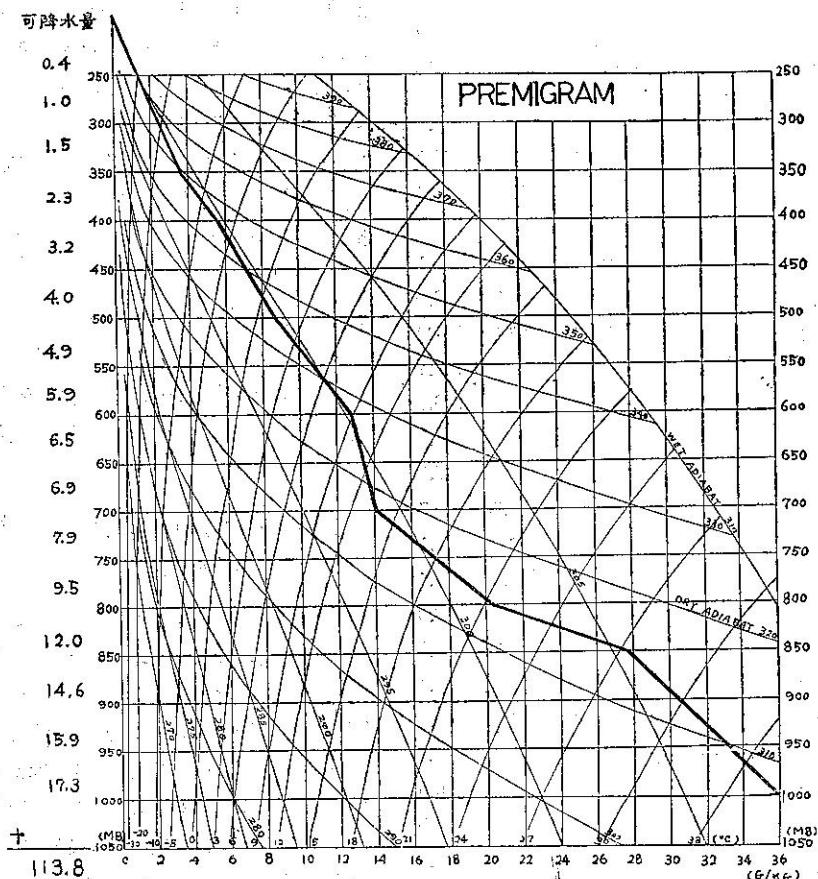


圖1：應用 Premigram 之臺北可能最大可降水量計算圖

◦ 在本研究為計算之簡便起見，將使用如圖 1 中所示之所謂 Premigram<sup>(2)</sup>，應用圖解法計算可降水量。

原來 Premigram 係選擇混合比 x 及氣壓 p 各爲橫、縱座標的計算圖表，該圖中氣壓差爲 50mb，混合比差爲 2 克之方格子之面積。是相當於可降水量 1mm.。如果由高空探測資料中，查出 1000mb, 900mb, 850mb, 800mb, 700mb, 600mb, 500mb, 400mb, 300mb 等標準氣壓面上之混合比，而填入圖中可得如圖 1 中所示之一條狀態曲線。若計算狀態曲線左邊之方格子之數目，此數字即爲當時之可降水量。又 Premigran 中有記載乾絕熱線 (Dry adiabat)，等溫線 (或等露點線) 及濕絕熱線 (Wet adiabat) 等線，故同時可當做絕熱圖應用之。

### 三、臺北地區可能最大降水量之估計

若使用1956年至1960年5年間之臺北高空探測資料，應用於第二節中所記述之方法，計算颱風侵襲臺

灣而於淡水河流域造成豪雨時之臺北上空可降水量，得如表一中所示之結果。此可降水量與當時臺北之實際降水日量比較，即可繪得如圖 2 中所示之結果。茲使用最小自乘法，計算可降水量及實際降水量間之關係，得下述之實驗式：

其中， $W$  為可降水量， $p$  為實際降水量，兩者之單位均使用公厘。可降水量  $W$  與實際降水量  $p$  之平方，成正比例，若使用圖表示即成拋物線，如圖 2 中所示。

同時計算圖 2 中各資料分佈點之上限包絡線 (upper envelope) 與下限包絡線 (lower envelope) 各為

此兩個包絡線同時也是拋物線，如圖 2 中所示。

如果根據上述之臺北區高空探測資料，選出  
 $1000\text{mb}$ ,  $850\text{mb}$ ..... $300\text{mb}$  等標準氣壓面上之已往

表一：可降水量與實際降水日量之比較表

日期 (年月日)	可降 水 量 (mm.)	降 水 量 (mm.)	日期 (年月日)	可降 水 量 (mm.)	降 水 量 (mm.)
1946 7 7	66.8	136.6	1958 7 15	63.3	107.9
9 25	57.9	137.0	7 16	63.9	22.0
1956 5 29	64.5	122.7	7 29	57.9	137.0
7 30	66.0	6.1	9 2	52.3	0.5
7 31	77.0	165.9	9 3	63.6	93.1
8 1	78.0	132.0	1959 7 14	51.7	8.2
9 1	51.0	0.2	7 15	69.1	244.0
9 3	84.7	132.2	7 16	64.8	49.4
9 15	49.8	3.4	7 18	64.5	173.4
9 16	73.5	83.6	8 3	52.2	0.0
9 17	63.4	22.7	8 4	53.2	5.1
9 18	65.4	1.9	8 5	67.5	22.7
1957 9 1	55.8	1.8	8 28	50.4	1.1
9 2	50.0	T(微量)	8 29	70.4	66.4
9 3	48.5	0.2	8 30	缺	32.0
9 11	54.7	12.3	8 31	48.7	0.3
9 12	54.7	4.7	9 13	59.3	0.4
9 13	59.5	36.2	9 14	51.4	0.0
9 14	缺	75.0	9 15	67.4	94.9
9 15	58.5	28.7	9 17	缺	0.3
9 16	57.0	0.0	9 18	61.3	83.0
9 17	58.3	0.0	9 19	50.2	19.0
9 18	59.6	3.3	1960 8 8	80.5	120.0
1958 7 14	55.2	9.9			

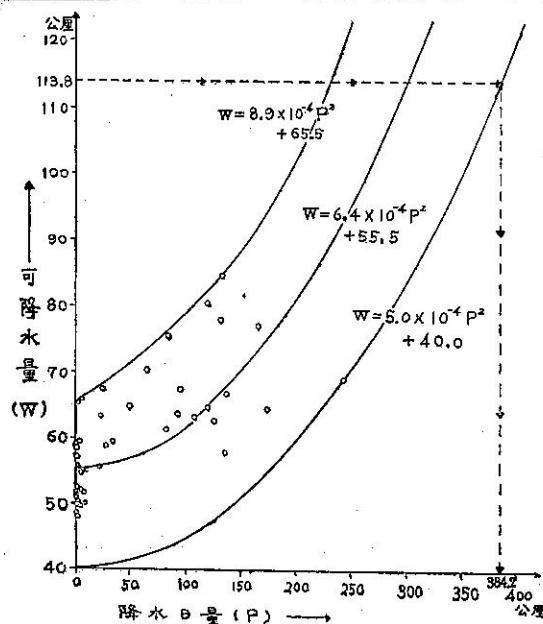


圖 2：臺北之降水日量及可降水量之相關圖

最高氣溫，可繪得如圖 1 中所示之狀態曲線。再假定此大氣完全飽和，即此狀態曲線可當做露點曲線，計算臺北之可能最大可降水量為 113.8 公厘，如圖中所示。此可能最大可降水量代入 (7) 式，計算 (7) 式中之  $p$ ，即可得臺北之可能最大降水日量為 384.2 公厘。此種計算同時可使用第二圖，由圖解法計算之。即由圖中求出，直線  $W=113.8$  與代表 (7) 式之拋物線之交點，而讀出此交點之  $p$  座標 384.2 公厘，就是臺北之可能最大降水日量。

總之臺北之可能最大降水日量為 384.2 公厘。與已往 64 年 (1998-1960 年) 之實際最大降水日量 358.9 公厘 (係 1930 年 7 月 28 日所測得之降水日量) 比較，大 25.3 公厘。

#### 四、淡水河流域各站可能最大降水 日量之估計

淡水河流域地形較為單純，分水嶺走南北方向，颱風經過本省北部或北部海面時，因西北氣流卓越，時常在淡水河流域誘致豪雨。因該流域各地之豪雨原因大略相等，所以使用臺北可能最大降水日量與臺北實際最大降水日量之比例，推算淡水河流域其他各地之可能最大降水日量時，其誤差不致於很大。若令  $M_i$  為  $i$  測站之已往最大降水日量，即據上述之觀念， $i$  測站之可能最大降水日量  $N_i$ ：

$$\text{即為 } N_i = M_i \times \frac{\text{臺北可能最大降水日量}}{\text{臺北實際最大降水日量}}$$

$$= M_i \times \frac{384.2}{358.9} = 1.0704 M_i \quad \dots\dots\dots (8)$$

從各測站已往之資料中，選出最大降水日量，代入 (8) 式可計算各測站之可能最大降水日量。據此方法計算之可能最大降水日量及已往最大降水日量，列如表二。

此資料換入淡水河流域之地圖而繪等雨量線，可得如圖 3 (A, B) 中所示之結果。使用此圖計算該流域之日面積雨量可得 592.6 公厘。由此圖可見大嵙崁溪流域內，有兩個極大降水區域，一位在堡西鎮西南地區，另一位在東眠山附近，其降水日量均超過 1,000 公厘。又新店溪流域也有兩個降水極大區域。一位在乾溝附近，另一位在濁瀨附近，其降水日量均超過 800 公厘。此四個降水量極大區域，分佈在淡水河流域之南至東南地區。流域西北部之樹林、新莊附近之降水量較少，均在 200 公厘以下。總之淡水河流域之南部及東南部降水量較多，西北部及北部降水量較少。茲將淡水河流域之平均

表二：淡水河流域及附近各站已往最大降水日量與估計可能最大降水日量表

站	名	最 大 降 水 時 (mm.)	發 生 日 期 (年 月 日)	資 料 統 計 年 數 (年)	估計可能最大 降 水 日 量 (mm.)
鎮	西 保	985.6	1956. 7. 31	3 (1954-1956)	1055.0
泰	亞 十	310.0	1940. 8. 30	13 (1933-1945)*	331.8
白	石	993.2	1956. 7. 31	17 (1940-1956)	1063.1
青	山	94.3	1954. 9. 24	2 (1945-1955)*	100.9
鞍	部	518.8	1956. 7. 31	3 (1954-1956)	555.3
秀	麟	590.0	1956. 7. 31	6 (1951-1956)	631.5
玉	峯	780.0	1956. 7. 31	12 (1945-1956)	834.9
義	盛	200.0	1949. 1. 3	7 (1949-1955)*	214.1
三	光 (1)	538.0	1956. 7. 31	18 (1939-1956)	575.9
三	光 (2)	547.5	1956. 7. 31	10 (1947-1956)	586.0
壹	原	646.0	1912. 8. 28	34 (1912-1945)	691.5
巴	陵	767.5	1956. 7. 31	20 (1937-1956)	821.5
馬	鳴	615.0	1920. 9. 4	26 (1920-1945)	658.3
李	嶺 山	430.0	1912. 8. 29	4 (1912-1915)	460.3
高	義	466.0	1956. 7. 31	20 (1937-1956)	498.8
復	興 (1)	950.0	1941. 8. 20	45 (1912-1956)	1016.9
復	興 (2)	309.5	1956. 7. 31	10 (1947-1956)*	331.3
水	流 東 (1)	347.2	1932. 8. 24	26 (1931-1956)	371.6
水	流 東 (2)	123.0	1956. 7. 31	2 (1955-1956)*	131.7
阿	姆 坪	194.0	1955. 9. 2	3 (1954-1956)*	207.7
八	結	473.4	1920. 9. 3	26 (1912-1937)	506.7
石	門 (1)	467.1	1943. 7. 17	31 (1926-1956)	500.0
石	門 (2)	467.0	1943. 7. 17	16 (1941-1956)	499.9
二	坪	219.7	1955. 9. 2	3 (1954-1956)	235.2
大	溪 (1)	204.0	1950. 7. 21	9 (1948-1956)	218.4
大	溪 (2)	180.0	1948. 7. 5	9 (1948-1956)*	193.7
缺	子	249.2	1938. 8. 2	19 (1938-1956)	266.7
鯉	歌	58.5	1954. 7. 24	3 (1954-1956)*	62.6
大	約	486.0	1948. 9. 17	24 (1933-1956)	520.0
三	峽	275.0	1930. 7. 27	54 (1903-1956)	294.4
大	寮	230.0	1956. 9. 15	23 (1934-1956)	246.2
樹	林	197.4	1953. 8. 17	7 (1950-1956)	211.3
土	城	327.4	1930. 7. 27	14 (1929-1942)	350.4
板	橋	214.1	1953. 8. 17	9 (1948-1956)	229.2
新	莊	145.1	1956. 6. 1	3 (1954-1956)	155.3
福	山	436.3	1948. 9. 17	6 (1947-1952)	467.0
利	莫 於	500.7	1920. 9. 3	45 (1912-1956)	535.9
阿	玉	432.4	1956. 9. 16	17 (1940-1956)	462.8
羅	好	496.0	1956. 9. 16	7 (1950-1956)	530.9
烏	來 (1)	434.3	1956. 9. 16	6 (1951-1956)	464.9
烏	來 (2)	256.0	1956. 9. 16	4 (1953-1956)*	274.0
坪	林 (1)	515.0	1924. 8. 5	54 (1903-1956)	551.3
坪	林 (2)	321.5	1948. 9. 17	12 (1945-1956)*	344.1

乾	溝	780.0	1949. 9. 14	8 (1949-1956)	834.9	
屈	尺	360.0	1910. 8. 3	9 (1903-1911)	385.3	
橫	窟	242.0	1944. 8. 13	10 (1935-1944)	259.0	
小	坑	299.0	1955. 9. 5	7 (1950-1956)	320.0	
新	粗	434.0	1946. 7. 18	9 (1948-1956)	464.6	
石	店	500.4	1924. 8. 4	43 (1903-1945)	535.6	
木	碇	204.2	1956. 9. 2	4 (1953-1956)	218.6	
臺	柵	358.9	1930. 7. 28	64 (1897-1950)	384.2	
臺	北	327.0	1930. 7. 28	74 (1887-1960)	350.0	
同	大	260.0	1953. 8. 16	5 (1952-1956)	278.3	
火	安	509.8	1956. 9. 16	51 (1906-1956)	545.7	
石	寮	413.0	1918. 10. 23	42 (1903-1944)	442.1	
瑞	底	496.6	1951. 9. 26	8 (1949-1956)	531.6	
暖	芳	436.0	1931. 10. 3	57 (1904-1960)	466.7	
松	暖	山 (1)	284.9	9 (1936-1944)	305.0	
松	山	山 (2)	290.6	6 (1951-1956)	311.3	
陽	明	山 (1)	485.5	9 (1948-1956)	519.7	
陽	明	山 (2)	435.0	34 (1923-1956)	465.6	
土	林	357.7	1930. 7. 28	31 (1914-1944)	382.9	
大	屯	山	407.0	20 (1937-1956)	435.7	
竹	仔	湖	515.0	30 (1931-1960)	551.3	
大	屯	鞍	432.3	1943. 7. 17	19 (1942-1960)	462.7
双	山	部	297.4	53 (1904-1956)	318.3	
淡	竣	頭	275.8	64 (1897-1960)	295.2	
山西海	仔	水	164.5	2 (1955-1956)	176.1	
三頭	山	脚	178.9	2 (1955-1956)	191.5	
四頭	重	盛	125.5	7 (1950-1956)	134.3	
四龜	拉	頭	210.0	5 (1950-1954)*	224.8	
四倒	十	埔	263.4	1 (1956)*	281.9	
潤	吊	賀	152.7	1 (1956)*	163.5	
彭	佳	分	460.1	46 (1911-1956)	492.5	
富	貴	山	365.0	6 (1951-1956)	390.7	
金		堵	545.0	4 (1953-1956)	583.4	
基		子	800.0	4 (1953-1956)	856.3	
鼻		瀨	310.1	55 (1906-1960)	331.9	
林		嶼	243.5	62 (1899-1960)	260.6	
白		角	301.0	49 (1912-1960)	322.2	
新		山	330.6	50 (1911-1960)	353.9	
中		隆	249.0	61 (1900-1960)	266.5	
角		角	230.0	29 (1932-1960)	246.2	
三		庄	342.2	62 (1899-1960)	366.2	
宜		岬	273.1	55 (1906-1960)	292.3	
天		子	343.3	48 (1913-1960)	367.5	
池		壠	520.6	51 (1910-1960)	557.3	
大		山	192.5	27 (1934-1960)	206.1	
坡		角	459.3	54 (1907-1960)	491.6	
坡		蘭	959.7	59 (1902-1960)	1027.3	
		埠	492.0	49 (1912-1960)	526.6	
		端	541.0	58 (1903-1960)	579.1	
		澳	580.0	50 (1911-1960)	620.8	
		南	620.0	50 (1911-1960)	663.6	
		亞				
		南				
		鞍				
		部				

\* 資料統計年數少或資料有疑問暫不使用。

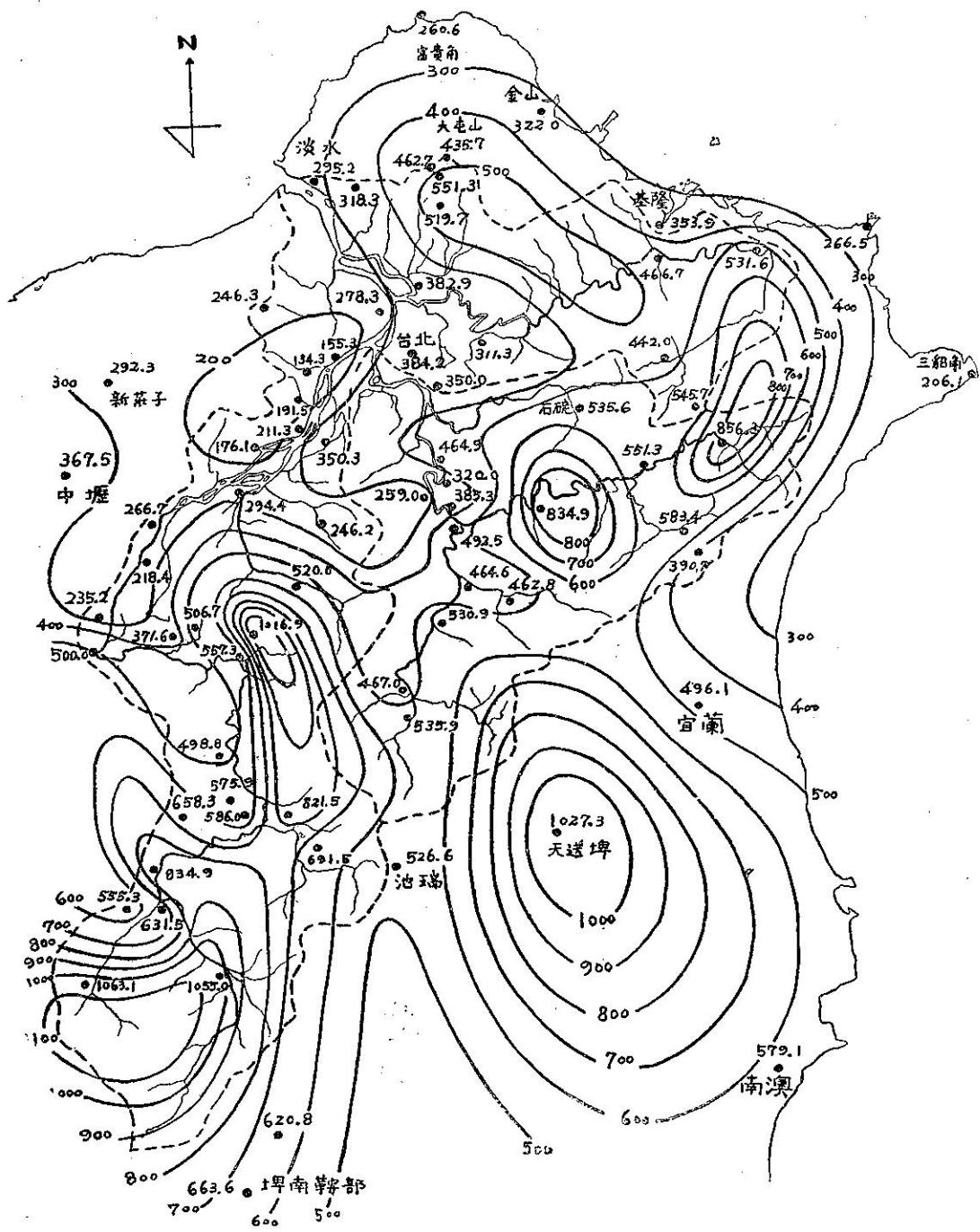


圖3A：淡水河流域可能最大降水日量分佈圖

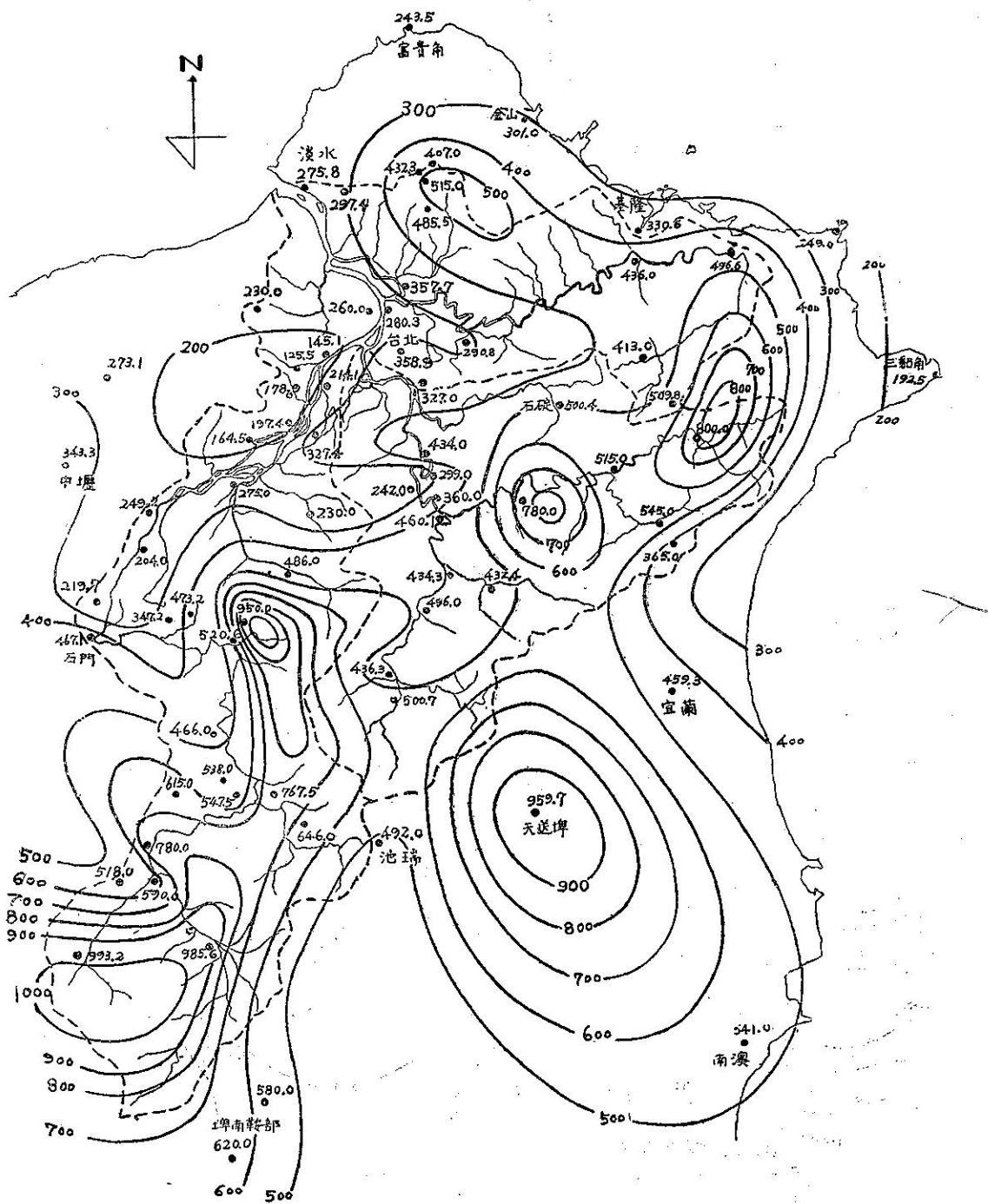


圖3B：淡水河流域歷年降水日量極值等降水量線圖

表三：淡水河各流域可能最大面積雨量表

淡 水 河	592.6公厘
大 斜 峨 溪 流 域	773.5公厘
新 店 溪 流 域	560.7公厘
基 隆 溪 流 域	454.3公厘
淡 水 河 下 游 流 域	337.7公厘

面積雨量列如表三。即大嵙崁溪流域之面積雨量最多，達773.5公厘，而新店溪流域居其次，為560.7公厘，基隆溪流域為454.3公厘。淡水河下游流域最少，為337.7公厘。

## 五、臺北可能最大降水量及再現 週期之關係

據 E. J. Gumbel<sup>(3,4)</sup> 之研究，年最大降水日量之頻率分佈，可滿足最大值頻率分佈之所謂 Fisher-Tippet 之理論<sup>(6)</sup>。依據此理論，由變數  $X$  之母集團 (Parent population) 中抽出  $n$  個之任意標本 (Random sample) 時， $n \rightarrow \infty$  之場合，其中之最大值  $X$  之分佈函數 (Distribution function) 為

表四：臺北最大降水量之再現週期表

雨現週期 (年)	5	10	20	40	60	80	100	150	200	400	600	800	1,000
最大降水量 (公厘)	200.8	237.2	272.1	306.8	326.7	340.8	351.4	371.3	385.4	418.9	438.8	452.9	463.5

平均值：156.2公厘，標準偏差：62.2公厘，最大值：358.9公厘，統計年數：63年（1898-1959年）

## 六、設計標準與再現週期之關係

災害是一種破壞現象，即僅有暴風而無堤防之沖毀或人口之死傷等損失，不可以說是災害。若一力作用於某一物體，而其力量無超過物體能受之強度限度，不會發生破壞現象，即不會有災害。引起氣象災害之力，不僅為物理學上之力，有時是豪雨，或是暴風等。以下總稱此種力為破壞力 (Destructive Force)，

氣象災害防範之種種設施，應該要考慮該地區之最大破壞力，建設費及設備之壽齡等條件，以決定有效而經濟的設計標準建設之。如果設計標準過高，其安全率固然極佳，但是工料浪費而不經濟。如果設計標準過低，即其安全率低，缺少防範之作用。故設計標準應該顧及安全率及經濟兩方面，方為合理。

1957年 K. Takahashi<sup>(5)</sup>，應用晚近發展之所謂 Operational Research 之方法，理論的計算，合理

$$P(y) = \exp(-e^{-y}) \dots \dots \dots \quad (9)$$

其中  $y = A(X - B)$  ..... (10)

而 $E(X)$  及 $\sigma$ 各為 $X$ 之母集團之平均值及分散 (variance)。

通常年最大降水量可達 $X$ 成以上之現象，於 $T$ 年中可以期待發生一次時，稱 $X$ 之再現週期 (Return period) 為 $T$ 年。因此由(9)式可得

茲將母集團之平均值  $E(X)$  及分數  $\sigma$ ，由標本之平均值及分散代替。使用臺北已往 63 年之資料，計算最大降水日量之再現週期，可得如表四中所示之結果。即於臺北 100 年可能有一次豪雨，其降水日量達 351.4 公厘，200 年可能有 385.4 公厘，600 年可能有 438.8 公厘，1000 年可能有 463.5 公厘之豪雨。

本研究中估計之臺北可能最大降水日量為 384.2 公厘，大略與臺北之再現週期 200 年最大降水日量相當。

的設計標準及破壞力之再現週期之關係，得

其中  $L$  為防範設施之壽命， $T$  為破壞力之再現週期。根據第五節之研討，已知臺北之可能最大降水日量之再現週期為 200 年，因此由 (14) 式可得防範設施之壽命為 100 年，此與堤防之實際壽命比較，與已往之經驗壽命大略一致。可見可能最大降水日量之估計適宜。

## 七、結論

茲將本文之研究結果，綜述如下：

- (1) 臺北之可能最大降水日量為 384.2 公厘。
  - (2) 淡水河流域之可能最大降水日量，列如表二而其分佈圖列如圖 3。
  - (3) 淡水河流域之可能最大日面積雨量為 592.6 公厘。
  - (4) 臺北之可能最大降水日量，相當於當地之再現週

期 200 年之最大降水日量。

本研究係初步研究，如今後有更多之高空探測資料，希望繼續研究淡水河流域之水文氣象學，進一步擴張此方法，以作淡水河流域降水量預報及洪水預報以減少水災，配合本省之經濟建設。

### 參 考 文 獻

- (1) Solt, S.B., (1939) : Computation of Depth of Precipitable Water in a Column of Air. Mon. Wea. Rev. 67 : 100-103.
- (2) 和達清夫, (1940) : 氣壓、混合比斷熱圖と其の應用及び断熱溫度について, 海と空 20 日本海洋氣

象學會。

- (3) E. J. Gumbel(1941) : The Return Period of Flood flows. Ann Math, Statistics, 12. No.2 163.
- (4) R. K. Linsley, M. A. Kohler and J. L. H. Paulhus. (1949) : Applied Hydrology.
- (5) K. Takahashi (1957) : An Operational Research on Disasters concerned with Storm in Japan. Jour. Met. Research Jap., 9, 1-34.
- (6) Fisher, R. A., and L.H.C. Tippett, (1928) : Limiting Forms of Frequency Distribution of the Largest or Smallest Member of Sample, Proc. Cambridge Phil. Soc., Vol. 24, pp 180-190

## 氣 象 學 報 徵 稿 簡 則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用之文献請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊載即致稿酬，每千字按三十元至四十元計算。創作論著稿之特具價值者另議。
- 十一、惠稿文責自負。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象所氣象學報社收。