

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

應用紅外線資料的客觀方法估計颱風強度與降雨量(一)
An Objective Method to Estimate Typhoon Intensity and
Precipitation Using Infrared Data (I)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC90-2625-Z-052-002

執行期間：90年8月1日至91年7月31日

個別型計畫： 計畫主持人：
共同主持人：

整合型計畫： 總計畫主持人：劉振榮
子計畫主持人：顏泰崇
子計畫協同主持人：陳嘉榮
子計畫兼任研究助理：王文隆、汪琮

處理方式： 可立即對外提供參考
 一年後可對外提供參考
 兩年後可對外提供參考
(必要時，本會得延展發表時限)

執行單位：中央氣象局氣象衛星中心

中華民國91年10月31日

應用紅外線資料的客觀方法估計颱風強度與降雨量(一)

摘 要

原始客觀 D 氏法 (Objective Dvorak Technique, ODT) 是依據主觀 D 氏法的步驟所發展之自動化颱風強度估計技術。基本上，客觀 D 氏法依據颱風中心(眼區)所在位置附近紅外線亮度溫度與外圍對流雲系之紅外線亮度溫度差異多寡，利用一對照表決定颱風強度。此法只需輸入颱風中心的經緯度，即可計算出該颱風之強度估計值 (T 數)。至於 T 數在 3.5 以下的輕度颱風或熱帶性低氣壓(Tropical Depression)之中心(眼區)位置的不確定性高，且其環流雲系的對稱性不足，使原始 ODT 法的估計值產生過大之誤差。例如，吾人會常見主觀 D 氏法估計某一 TD 之 T 數為 2.0 或 2.5 時，而原始 ODT 法的估計值則為 3.5。針對 2001 年颱風季七個侵台颱風個案 T 數曾經大於 3.5 的颱風個案所作之強度估計結果顯示，原始 ODT 法對眼區較為明顯或外圍對流雲系較呈軸對稱的颱風個案(如納莉)有較為良好的強度估計結果；反之，當中心位置較難以決定或雲系較不對稱的颱風(如潭美、西馬隆及奇比颱風)，則原始 ODT 法無法作出合理的強度估計值。吾人將在未來的計畫之中收集更多的颱風個案，然後依不同的颱風強度階段分別檢視原始 ODT 法估計颱風強度的結果，希望能從中找出一些修正其估計值的經驗法則(諸如在輕度和中度颱風階段應分

別增加或降低若干數值等等)，以增強原始 ODT 法的實用性。另外吾人亦將依逐步探討修正後的 ODT 法對颱風強度之估計值，在下一年度內修正現行之衛星颱風降雨量估計法，使衛星颱風降雨量估計法更能反映颱風強度之變化。

An Objective Method to Estimate Typhoon Intensity and Precipitation Using Infrared Data (I)

Abstract

The objective Dvorak technique (ODT) to automatically estimate typhoon intensity is evaluated during the typhoon season of 2001. It is found that the ODT is capable of making good typhoon intensity estimates when the typhoon center is well defined and is relatively axis-symmetric. Before and after the landfall of typhoon, the circulations of typhoon are distorted resulting in great uncertainty of the estimates of the ODT. A more advanced ODT will be examined in the following research year. A satellite typhoon rainfall estimation technique will be included as well in accordance with the information provided by the advanced ODT.

一、前言

颱風是自然界最具破壞力的天氣系統，也是影響台灣最重要的災變天氣 (謝 1986，Wu and Kuo, 1999)。民國 85 年的賀伯颱風、86 年的溫妮颱風、87 年的瑞伯颱風、89 年的象神颱風及 90 年的納莉颱風，都使台灣承受極大災害損失及人員傷亡。然而，伴隨颱風的降水亦是台灣地區最重要的水資源。民國 84 年許多颱風過門而不入，未帶來足夠降水，使得全台灣水庫貯水量持續下降，造成缺水及限水的問題，從而嚴重影響農耕、部份工業生產及經濟民生。因此，如何在颱風來襲時有效提供準確的颱風預報資訊以供防洪及水資源管理之用，乃是非常重要的工作。從民國 69 年至民國 87 年二十年間，因氣象因素所造成之經濟損失，總金額高達 3,309 億元，平均每年損失約 174 億元，其中因颱風所造成之災害損失金額即佔全部之 73%。如民國 85 年的賀伯颱風、86 年的溫妮與安珀颱風及 87 年的瑞伯與芭比絲颱風侵襲或路經台灣地區，雖然中央氣象局已相當準確地預報其路徑，但由於颱風所夾帶的豪雨成災，台灣仍承受數十到數百億的經濟損失及人員傷亡。而民國 90 年的桃芝颱風，在歷經九二一大地震之中部山區帶來嚴重土石流，為近三十年來最多人員傷亡之颱風（造成兩百多人死亡）。

但從另一角度來看，颱風所帶來的雨量亦是台灣地區最重要的水資源。以民國 84 年為例，許多颱風過門而不入，未帶來足夠降水，使得全省水庫貯水量持續下降，因而造成缺水及限水的問題，並嚴重影響農耕及經濟民生。此外，民國 84 年 9 月 22 日掠過恆春半島的賴恩颱風，由於對其暴風半徑大小掌握不夠，使得台灣大部分地區放了一個無風無雨的颱風假，造成相當的經濟損失。

總之颱風對台灣地區可以造成直接與間接影響，特別是對於災害防治、經濟生產、民生活動、水資源規劃具有相當的重要性。因此，如何加強對颱風之研究、瞭解，以提昇對颱風之預報能力，一直是國內大氣科學研究的重點。

颱風或熱帶氣旋(Tropical Cyclone)皆出現於傳統觀測資料缺乏的洋面地區，導致吾人必須完全倚賴同步氣象衛星之遙測資料以估計颱風的諸多特性。在例行作業上，紅外線頻道影像即被使用於主觀估計颱風之定位、移動、發展與演化過程。其中尤以颱風之強度估計最為重要。準確的強度估計即非常有助於防範與減少颱風所能造成的災害。目前以 Dvorak (1975, 1984) 所發展的主觀經驗方法(以下簡稱 D 氏法)最被全世界主要國家廣泛採用於估計颱風之強度 (圖一)。其判斷流程如附錄所示。D 氏法以形態辨識(pattern recognition) 的方式，

利用一些經驗法則以獲致一稱為”T 數(T number)”的颱風強度估計值。T 數之增減即代表颱風強度之變化，同時可視情況(例如颱風為增強或減弱中)調整 T 數的大小，D 氏稱調整後的最終數值為”氣流強度”(Current Intensity, CI)值。CI 值與許多颱風相關的參數所呈現的關係如表一所示。此表之產生，乃分析大量的衛星資料並以飛機觀測資料作為佐證統計獲得之結果。在某些情況下，則以紅外線(IR)色調強化技術，以辨識雲頂溫度的分布情況，然後利用颱風中心與外圍較冷對流雲區的溫度差異來決定 T 數。雖然 D 氏法有其標準的程序以進行颱風強度之估計，但受限於其中所存在之一些主觀的形態辨識步驟，偶爾使各颱風作業中心對同一颱風做出不同的強度估計結果。為減少颱風強度估計過程對主觀形態辨識步驟的依賴程度，乃有純客觀颱風強度估計技術的出現 (Dvorak 1984, Zehr 1989)。此客觀颱風強度估計技術被稱為客觀 D 氏技術(Objective Dvorak Technique, ODT)。ODT 法能客觀地執行形態辨識工作與估計颱風中心與外圍對流區溫度之差異程度，然後引用一些統計迴歸所獲致之規則以自動估計颱風強度。本文即在介紹原始及改進後的 ODT 的內容及中央氣象局衛星中心執行原始 ODT 法估計颱風強度的初步結果。

圖一 主觀 D 氏法利用衛星雲圖估計颱風強度簡易流程

一、 決定雲系中心 (CSC, Cloud System Center)
二、 決定雲型，由雲系特徵估計 T-no. 1. 彎曲雲帶型 (CB, Curve Band Pattern) 2. 高低層分離型 (Shear Pattern) 3. 眼型 (Eye Pattern) 4. 中心濃密雲型 (CDO, Central Dense Overcast Pattern) 5. 中心嵌入型 (EC, Embedded Center Pattern)
三、 中心冷雲覆蓋型 (CCC, Central Cold Cover)
四、 決定過去 24 小時之趨勢
五、 決定模式期望之 T-no. (MET, Model Expected T-no.)
六、 決定類型 T-no. (PT, Pattern T-no.)
七、 決定最後 T-no. (FT, Final T-no.)
八、 決定氣流強度 (CI-no. , Current Intensity no.)
九、 結束

表一 主觀 D 氏法所指定之氣流強度數值(CI number)與太平洋、大西洋地區颶(颶)風之地面最大風速(MWS, 單位: 節 kt 或 哩/時)、最小海平面氣壓(MSLP, 單位: 百帕 hPa)的關係。

關島				日本	
CI-no.	MWS (Kts)	MSLP (hPa) (Pacific)	MSLP (hPa) (Atlantic)	MWS (Kts)	MSLP (hPa) (Pacific)
1	25			22	1005
1.5	25			29	1002
2	30	1000	1009	36	998
2.5	35	997	1005	43	993
3	45	991	1000	50	987
3.5	55	984	994	57	981
4	65	976	987	64	973
4.5	77	966	979	71	965
5	90	954	970	78	956
5.5	102	941	960	85	947
6	115	927	948	93	937
6.5	127	914	935	100	926
7	140	898	921	107	914
7.5	155	879	906	115	901
8	170	858	890	122	888

二、客觀 D 氏技術(Objective Dvorak Technique; ODT)

2.1 原版 ODT 法

經由人工輸入颱風之中心經緯度位置後，原版 ODT 法之程式即可自動計算產生該颱風之強度估計值 (T 數)。原版 ODT 法利用衛星紅外線 (IR) 觀測資料分析取得兩種溫度以進行颱風強度估計：(1) 眼區的紅外線亮度溫度；及(2)眼區外圍對流區的紅外線亮度溫度。當颱風眼(牆)區明顯時，在所指定之颱風中心 40 公里半徑範圍內最暖的 IR 亮度溫度即被視為颱風眼區的溫度；當颱風眼(牆)區不明顯時，則以所指定之颱風中心的 IR 亮度溫度作為颱風眼區的溫度。接下來，則是在距離所指定之颱風中心 24 與 136 公里半徑間所圍繞而成的環狀區域內決定眼區外圍對流區的溫度。如以美國 GOES 衛星 IR 頻道像元的解析度 4 公里為例，此環狀區域即由 28 個 IR 頻道像元的同心圓所組成。每個同心圓皆有其 IR 亮度溫度最大值，如此在環狀區域內即有 28 個 IR 亮度溫度最大值。以這 28 個 IR 亮度溫度最大值中的最小值作為眼區外圍對流區的溫度。在判定眼區的溫度及眼區外圍對流區的溫度後，ODT 即利用一對照表 (lookup table, 表 2.1) 作出颱風強度的估計值(Dvorak, 1995)。此一對照表乃依據歷年飛機觀測之颱風強度資料與同時期的 IR 亮度溫度尋找出統計關係後，以

T 數表示颱風之強度。簡言之，ODT 法乃依據中心(眼區)位置與外圍對流雲系之紅外線亮度溫度差異多寡以決定颱風強度。當眼區溫度愈高或對流區溫度愈低，則 T 數愈高。個案統計分析結果顯示，ODT 法之颱風強度估計對眼區外圍對流區溫度的變化較為敏感。另外，ODT 法亦有一些經驗性的法則限制使用的範圍。當颱風強度較弱、中心(眼區)位置的不確定性高、其環流雲系的對稱性不足時，原始 ODT 法所估計的 T 值產生過大之不確定性。經驗顯示，在 T 數低於 3.5 時，ODT 法所自動估計之颱風強度即較不具確定性。因此，當颱風眼區不明顯時，T 數的上限即被設定為 5.0。另外，在垂直風切相當大而使颱風中心呈現傾斜時，會出現眼區之最高溫較對流區溫度低的情況，此時 T 數上限即被指定為 4.5。原始 ODT 法已在氣象衛星中心配合颱風季期間執行，本文即選取 2001 年颱風期間的一些侵台颱風個案，以檢視原始 ODT 法的表現。

2.2 更新 ODT 法

更新之 ODT 法引進更多主觀 D 氏法的概念，以改善原始 ODT 法的一些缺陷。例如，原始 ODT 法所估計之 T 值常會在連續的短時間內出現震盪等等。另外，更新之 ODT 法亦依據颱風之眼區與對流雲區之雲頂溫度將颱風雲狀分成四大類型：眼區明顯型、中心密雲覆

蓋型(central dense overcast)、中心隱蔽型(embedded center)及風切(shear)型(此四型之示意圖參見附錄)。然後利用這四種雲型配合前述之對照表以產生某一颱風之 T 數。更新之 ODT 法亦對 T 數作時間平均，以更有效掌握颱風強度變化的趨勢。T 值出現震盪的原因在於 ODT 法對眼區與外圍對流雲區之溫度差異相當敏感(Velden *et al.*, 1998)。時間平均的方式分成：(1) 對過去 6 小時的 T 數作算術平均；(2) 對過去 12 小時的 T 數作算術平均；(3) 對過去 24 小時的 T 數作算術平均；(4) 對過去 12 小時的 T 數作加權平均。其中第(4)種的加權平均方式，是以 t 時刻的 T 數之權重較 t-12hr 的 T 數之權重多 12 倍來作加權平均的計算。第四種平均方式乃是針對颱風在急速增強的情況下才使用，以確實掌握颱風強度變化的正確趨勢。更新 ODT 法之確切步驟的程式設計，擬在下一年度中執行並加以討論。