

台灣北部冬季弓狀回波之個案分析

陳泰然

國立台灣大學大氣科學系

王重傑

私立中國文化大學大氣科學系

周鴻祺

交通部民航局中正航空氣象台

摘要

1997年11月26日凌晨，一東北東—西南西走向之冷鋒移經台灣北部外海，其上並形成一飈線系統，隨鋒面緩慢向台灣北部接近。該飈線系統的部份線狀回波，隨後向前凸出而演變為「弓狀回波」(bow echo)，並於清晨在台灣北部登陸。由於弓狀回波在東亞副熱帶地區相當罕見，本文主要使用桃園國際機場之單都卜勒雷達觀測資料，分析探討此個案之環境條件、系統結構、以及隨時間之演變。結果顯示，本弓狀回波個案之發展環境，低對流層具有非常大的垂直風切(在0-3 km 達到 28 m s^{-1})，而鋒前之對流可用位能 (convective available potential energy ; CAPE) 則為 $1288 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ ，因此不穩定度屬於中等。本個案中，冬季冷鋒不僅扮演將對流組織為線狀之角色，其接近亦提供強垂直風切與不穩定度等適宜弓狀回波發展之環境條件。本形成於副熱帶海洋地區(台灣附近)之個案與北美中緯度大陸地區常見者相較，至少有兩點明顯差異：第一、本個案發生於冬季，而北美者大多出現於暖季；第二、本個案由於移速(約 16 m s^{-1})較北美大多數個案為慢，因此伴有台灣北部至西北部的豪雨發生；而北美者移速大多較快，且災害主要導因於地面具破壞力的直線型強烈陣風而非降水。

本弓狀回波之長度約為60-90 km，生命期約4 h。弓狀回波形成後，沿飈線向東移動。在約0615 LST時，系統通過桃園國際機場並在地面造成達 18.5 m s^{-1} 之強西北陣風。單都卜勒雷達觀測顯示，本個案之結構具有許多弓狀回波之典型特徵，包括前方之凸出前緣(apex)、後方回波凹陷區(notch)、中層達 25 m s^{-1} 之後向前(rear-to-front)內流(inflow)、以及低層一對氣旋式與反旋式之書夾式渦旋(bookend vortices)。當弓狀回波成熟時，系統前緣之對流上衝流具有向上風切(up-shear)傾斜之結構，而後方內流噴流之高度則上升(在3-4 km 達最強)直到非常接近陣風鋒面，其分支始快速下降至地面附近。至於弓狀回波所伴隨的一對書夾式渦旋偶，則持續約2-3 h且在2 km 高度最為明顯。