

# 熱帶氣象的新步態 學術發展組

## New Steps in Tropical Meteorology

### 一、前言

二次世界大戰以還，全球熱帶地區復獲甚多於數世紀之前業已存在的重要性。因新國之誕生，國際貿易之發展及赤道輻輳的空中航路之膨脹，使熱帶氣象之新興趣油然而生。然而此種情形並非至國際地球物理年，始在熱帶地區供給充分的觀測，才够作完全的繪圖分析應用。此為一特殊努力，係完成於 1957 年 12 月 12 日—21 日二次世界大戰期的氣象會議時決定者。從該時起及前此之所謂正常觀測均備極簡陋，尤其高空氣象觀測及整體性全球熱帶網更付闕如。

### 二、氣象的復興

在熱帶區任何較大之發展，仍以氣象事業之着手為第一。在已往的復興期探險家與商賈們彼等穿洋過海，從歐洲經好望角再經阿拉伯與印度諸國，沿非洲東岸一路經商而至東方。無形中由發展獲得甚多的天氣知識。在這種過程中，他們所給熱帶氣象的命名，可謂多彩多姿——如「赤道無風帶」(Doldrums)，「馬緯度」(Horse Latitudes)，「貿易風或信風」(Trade Winds)及「季風」(Monsoons)等。(其中最後一字係該時期商人夜間點名時之阿拉伯語 *mausim* (意為 Season) 之俗語語源。後經演繹為葡語的 *Moncao*，荷蘭語的 *Moesson*。至 16 世紀始行普遍變成拼法不同的南歐諸國語及英語)。

航行的實施對熱帶氣候之研究賜於更多情報。如 1735 年時 George Hadley's 假設；謂赤道將過剩之熱及動量藉赤道區空氣之上升運動及副熱帶空氣藉下沉運動完成其向北輸送的機械作用。

最近期，大量商業擁向溫帶——多數集中於歐洲及北美間——亦為造成氣象興趣北移現象之原因。商業興起，科學隨之以俱，這是人類歷史的客觀事實。當現代氣象發軔於十九世紀末葉，所從事於氣象工作者，幾悉為北歐與美國二地，且亦幾乎全部集中於溫帶現象之探討。如大規模冷暖气團及界

面天氣之運動等，而同時之熱帶氣象却正在酣睡中。

### 三、規律性之比較

如以研究中緯度天氣之興趣與熱帶者相比，而前者之系統顯屬相當合理並具規律性模型。大氣環流天氣圖所表現於上大氣層者為一大的波型，且和地面小規模氣團界面天氣系統成雙作對相伴出現。在上大氣中，其位置，波幅及半球的波數均飄忽不定；在地面其氣壓系統之生成，發展與衰亡却常有定規易於捉摸。中緯度天氣型態之分析，多數可由氣壓場與風場尤其地面磨擦層間之關係而決。

與中緯度天氣發展比較，那些熱帶型天氣是微妙和常呈短命的。氣壓梯度與環流型態不易偵察，氣壓變化因日變化與儀器誤差之彌蓋隱而不顯。最不可解的高層風觀測除非從事汽球觀測法觀測多不可靠。

在天氣預報問題方面，亦因空氣的輻合與輻散混淆而每況愈下。較氣壓與溫度更甚者，則為「極限天氣圖範圍值」問題。輻合與輻散的標準值太小，而使正常的測風觀測誤差至難取決。所以理想的，吾人欲想獲致更多資料，則需以較北溫帶所用之更多方法和更小網格(即小範圍)處理之以矯正此弊。

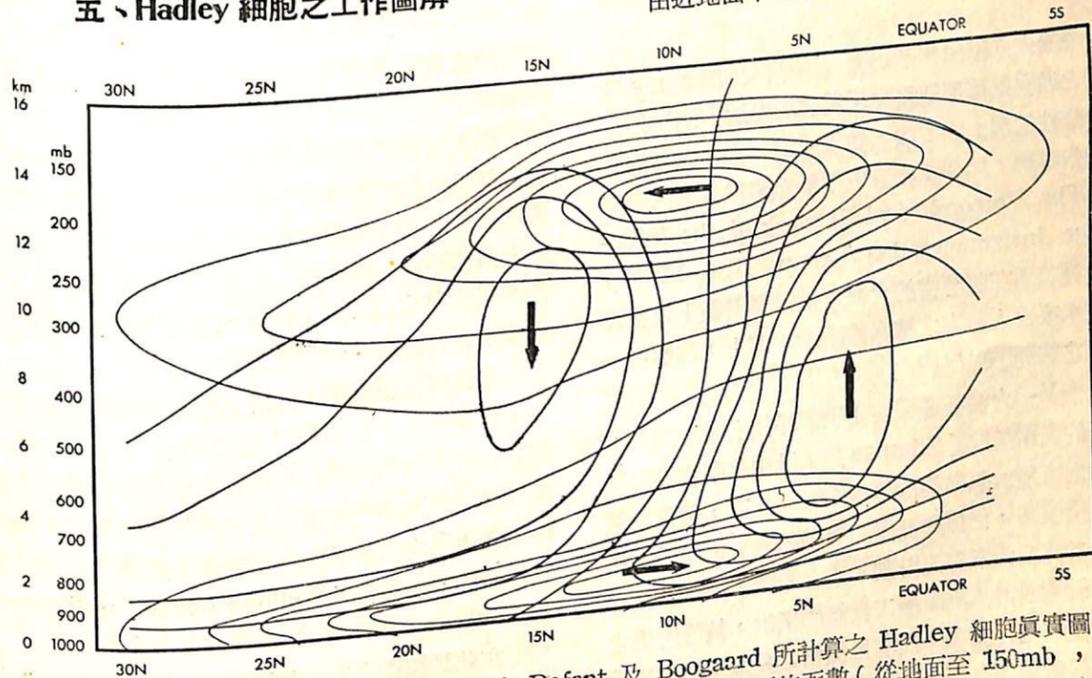
### 四、已有進步但仍步履蹣跚

自二次世界大戰起，熱帶氣象之重要研究業已完成——昭彰顯著者，計有颶風的生成及其生命週期；季風預報；跨越非洲與印度洋所測得之東風噴射氣流；東風波型擾亂及間熱帶輻合區之機械作用等。此類研究業經以熱帶氣象為專題的國際會議，分別於 1957 年舉行於新德里，1958 年於乃洛比(Nairobi 位中東非為尼亞首府)，1963 年 6 月於美墨西哥城及去歲 11 月於紐西蘭洛托路(Rotorua)。但大規模熱帶大氣特性在此加強研究中，所獲資料仍嫌不足，且對熱帶環流模型的瞭解亦仍待加強。

甚多遠見認為此種研究，對半球環流之調查將有貢獻。其重要問題為；由 Hadley 細胞所計算之向極能量之運輸若干；(關於赤道附近空氣上升及副熱帶空氣下沉的水平空氣之相當規律環流)，由天氣圖顯示及小規模旋渦(諸如由熱帶日變化所引起者)為若干？年中不同時季通過赤道空氣之能量交換其強度如何？熱帶環流如何與中緯度者伴隨產生大氣環流運動？這些再再均為解決實際問題所必需，否則，即使將地球大氣數值模型予以淨化，對即將來臨使已有天氣預報法則可予改進者予以限制。何況，熱帶環流模型的構造與確定上尚缺乏駐留性呢？

從廣泛分佈的觀測站，利用不同季節資料，有芬蘭 Åbo 大學的 Eric Palmén，加羅林納州立大學的 Herbert Riehl 及赫爾辛基大學的 Lauri Vuorela 等教授已能表示出 Hadley 的環流可由長期統計的平均值證明其存在。但甚多區域因缺乏多層熱帶觀測而使可表示逐日及逐月平均值有偏差的短期分析趨於被限。因此缺漏而使滿意預報徒託空言至有可能也。

### 五、Hadley 細胞之工作圖解



圖說：以 1957 年 12 月 12 日資料為根據由 Defant 及 Boogaard 所計算之 Hadley 細胞真實圖。(係全球性南北與上下之風分速平均結果，以作為此高度空間的函數(從地面至 150mb，緯度範圍從 30°N-2.5°S)圖之左說明係赤道附近有強烈的上升運動，其上有向極運動環流分支；其下為下降的副熱帶區，近地面有向赤道運動之環流分支。上下環流分支表示南北向平均等風速線，其中心最大值向南者約 3 m/sec，向北者約 4 m/sec。上升與下降運動之最大值順序為 1cm/sec。 (下接第十七頁)

美「國家大氣研究中心」(The National Center for Atmospheric Research)的 Henry M. E. 及 Van de Boogaard 已費數年時間從事全球熱帶氣象資料之經常蒐集工作，以求獲得此一研究結果的實現。同時，在斯德哥爾摩大學的氣象學系亦由 Van de Boogaard 氏與 Friedrich Defant 氏共同研究，以求就逐日基礎努力確定 Hadley 細胞環流之存在。該項研究係受熱帶動力氣象前驅 Palmén 氏之鼓勵驅策，就國際地理物理年(1957 年 12 月 12 日)從赤道至 40°N 所取之一日資料分析而得。故有人反唇相譏謂：這二位科學家耗去一生中之大部時間於製圖分析，旨在獲悉一些比較更遠的北方之情報。

Defant 與 Boogaard 二氏利用此類圖表，以便製成氣流線與從地面至 150mb (約 45,000 呎)各氣壓面重力高度之合併分析，並連帶做溫度與濕度資料之分析。根據這些資料，他們造成一圍繞地球的三度空間風分速平均場。結果十分清晰的顯示出 Hadley 細胞栩栩如生的工作情況圖，正如由 Palmén 及其他人於研究冬季平均狀態所得之結果同。(參見附圖)

由近地面平均南北運動分析，顯示出從 30°N