

自投羅網—投落送墜落水平軌跡之研究

唐鈺亭 羅濟綱 錢皓群 劉琬琳 吳佳瑩
指導老師 劉清煌

一、研究動機

侵台颱風之飛機偵察及投落送觀測實驗(DOTSTAR)，主要實驗目的為觀測颱風周遭的大氣環境。傳統的投落送資料大都用來資料同化、研究颱風周圍的環境場等，而我們希望能從投落送之軌跡探討其與颱風移動速度、方向及環境風場的關係，期望能藉此提供另一種分析投落送資料的方式，並且能將投落送的資料分析發揮至淋漓盡致。

二、使用資料

追風計畫(DOTSTAR)投落送資料
NCEP 1°x1°風場資料
MTSAT 衛星雲圖
JMA 颱風路徑

三、資料選取與研究方法

(1) 資料選取

為探討投落送軌跡資料與颱風移動速度、方向的關係，根據追風計畫網頁上的所有追風個案，挑選出投落送位置相對於颱風中心接近圓形的個案，以利之後計算軌跡線在不同氣壓層的面積。最後篩選出十個颱風個案。

(2) 研究方法

(2.1) 軌跡線調整

由於投落送的掉落速度隨高度不同，掉落速度愈快，水平軌跡線愈短，為考慮如何在單位時間內不同高度有相同的水平位移，故調整其垂直落速。經過統計計算後，投落送的平均掉落速度為-15m/s(圖1)，因此將各高度的水平風乘上該高度的墜落速度與平均墜落速度的比值，得出調整後的水平風，再將調整後的水平風對時間做積分，求出其調整後軌跡線。使用此方式可減少掉落速度快慢對水平軌跡線所產生的影響。公式如下：

$$\tilde{V}(h) = \vec{V}(h) \times \frac{V_f}{\bar{V}_f}$$

$\tilde{V}(h)$ 為調整後的水平風速
 $\vec{V}(h)$ 為各資料點之 u、v 風場
 V_f 為各資料點之墜落速度
 \bar{V}_f 為平均墜落速度
 $\vec{l} = \vec{l}_0 + \int_0^t \tilde{V}(h) dt$
 \vec{l} 為調整後的投落送位置
 \vec{l}_0 為投落送投擲的起始點

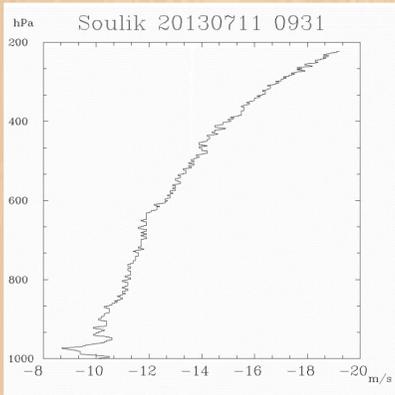


圖1. 投落送墜落速度與氣壓的關係。橫軸為投落送墜落速度(m/s)、縱軸為氣壓垂直變化(hPa)。以Soulik颱風為例，投落送墜落速度隨氣壓值變大而減小。

(2.2) 氣壓層面積計算

在軌跡線上點出不同特定氣壓層(300hPa、500hPa、700hPa、900hPa)連線圍成圈，並計算出面積(圖3、圖4)。將各颱風300hPa氣壓層面積定為1，並將其餘氣壓層面積與之作比值，以下圖示中，a9/3為900hPa與300hPa氣壓層面積之比值；a7/3為700hPa與300hPa氣壓層面積之比值；a5/3為500hPa與300hPa氣壓層面積之比值。

四、資料分析與結果

(1) 軌跡線與颱風行進方向之關係

由於自颱風周圍投擲投落送時，其軌跡會受到颱風行進方向的影響(圖2)，因此利用軌跡線的曲率變化造成氣壓層面積偏移的情況，即可看出颱風的走向(圖3)。

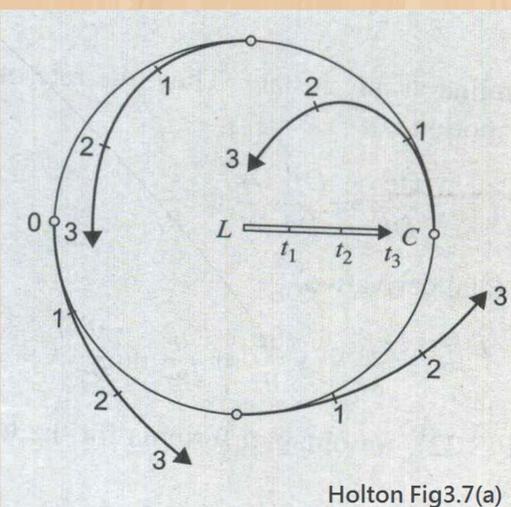


圖2. 當環流移動速度小於環流切向風速時，位於東西南北四點的質點軌跡。

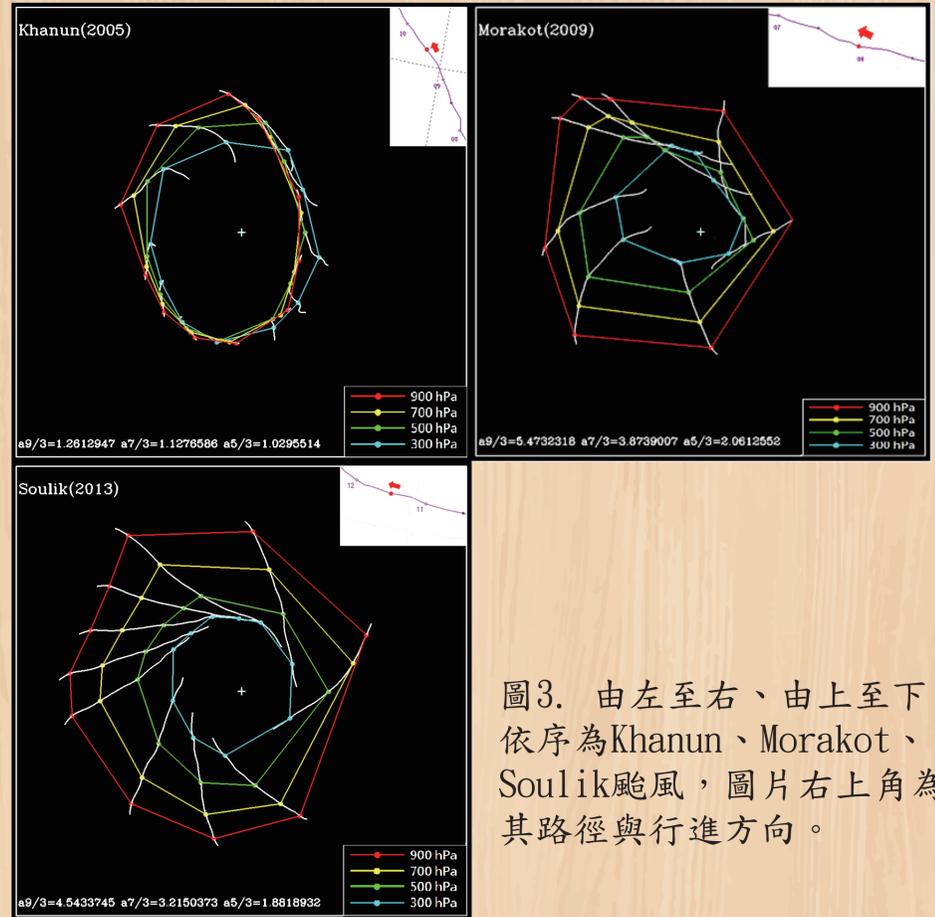


圖3. 由左至右、由上至下依序為Khanun、Morakot、Soulik颱風，圖片右上角為其路徑與行進方向。

以颱風七級暴風半徑為準，將投落送投擲點分為接近颱風中心或遠離颱風中心兩類，接著利用JMA之颱風位置表推算出投擲投落送前後的颱風移動速度，18km/hr為基準將颱風移速再分為快慢兩組。移速慢的颱風並無投擲距離大於七級暴風半徑的個案，因此僅分為三類，發現颱風移速和投落送位置有關。

投擲距離<7級暴風半徑	移速>18km/hr	Morakot、Usagi
	移速<18km/hr	Muifa、Tembin、Soulik
投擲距離>7級暴風半徑	移速>18km/hr	Haitang、Matsa、Khanun、Longwang、Kompasu

(2) 各氣壓場面積及形狀變化

若面積變化的幅度較小，表示此兩氣壓層間的徑向風速較小(圖4)，而若面積變化的幅度較大，表示此兩氣壓層間的徑向風速較大(圖5)。

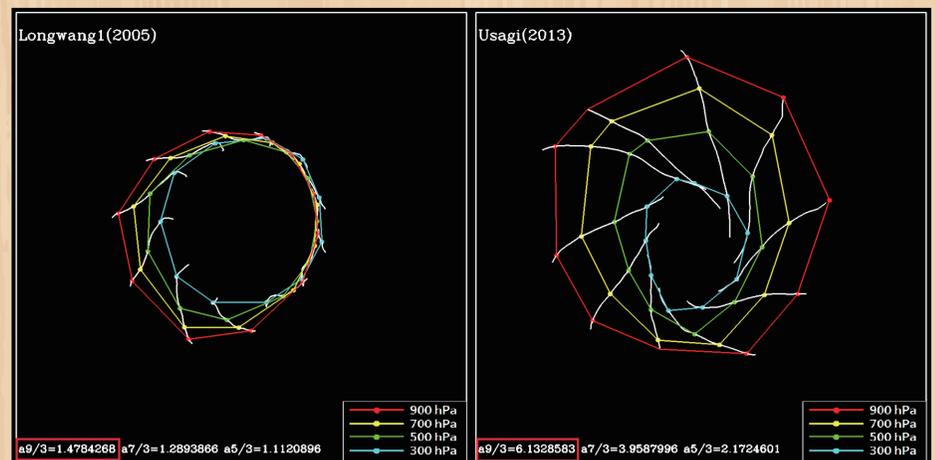


圖4. Longwang颱風第一次投落送投擲調整軌跡線及各氣壓場面積變化。

圖5. 如(圖4)為Usagi颱風。

五、參考文獻

DOTSTAR追風計畫網站：

<http://typhoon.as.ntu.edu.tw/DOTSTAR/tw/>

Holton, J.R, Hakim, G.J., 2012. An Introduction To Dynamic Meteorology. pp. 532