

印度洋與臺灣降水量所創之新紀錄

樊篠兮譯

Indian Ocean and Taiwan Rainfalls Set New Records

撮 要

近由留尼旺島——西距馬達加斯加 400 哩——所獲之最大降水量情報，從為期 9 時至 8 日的過程，創立一項新紀錄。至另一地區之裏昔 15—24 時過程的紀錄值，亦為最近台灣之降水所突破，然其較留尼旺者，仍遜色甚多。至從 1 分鐘至五年的世界紀錄值，為求讀者明瞭起見，亦均表列如文、俾便參考。此種最高值之封閉曲線，可能係由 $R = 16.6D^{0.475}$ 之式而來。式中 R 代表雨量（單位吋），D 為降水過程（單位小時）。

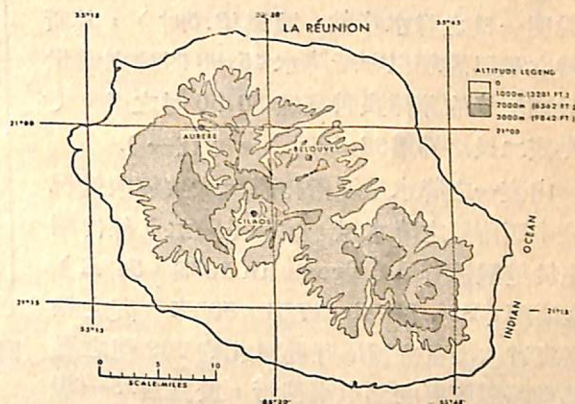
一、引言

由最近發表情報顯示，留尼旺島 (The Island of La Reunion) 豪雨所造成的某些雨量證明已遠超前所被認可之 9 時至 8 日的世界紀錄值。而裏昔 15—24 時之世界紀錄值亦為 1963 年的台灣降水所突破。台灣所測得之降水值雖較留尼旺島所測得者為少，然所值注意者為台灣之降水量測得係由雨量計獲致，此即加深吾人對該觀測之可信程度，同時、亦供為與颱風過境連帶發生的雨量分佈之按年代紀錄情報。此二降水量迄今仍保留為北半球所測得之已知最高值。

二、留尼旺島之降水

留尼旺島 (屬法) 位印度洋馬達加斯加以東 400 哩之遠洋中。總面積 30×40 哩，全島泰半為山嶺盤據，其中有高達近 10,000 呎之最高峯（平均拔海高度）（參見圖一）。羣巒陡峻，狹谷崢嶸。是故每當風向有利於升坡或向谷運動時，常大雨滂沱，水流如注。

流如注。



圖一 留尼旺島略圖

該島降水主受熱帶氣旋影響，除間有少數出現於 11—5 月者外，多數以 1—4 月為最有利時機。熱帶氣旋夾豪雨而至，兼之地形影響，更使降水強度大大增加。因標準甚高，故雖有豪雨，亦已司空見慣不足為奇矣：

站 名	奧 留 留	貝 洛 佛	西 留 斯
緯度經度	21°00' S., 55°26' E.	21°03' S., 55°33' E.	21°07' S., 55°29' E.
拔海高度	940 米 (3084 呎)	1500 米 (4921 呎)	1200 米 (3937 呎)
過 程 (日)	量 (吋)	量 (吋)	量 (吋)
1.....	62.33 4/7-8/58	66.49 2/27-28/64	73.62 3/15-16/52
2.....	97.12 4/7-9/58	95.09 2/27-29/64	98.42 3/15-17/52
3.....	123.21 4/6-9/58	105.90 2/26-29/64	127.56 3/15-18/52
4.....	134.74 4/5-9/58	109.50 2/26-3/1/64	137.95 3/14-18/52
5.....	136.83 4/4-9/58	110.22 2/25-3/1/64	151.73 3/13-18/52
6.....	136.83 4/4-9/58	110.58 2/24-3/1/64	159.65 3/13-19/52
7.....	136.83 4/4-9/58	112.04 2/26-3/4/64	161.81 3/12-19/52
8.....	136.83 4/4-9/58	118.54 2/26-3/5/64	162.59 3/11-19/52

表一 留尼旺島三站 1-8 日之最大降水值表

表一所列留尼旺島三個站的一至八日最大降水量，其中之任一站，其 24 小時的降水量皆超過 60in。所值注意者為上述各量，於最近十三年來 (1952—1964) 在如此短的過程，皆有類似觀測。所有雨量值均獲得於官方觀測紀錄，並符合「法國氣象勤務部」(The French Meteorological Service) 技術標準而被確定。奧留留 (Aurere) 與西留斯 (Cilaos) 之降水量係得自所建已達六年的資料之調查，貝洛佛 (Belouve) 之觀測則係經由與法氣象勤務部之聯繫而志願供給者。由於表一中所調查之量

，受資料時間較短限制，結果不够完整，故為進一步作長時期之紀錄調查，或可為發現較此數字更大

過 (時)	量 (吋)	時 (LST)	日
2.....	15.18	1300-1500	2/28/64
6.....	30.16	1300-1900	2/28/64
9.....	42.79	1300-2200	2/28/64
12.....	52.76	1300-0100	2/28-29/64
18.5.....	66.49	1300-0730	2/28-29/64

表二 貝洛佛一日內最大降水量表

的降水量之良好機會。表二為按年代順序記載法所列之貝洛佛一日最大量觀測紀錄值。此情報係由法國氣象情務部所報告之函件中披露而得知，說明一日之降水時數（實為18.5吋），其所測得之量已遠超以24時降水45.99吋建立為世界最高紀錄的菲律賓碧瑤達20.50吋之多。（參見表二貝洛佛為66.49吋）。（註一）

由表一之降水量連帶得悉其大致氣象情況，表中西留斯之降水量，據報（註二）係伴隨發生於楚墨林群島（Tromelin 16°S，54°E）與聖瑪麗（Ste. Marie 17°S，50°E）間之熱帶氣旋者。後者去留尼旺島東北約400哩之遙。然後該氣旋再向其東南移行，於三月15—20日間經過該島並移向其西南約百哩而接近西留斯故也，而留尼旺島亦曾經歷著名的洪水氾濫之禍。在該區域此熱帶氣旋之軌跡於每年此種季節（五月）均極標準。（註三）

由於對風暴軌跡及其動向時間欠缺詳細報告資料，致使對構成所測得顯著降水量之地形作用之分析，尚無法達到正確程度的分析判斷。對熱帶風暴之順鐘向環流（南半球）當中心接近或最近該島時，該島一般為北向至西向風一事，乃為可預期結果。因西留斯之地形位該島主分水嶺之背風面，去山嶺約2—3哩（海拔高度3937呎）。故一旦當上述風向盛行，吾人即可決定其造成世界紀錄之龐大降水量，乃為一不尋常的潛在「傾瀉效應」，或以地方性之向谷風對尖銳狹谷所合成之「漏斗效應」而造成。

如西留斯之降水係發生於當氣旋從該島撤退，則西南和南向風為升坡吹送而從該島之南側作升谷運動，則顯對此特殊降水量供為更有利之情勢。

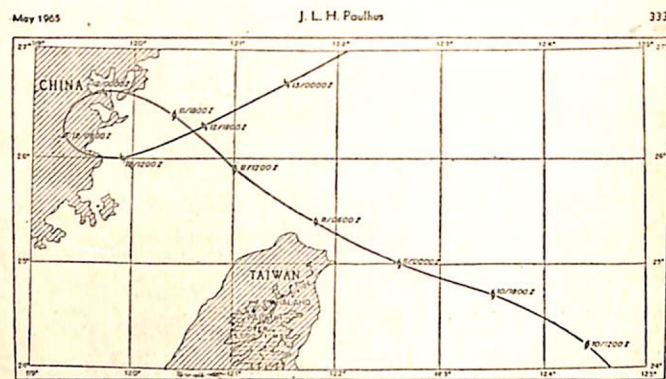
位該島北部坡地之奧留留與貝洛佛隨其最大降

水量所應呈現之實際天氣情況雖不太明瞭，然仍不得不假定係歸因於熱帶氣旋之蒞臨，因該二地所測得之最大降水，亦適逢其會，是為熱帶風暴季節。

三、台灣之降水

台灣之二水文站嘎拉賀及白石，相距十二哩，分別有量雨計裝置，於1963年（國曆五十二年）9月9—12日與過境的葛樂禮颱風結合期，在不尋常的豪雨期測得顯著的降水強度。白石觀測之空前值事後認可為15—24小時之世界紀錄。此二站之位置以及豪雨階段葛樂禮颱風之路徑皆示如圖二。

嘎拉賀位於海拔1160M。(3806呎)之高山，接近溪流總向西北而終於分向東西排泄的主分水嶺之

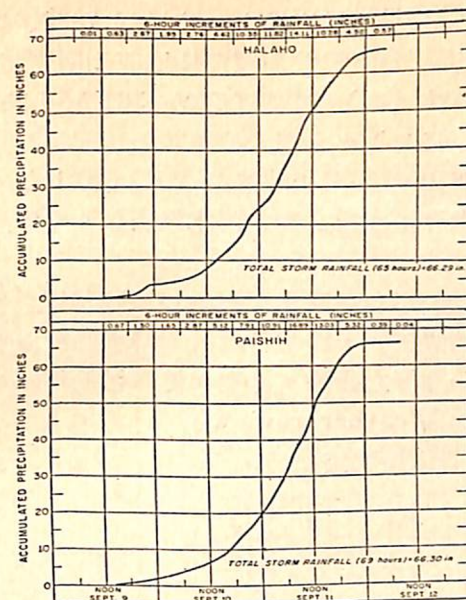


圖二 一九六三年九月十日1200GMT—九月十三日000GMT之葛樂禮颱風路徑及最大水文站地勢圖。白石廿四小時最大降水量期為九月十日1200GMT至九月十一日1200GMT十二小時最大降水量為九月十日1800GMT至九月十一日0600GMT。

西部坡地的山溪源地。嘎拉賀位近山脊，該山脊由附近環境顯似，宛如一狹地或鞍型。由是該站從西向之升坡風與空氣穿過鞍型之漏斗效應，居於一由舉升效應而接受豪雨的有利位置。因嘎拉賀距山脊甚近，該山可能接受由東部坡地濕空氣舉升形成之大量降水，而傾瀉於脊流入西部坡地，故東來風亦可能引起豪雨。總之、該時之風與葛樂禮颱風結合，可能為北至西向使嘎拉賀經歷其最大強度之降水量。

白石亦位主分水嶺之西坡。其海拔高度1636M(5368呎)，接近流向總向西北的山溪之上游。由之北來風將吹向狹谷。此站之東西二面均有7000呎之山脊屏障，西脊之厚顯僅一哩之數，故其極可能獲得和西來風伴隨的大量傾瀉性降水，甚多所測得之豪雨係與葛樂禮颱風有關，可能係由傾瀉效應結合向谷風之漏斗效應而成。

嘎拉賀與白石之集中降水曲線（參見圖三）甚



圖三 嘎拉賀與白石二地集中降水曲線圖

相似。白石於九月十一日曾歷較大之降水強度，但二站之各自總降水量相去無幾，其差僅0.01吋，（即66.29與66.30吋）。一至四十八小時之最大降水量列如表三。

台灣之水文站至少有一站，其所接受之風暴的總降水量較前述嘎拉賀與白石為大。在同年9月9—12日所報告逐日雨量各為9.64吋，41.10吋，19.46吋及0.11吋，總值為70.31吋，較嘎拉賀與白石之總量多4吋。可能者巴稜之降水強度在某些降水過程一定超過其他二站者。不幸、有關巴稜降水情形除淡水河流域有資料外，對其量雨計裝置及位置

過 (日)	新		日	舊		日
	站	量 (吋)		站	量 (吋)	
1.....	西留斯	73.62	3/15-16/52	碧瑤 菲律賓	45.99	7/14-15/11
2.....		98.42	3/15-17/52	Baguio, Philippines		
3.....		127.56	3/15-18/52	鮑登半島 牙買加	82.11	1/22-23/60
4.....		137.95	3/14-18/52	Bowden Pen, Jamaica		
5.....		151.73	3/13-18/52	鮑登半島 牙買加	99.52	1/22-24/60
6.....		159.65	3/13-19/52	Bowden Pen, Jamaica		
7.....		161.81	3/12-19/52	鮑登半島 牙買加	109.79	1/22-25/60
8.....		162.59	3/11-19/52	Bowden Pen, Jamaica		
				水銀山墾植場 牙買加	114.50	11/5-9/09
				Silver Hill Plantation, Jamaica.		
				水銀山墾植場 牙買加	122.50	11/5-10/09
				Silver Hill Plantation, Jamaica.		
				卡雷邦幾 印度	131.15	6/24-30/31
				Cherrapunji, India		
				卡雷邦幾 印度	135.05	6/24-7/1/31
				Cherrapunji, India		

表四 新舊世界紀錄值降水量比較表

過 (時)	量 (吋)	日期與時間 (東經120°)
嘎拉賀 (24°38'N., 121°24'E., 海拔高度3,806呎)		
1.....	3.08	11/0800-0900
3.....	8.15	11/0800-1100
6.....	15.33	11/0300-0900
12.....	27.59	11/0300-1500
18.....	37.58	10/1900-11/1300
24.....	46.98	10/1700-11/1700
30.....	53.53	10/1400-11/2000
36.....	58.69	10/0900-11/2100
48.....	63.14	9/2100-11/2100
白石 (24°33'N., 121°13'E., 海拔高度5,368呎)		
1.....	3.58	11/0700-0800
3.....	9.13	11/1000-1300
6.....	17.20	11/0700-1300
12.....	30.35	11/0200-1400
18.....	41.84	11/0100-1900
24.....	49.13	10/2000-11/2000
30.....	56.34	10/1400-11/2000
36.....	60.00	10/0900-11/2100
48.....	63.78	9/2300-11/2300

表三 嘎拉賀與白石二地四十八時之最大降水量

等詳細情報均付闕如。

台灣降水之最大值、實質上較留尼旺者為小。但其不同不應被以影響二地之熱帶風暴所含之潛在最高值的可能差別指示予以解釋。台灣所在之緯度約為北緯24度，留尼旺約為南緯21度，但海面溫度在有利於熱帶風暴的季節，在台灣近海者趨於略高。台灣近海之最高月平均海面溫度於8.9月份為82°F。（註五）留尼旺之三月約為81°F。兩島皆多山地且富徒急斜坡狹谷及10,000以上之高山巔峯，而留尼旺島三群巒可能更較複雜破碎。以面積言，台灣至較留尼旺島為大，然對中心位海洋之熱帶風

暴強度所加之影響力仍殊小。因二島附近之洋面氣溫相近，故其潛在最大降水率之任何差別，顯可歸因於地形影響或影響二地之熱帶氣旋的成雲降雨特性之不同而致。不幸有關此差異之究竟是否正確的可供研判資料仍無從得悉，故其差異之存在與否，仍是一個謎。

四、最大值之世界紀錄

貝洛佛與西留斯（分參見表二及表四）九時至八日之最大降水量，確已刷新過去世界紀錄而創立新的世界紀錄。表四為新舊世界紀錄值一至八日降水量最大值比較表。表五為15—21時之最大紀錄值，

圖四 單站測定世界紀錄值最大降水量圖表

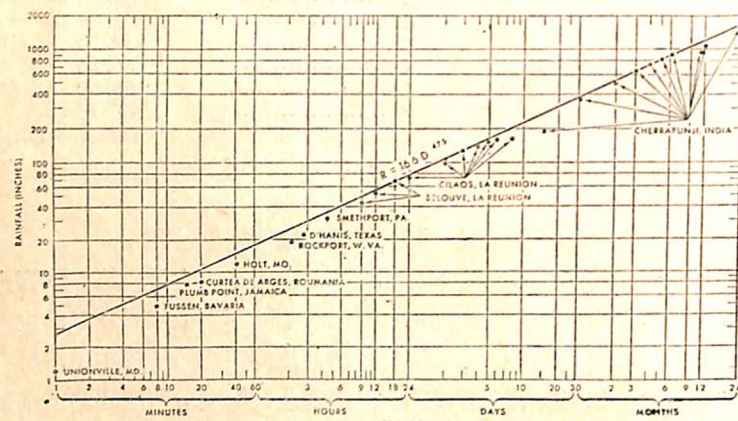


Figure 4.--World's greatest observed point rainfalls.

參考書

1. M. Selga, Largest 24-Hour Rain-fall in the World, Philippine Weather Bureau, 1932, 14PP.
2. Annales des Service Météorologiques de la France d' Outre-Mer, 1952 Météorologie Nationale, France, 1956, Vol. 2, P. C2.
3. W. G. Kendrew, The Climates of the Continents, 5th ed., Oxford Univ. Press, New York, 1961, P. 107.
4. Chi, Chi-Hsun, "A Discussion of the Rainfall Distribution during the Passage of Typhoon Gloria" Taiwan Provincial Weather Bureau Meteorological Bulletin, vol. 19, No. 3, 4, Dec. 1963, pp. 1-7.
5. U.S. Navy Hydrographic Office, "World Atlas of Sea Surface Temperatures," H.O. No. 225, 2d ed., Washington, D. C., 1944.
6. A. H. Jennings, "World's Greatest Observed Point Rainfalls," Monthly Weather Review, vol. 78, No. 1, Jan. 1950, pp. 4-5.
7. C. L. Jordan and M. Shiroma, "A Record Rainfall at Okinawa, Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 40, No. 12, Dec. 1959, pp. 609-612.

亦由1964年2月28日貝洛佛之9時量42.79吋予以掩蓋。其過去紀錄值為美國賓夕凡尼亞州斯密司港（Smethport, Pa）1942年7月17—18日15小時之34.50吋，（註六）及沖繩卡迪那基地1956年9月8日18小時的38.00吋和21小時的41.70吋（註七）。此三過去之世界值亦為台灣之降水量所破。（參見表三）

表五所示者為降水過程從1分鐘至2年之世界最大降水值修正表，表中各量針對降水過程以對數法表示出一完好之直線。（完）（取材於1965年5月 Monthly Weather review）

過 程	量 (吋)	站 名	時 間
1分	1.23	Unionville, Md 聯合堡 美馬里蘭州	July 4, 1956
8分	4.96	Fussen, Bavaria 金森 德巴伐利里區	May 25, 1920
15分	7.80	Plumb Point, Jamaica 鉛垂點 牙買加	May 12, 1916
20分	8.10	Curtea-de-Arges, Roumania 寇泰戴安吉斯 羅馬尼亞	July 7, 1889
42分	12.00	Holt, Mo 郝爾特 美密蘇里州	June 22, 1947
2小時10分	19.00	Rockport, W. Va 洛克港 美西威吉尼亞州	July 18, 1889
2小時45分	22.00	D'Hanis, Tex. (17 mi. NNW) 第漢斯 美德州	May 31, 1935
4小時30分	30.84	Smethport, Pa 斯密司堡 美賓夕凡尼亞州	July 18, 1942
9小時	42.79	Belouve, La Reunion 貝洛佛 留尼旺島	Feb. 28, 1964
12小時	52.76	Belouve, La Reunion 貝洛佛 留尼旺島	Feb. 28-29, 1964
18小時30分	66.49	Belouve, La Reunion 貝洛佛 留尼旺島	Feb. 28-29, 1964
24小時	78.62	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 15-16, 1952
2天	98.42	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 15-17, 1952
3天	127.56	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 15-18, 1952
4天	137.95	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 14-18, 1952
5天	151.73	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 13-18, 1952
6天	159.65	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 13-19, 1952
7天	161.81	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 12-19, 1952
8天	162.59	Cilaos, La Reunion 西留斯 留尼旺島	Mar. 11-19, 1952
15天	188.88	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	June 24-July 8, 1931
31天	366.14	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	July 1861
2月	502.63	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	June-July 1861
3月	644.44	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	May-July 1861
4月	737.70	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	April-July 1861
5月	803.62	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	April-Aug. 1861
6月	884.03	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	April-Sept. 1861
11月	905.12	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	Jan.-Nov. 1861
1年	1041.78	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	Aug. 1860-July 1861
2年	1605.05	Cherrapunji, India 卡雷邦幾 印度	1860-1861

表五 單站測定世界紀錄值最大降水量表

（上接第20頁）
一風暴進化之不同特性，然圖五中甚明顯者，即其中之比較，三個風暴有顯著的同一性出現。例如、不僅巨雹之寬廣範圍在三風暴中有其同一性，即鈎形北端之路徑，各風暴改變其旅行方向，亦以同一相對位置關係其各個雹區範圍。

在風暴G與H₁中（可能E亦同），其首次巨雹落於鈎形回波發展開始之短時前；G為20分，H₁為10分鐘前。各例中之鈎形端及主線之連續位置，其端轉而形成鈎，恰位巨雹範圍之西南且恰逢風暴回波改變其方向前。

在所有風暴中，其第一個龍捲及（或）主要破壞性風（主破壞性風之獨特發生範圍，係由於風暴H₁可適於產生龍捲風，但此不可能進行驗證。此例中破壞性風之持久性較在其他風暴者為小之事實，乃歸因於附近風暴之相競發展而致。）出現於端開始轉變形成鈎狀位置以東的8—10分鐘，彼時風暴回波採取其旅經路徑新的方向於風之右方。

三、討論

根據作者本人（1964年）所撰認為：一鈎狀回波乃為上升氣流內之旋轉結果。這種見解可由風暴G的事實予以支持，該鈎狀回波開始形成於1605，與此同時，「準龍捲風渦旋」（Pre-Tornado Vortex）首次被測得於雲底。此渦旋，並假定其亦與上升氣流聯合發生，從被測得之初時旅經風之右方。風暴回波旅行的順轉，出現於稍後。此時間的

落後實可能由於降水的落地，是在上升氣流促使其發生而改變其速度之後的過渡時間。所以、其複雜性為在SR成熟期過程，異常的風暴運動，是由於上升氣流的旋轉特性，可能係透過由 Fujita, (16 65a) 所建議的一種機械結構所致。

在風暴E與H₁中雖無準龍捲風之觀測，然龍捲及（或）主破壞風之發生於所有風暴的相對位置之事實，却暗示上述風暴G之複雜性，亦可能被應用於其他風暴之事例中。

為何階段的開始應和所有風暴中的巨雹降落研究，在在時間上的契合永不明顯。其原因可能為在上升氣流中，旋轉心之發展（上升氣流為SR階段的發展所必需）可發生於僅當上升氣流達到巨雹可能成長的強度後之偶然機宜。階段開始後，最大電體積的迅速減小，甚至在風暴E中，其繼起的持續頂接近60,000呎者約為二小時。這種情形使人懷疑某些天然電之抑制機械結構在這種風暴的SR階段期是繼續活動的，其可能情形為這種可能的發生，乃為風暴的動力重組結果。

本文如所示係獲成於地面天氣及雷達回波的聯合分析，至少、某些偶然機宜下，一雷雨在其產生一龍捲前需經過一顯著的徹底變性階段。所重要者其他實佳論詳之龍捲性風暴研究，將對本文之通性定識至有建樹。（完）——取材於1965年11月Journal of the Atmospheric Sciences