

台灣北部地區雨滴粒徑分佈特性與降雨估計之探討

許玉金 林沛練

國立中央大學 大氣物理所

摘要

利用雨滴粒徑分佈可以獲許多相關的降水參數：降雨率、回波值…等，且搭配雷達的觀測可以提高降水估計的準確性。因此，本研究針對北部地區雨滴譜儀各觀測站在 2004 年 6 月以後的資料進行分析探討。其中光學式雨滴譜儀(2DVD)觀測站包括了中大站和安坑站；撞擊式雨滴譜儀(JWD)的觀測站包括了中大站、南港站、石門站和霞雲站。

雨滴粒徑分佈在各觀測站上的分析結果發現：安坑站和南港站小雨滴($D < 1\text{mm}$)有偏少的觀測量。颱風期間降雨率小於 60mm/h 時，中值體積直徑 D_0 值大於 2.5mm 的事件出現機會較少，推測和強對流以及強風易使雨滴容易破碎有關。另外，颱風期間石門站和霞雲站有較多的降雨量，分析指出是由較多而較小的雨滴所貢獻的。

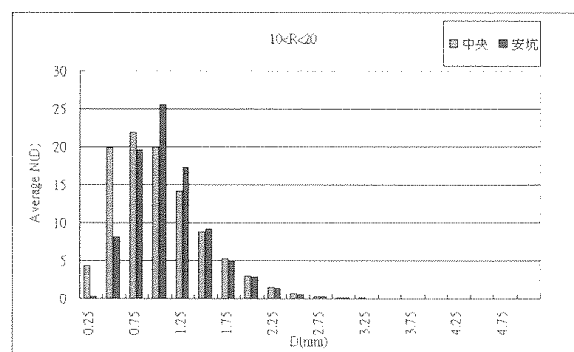
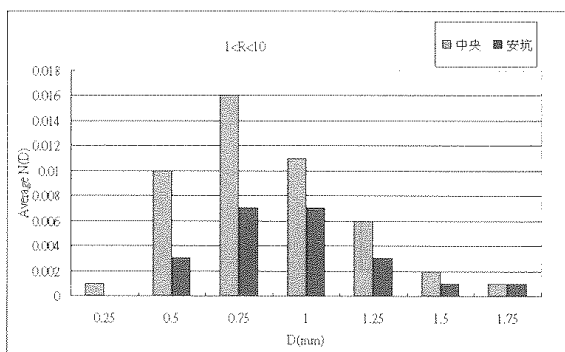
雷達估計降水分析顯示了：艾利颱風(2004/8/23-2004/8/26)期間，雷達回波和 JWD 式雨滴譜儀回波的比較上，中大和石門站的雷達回波約有 4dBZ 的低估值；石門和霞雲站則有 6dBZ 的低估。另外，修正雷達低估值再利用雨滴譜儀所反演的 Z-R 關係式來估計降水會提高雷達估計降水的準確性。

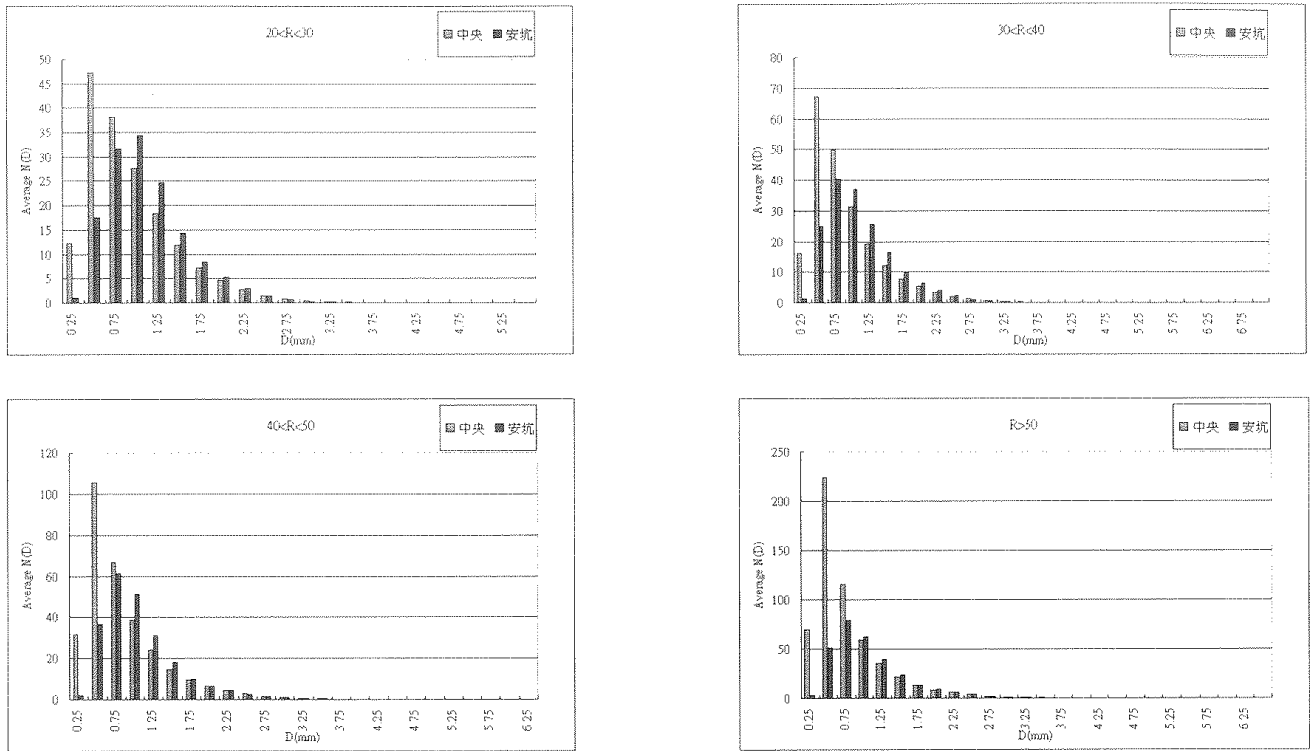
關鍵字：雨滴粒徑分佈、中值體積直徑

一. 雨滴粒徑分佈特性之探討

由於安坑站的雨滴譜儀只觀測到 2004 年 9 月中，所以在探討安坑站的雨滴粒徑分佈特性上，拿中大站的 2DVD 和安坑站的 2DVD 在 2004 年 6-9 月的觀測資料來比較探討。由於空間上分佈的差異，可能導致不同測站在此分析時間內的降水差異，所以在探討雨滴例徑分佈上將區分不同降雨率下 normalized 後的雨滴粒徑分佈。圖一表示不同降雨率下 normalized 後的

雨滴粒徑分佈。藍色長條圖為中大站的不同粒徑下的雨滴個數；紅色長條圖為安坑站的不同粒徑下的雨滴個數。由不同降雨率下的分佈皆可看出一特性，安坑站的小雨滴($D < 1\text{mm}$)有明顯較少的量值，而雨滴粒徑在 $1-1.5\text{mm}$ 間安坑站的量值有比中大站的值要高的情形。

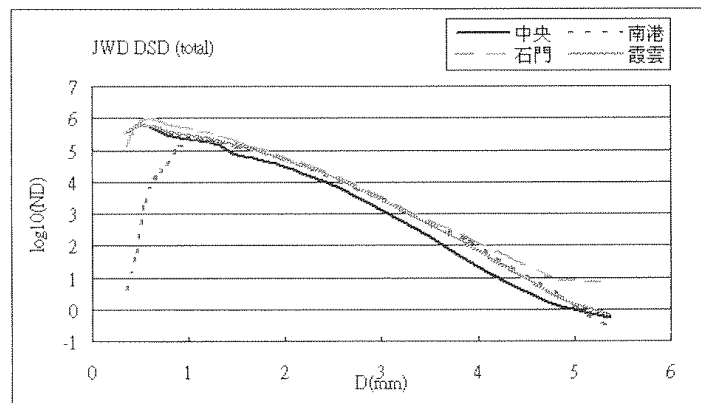




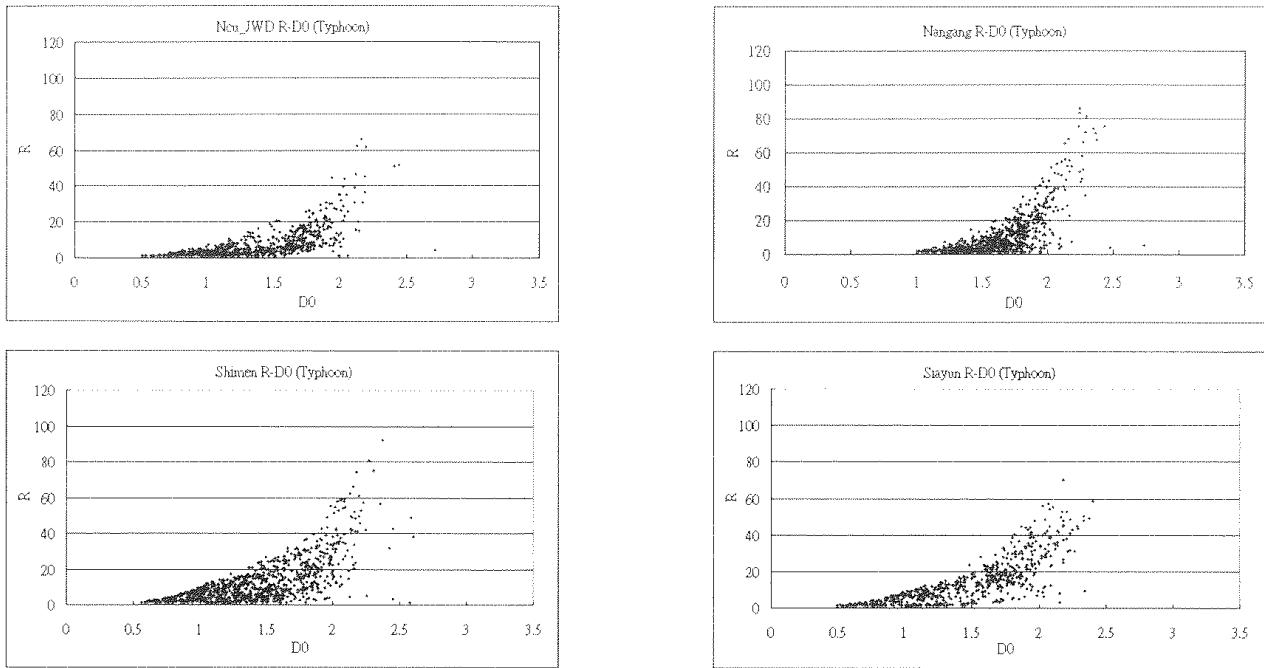
圖一：不同降雨率下，中大的和安坑站 2DVD 的雨滴粒徑，normalized 後的觀測量

而 JWD 在不同觀測站的雨滴粒徑分佈情形，在此主要討論的是 2004 年艾利、海馬和納坦颱風下的情況。由 (圖二) JWD 觀測站的雨滴粒徑分佈可看出，南港站有明顯的小雨滴量值極少的情形，其他站的分佈大致相似，整體而言石門和霞雲有較多的雨滴個數其雨量較多。由圖三中值體積粒徑 (D_0) 和降雨率的分佈，可發現在降雨率小於 60mm/h 的條件下，各觀測站大於

2.5mm 的 D_0 值分佈很少，表示颱風的個案下，大雨滴的粒徑不易存在，可能和颱風旺盛的對流和強風使得雨滴粒徑容易破碎有關。另外，在不同降雨率下統計的平均 D_0 值來看，石門和霞雲的 D_0 值分佈有比中大的和南港要小的情形，表示在石門和霞雲站，有較多的雨量主要是來自較小但個數較多的雨滴。



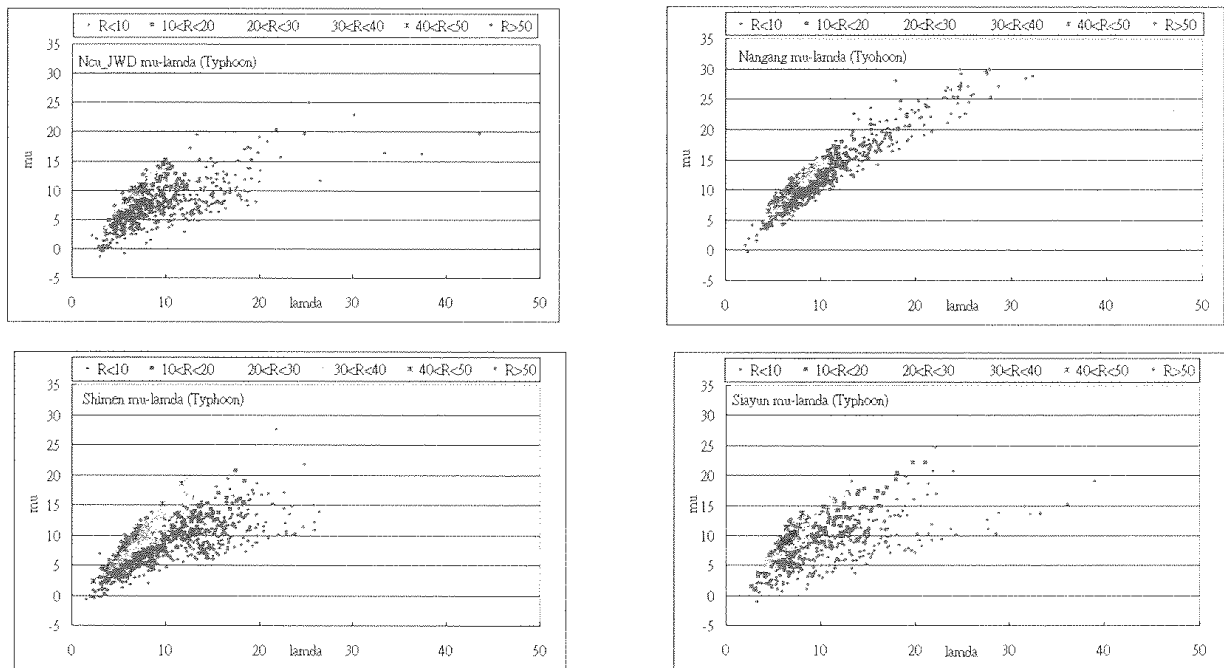
圖二：JWD 各觀測站之雨滴粒徑分佈圖



圖三：JWD 各觀測站之 D_0 -R 分佈圖

由圖四來看 Gamma 參數下 μ - Λ 的分佈關係，此用意是利用 μ - Λ 的關係式以簡化 Gamma 方程式，可發現利用不同降雨率的分類 μ - Λ 的關係式會更為明顯，且 JWD 的各觀測站 μ - Λ 的分佈可看出一個特性，即在相同的 μ 值下降雨率越大， Λ 值越小，表示降雨率大時雨滴粒徑會向大雨滴延伸；而在相同的 Λ 值

下，降雨率越大 μ 值也就越大，表示降雨率大時小雨滴的量值會越來越少。此外，在表一各站的平均 Z-R 關係式之 A、b 值來看，中大、石門、霞雲站的分佈是相似的而南港站可能受到小雨滴缺少的影響其分佈值有較明顯的不同。



圖四：JWD 各觀測站不同降雨率之 μ - Λ 分佈圖

	中大	南港	石門	霞雲
A	301	405	295	302
b	1.20	1.15	1.20	1.19

表一：JWD 各觀測站在颱風各案下 Z-R 關係式之平均 A、b 值

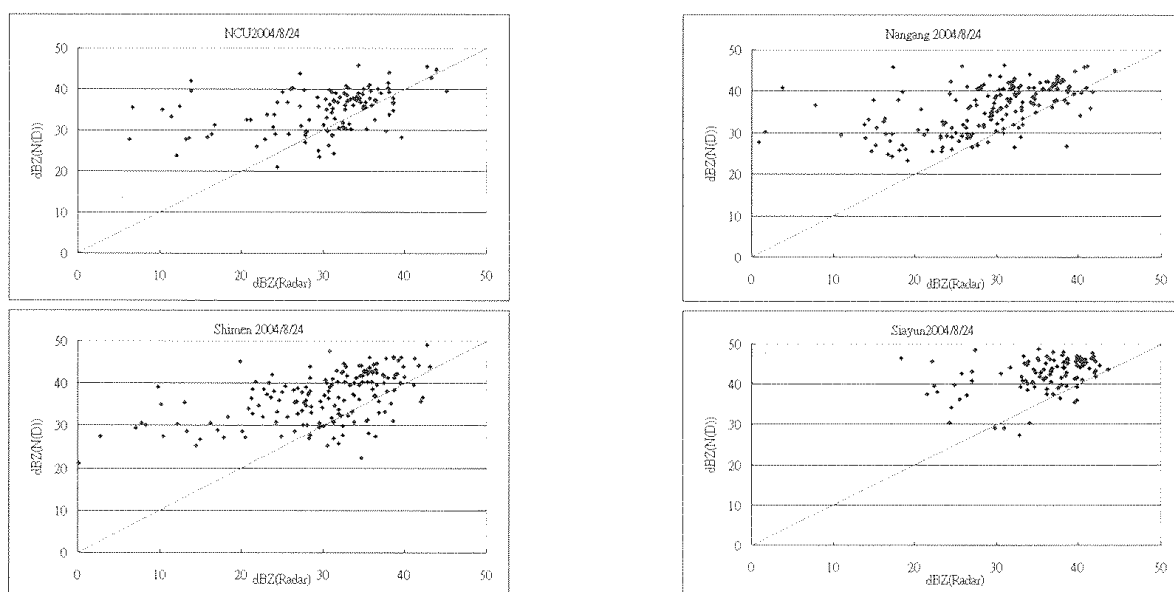
二. 降雨估計的探討

降雨估計的探討是以 JWD 各觀測站在艾利颱風個案下的估計。利用雷達回波做降雨估計，首先由表二可知在艾利颱風下各觀測站所演算之 Z-R 關係式之 A、b 值。有了關係式還需要了解雷達和地面所觀測到的回波值差距(圖)即描述了各站雷達回波和雨滴粒徑分佈所演算的回波關係，橫軸表示雷達觀測之回波；縱軸表示雨滴粒徑分佈所演算之回波，可看出各觀測站在雷達回波小於 20dBZ 的情形下，兩者分佈的差異

性很大，因此為避免其影響整體主要差距，將雷達回波小於 20dBZ 的觀測值去除，以探討雷達回波和雨滴譜儀所演算的回波差距，即得表六。可發現各觀測站的雷達回波皆有低估的情形，且降雨量越大低估的值越明顯，有一部分的原因可能和降雨率大的個案數較少有關。但大致上中大和南港雷達有約低估 4dBZ、石門和霞雲雷達有約低估 6dBZ 的情形。

	中大	南港	石門	霞雲
A	401	396	395	412
b	1.20	1.16	1.22	1.20

表五：JWD 各觀測站在艾利颱風之平均 A、b 值



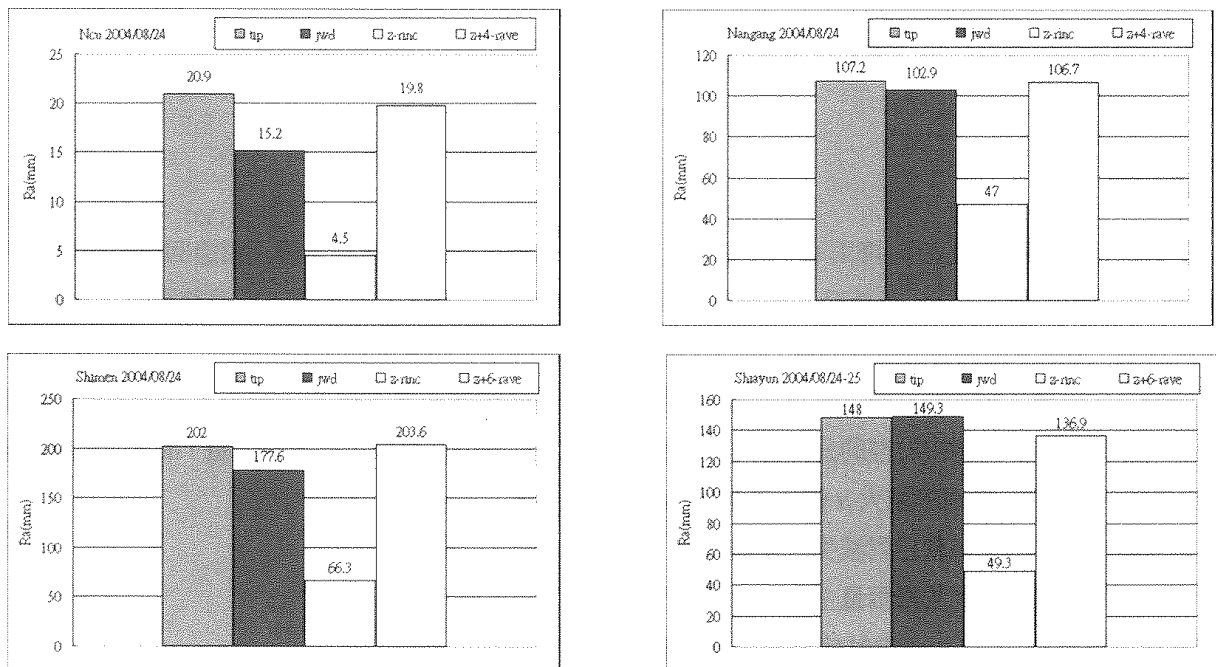
圖五：JWD 各觀測站雷達回波和雨滴粒徑分佈演算之回波分佈圖

	中大	個案數	南港	個案數	石門	個案數	霞雲	個案數
R<10	-3.3	149	-2.7	141	-3.6	137	-3.1	51
10<R<20	-6.1	56	-5.6	74	-7.1	76	-5.5	82
20<R<30	-7.2	14	-6.3	25	-7.4	55	-7.3	36
30<R<40	-5.5	4	-5.9	10	-8.8	20	-7.7	34
40<R<50			-17.8	2	-9.1	9	-9.1	14
R>50					-10	5	-12.5	5
平均回波	-4.20		-4.18		-5.82		-5.97	
	4		4		6		6	

表六：JWD 各觀測站不同降雨率及平均雷達回波低估值

利用上述艾利颱風，各站的 Z-R 關係式和各站的雷達回波低估情形來探討降雨估計的問題，即可由圖六來說明：藍色長條圖表示雨量筒的觀測值；紅色長條圖表示雨滴譜儀所演算的雨量值；黃色長條圖表示雷達回波直接利用 Z-R 關係式反演之雨量值；綠色長

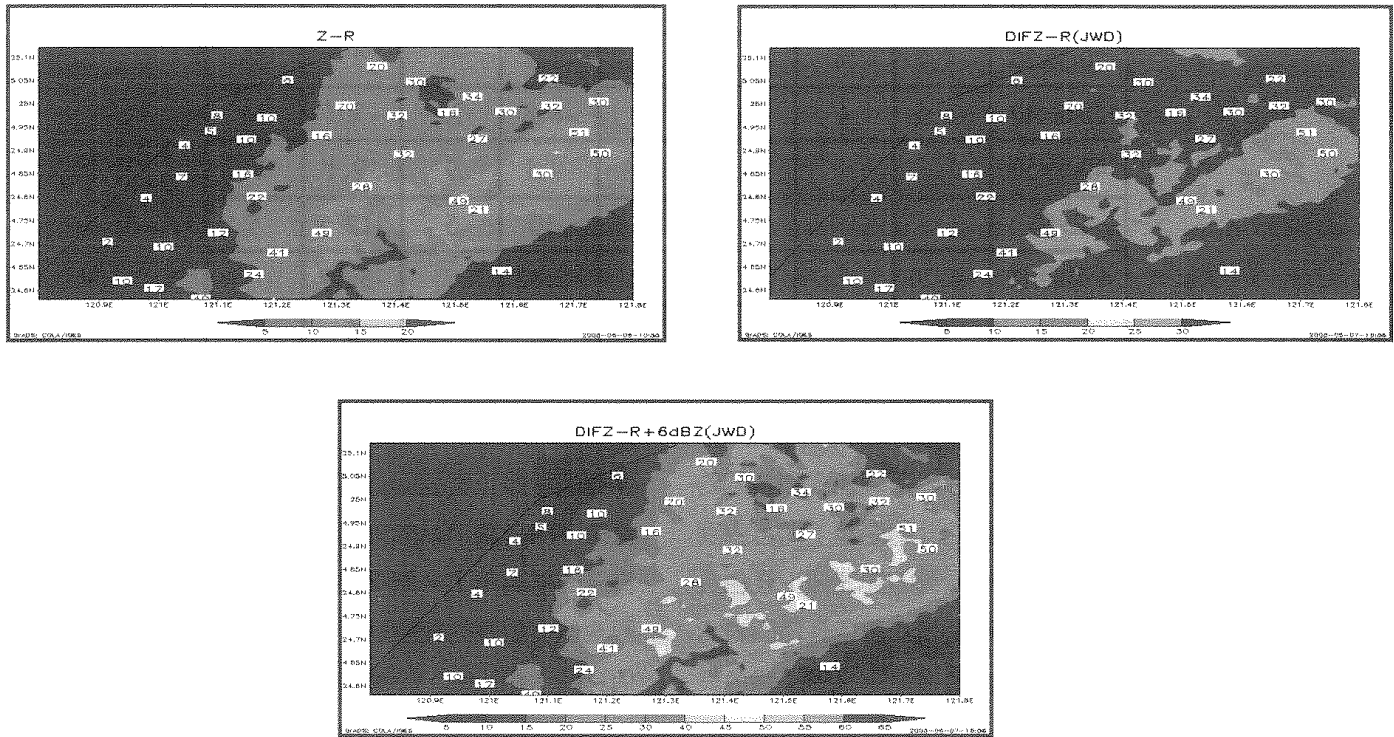
條圖表示修正雷達回波再利用 Z-R 關係式所反演之雨量值。由各觀測站的分佈值很明顯的可以看出，修正雷達回再利用 Z-R 關係式的演算估計降水和雨量筒的觀測值有很好的相關性。若將地面雨量值和雷達回波估計降水相比較，即圖七。



圖六：JWD 各觀測站利用不同方式之降雨估計分佈圖

其中上圖為雷達降水估計式利用傳統 $Z=300R^{1.4}$ 的經驗式；中圖的雷達降水估計是利用雨滴譜儀觀測資料在不同回波區間的 Z-R 關係式；下圖的雷達降水估計是利用雨滴譜儀觀測資料在不同回波區間的 Z-R 關係式，並修正 6dBZ 的回波值。由圖可看出，利用雨滴譜

儀觀測資料在不同回波區間的 Z-R 關係式，並修正 6dBZ 的回波值，和實際地面觀測的降雨量是最相近的。



圖七：8月24日11:00到12:00(UTC)，地面觀測站降雨量(數值)與雷達回波估計降雨量(彩色陰影)分佈圖，圖中五分山雷達站位置為(120.77E、25.07N)

三. 結論

在 JWD 分析的颱風個案中，降雨率小於 60mm/h 中較大 D_0 值出現的機會很小，可能受到颱風的強對流和強風影響，導致其雨滴容易破碎有關。而 JWD 在 $\mu - \Lambda$ 的分佈上，反應了相同的 μ 值下降雨率越大 Λ 值越小，表示在降雨率大時，雨滴粒徑的分佈會向大雨滴延伸；若在同一 Λ 值下，降雨率越大 μ 值也就越大，表示降雨率大時小雨滴的量值就相對減少。整體分佈上，石門和霞雲站在颱風期間的降雨量主要是由較多而較小的雨滴所貢獻的；安坑和南港站的分析皆顯示該地區的小雨滴粒徑($D < 1\text{mm}$)較少，此部分的原因，推估和南港以及安坑的地理位置有關。

在降雨估計方面，艾利颱風期間在回波比較上，中大和石門站雷達回波約有 4dBZ 的低估；石門和霞雲

站則有 6dBZ 的低估。修正雷達回波的差值，再利用雨滴粒徑分佈在艾利颱風下所演算後的 Z-R 關係式來反演降水和雨量筒相比有不錯的一致性。且在雷達降水估計和地面觀測值的比較上，利用不同回波區間的 Z-R 關係式並修正雷達回波值，有較好的降雨估計情形。