

「冬季季風實驗」之科學目標

蔡清彥

台大大氣科學系

(中華民國六十八年七月廿七日收到)

國際合作於我國南海進行「冬季季風實驗」(Winter Monsoon Experiment; W-MONEX)，觀測工作於去年(六十七年)十二月一日開始，至今年三月五日結束，預計在觀測結束後半年內可完成初步資料整理。此次實驗是由世界氣象組織(WMO)及國際科學聯會(ICSU)共同主辦，作為「全球大氣研究計劃」(GARP)的一部份。我國氣象界在國科會及國防部等有關單位支援下，經過一年多的籌劃，以中美科學合作的方式，參加此世界性的實驗。合作計劃由美國國家大氣研究中心提供探空儀器，我方則負責探空設備、觀測和通訊人員及補給等有關事宜。實驗期間，我國主要工作是增加東沙島探空觀測，加強台北、桃園、馬公和東港探空觀測，及南沙高空風觀測和地面觀測。其目的在於寒潮通過台灣海峽到南海時，提供完整且正確的大氣層觀測資料，以配合美國、蘇俄、日本、馬來西亞、香港、菲律賓、印尼和新加坡等許多國家提供的氣象飛機、船隻、衛星、雷達以及地面和高空探測站，從事大氣層的密集觀測。

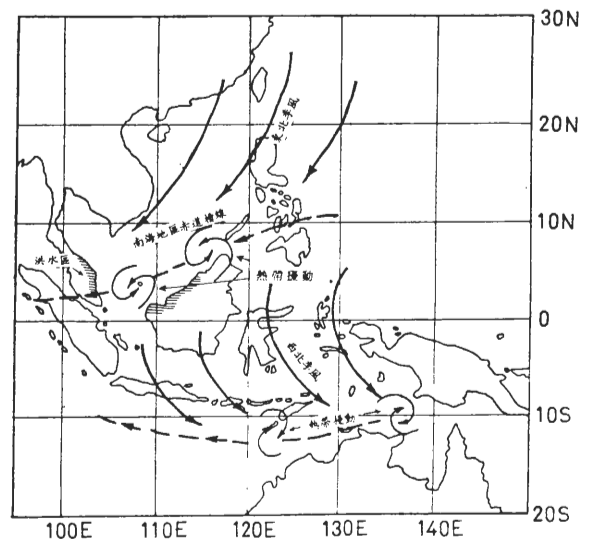
此實驗主要是研究東亞地區的冬季東北季風、寒潮、熱帶擾動、大規模哈德里(Hadley)環流之特性以及它們間的相互關係。茲分述於下：

一、哈德里環流

在冬季，東亞季風環流是全球大氣中最主要的哈德里環流。

1 東北季風：

哈德里環流在低層大氣中(見圖一)，主要是指向赤道的東北季風，此東北季風不時受到西伯利亞地區崩潰(outbreak)南下的寒潮影響而加強。



圖一 冬季季風環流之低層大氣現象

2 赤道槽線：

指在赤道附近，氣壓較低及大規模氣流輻合的東西向帶狀區域是局部哈德里環流的主要上升部分，此即位於馬來西亞及印尼附近的赤道槽線，此區域也是降水最多的地方。在一月下旬至二月之間，該赤道槽線及旺盛的對流上升區域，則南移至爪哇、新幾內亞附近的南半球地區。

3 高空回流：

哈德里環流中由南向北的高空回流，在東亞日本附近下降。

二、熱帶擾動

從降水紀錄來看，馬來西亞及婆羅洲一帶的中國

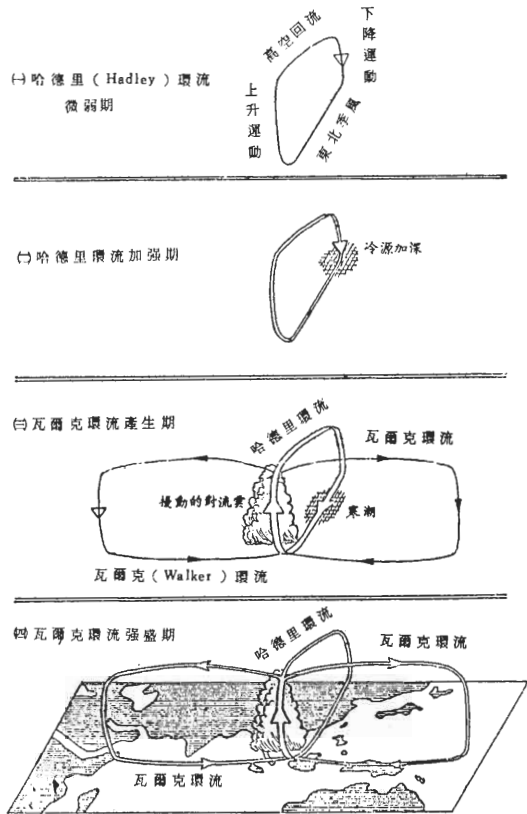
南海地區，在十一及十二月分有最大降水值。十一及十二月分正是赤道槽線在此區域最活躍的月份，造成降水的主要原因是伴隨著赤道槽線往西移動的熱帶擾動。這種降水現象每年變化是相當大的，因此造成馬來西亞及婆羅洲地區水災及乾旱的現象。在一及二月份，此極大降水區域則伴隨著赤道槽線往南移至南半球的印尼和北澳洲一帶。

至於熱帶擾動，乃是一種在赤道槽線中形成，發展，然後往西移動的特殊天氣現象。在十二月份，位於我國南海的赤道槽線及其中的熱帶擾動最為活躍。一般而言，熱帶擾動經常在北婆羅洲及菲律賓賓南部一帶開始發展，並且緩慢往西移動，其強度在中國南海中達到最強，然後接近馬來西亞半島後開始減弱，但並不是所有的熱帶擾動都在中國南海發展的，部份擾動是從菲律賓東方海面移來的，也有部份擾動可以通過馬來西亞半島進入印度洋。

三、冬季季風環流中各現象間之關係

中國南海熱帶擾動的發展，經常與東亞地區的寒潮有關，但其中確切的物理機制則仍是未知數。寒潮從西伯利亞地區崩潰南下，通過台灣及台灣海峽附近而抵達中國南海時，一般而言其性質已改變，很少造成當地氣溫的下降，但却能加強此區域地面及低層大氣的東北季風，引發熱帶擾動及強烈對流降水的發展，以及加強高空北向回流的動量。此現象說明寒潮與大規模哈德里環流的變動有密切關係，並不僅是西伯利亞冷空氣的偶而崩潰南下而已。

根據初步研究，冬季季風環流及其各現象間之關係，可利用圖二綜合說明之。圖二中的四個小圖依次代表冬季季風環流系統的時間序列，若有週期性的寒潮爆發，此環流系統的時間序列也可一再重覆出現。一般而言，位於中國北部及西伯利亞地區的冷源，在台灣地區寒潮爆發前已加深，由於該地區下沉氣流的增加，而加強東亞地區南北向的哈德里環流，寒潮乃因此而發生，東北季風也因而加強。受到東北季風加強的影響，位於我國南海熱帶擾動中的對流上升運動很快的增強，由此維持或更進一步增強南北向哈德里環流。但是南北向哈德里環流的增強持續不久。約在寒潮爆發過後一天左右，位於我國南海高空的外流空氣，開始沿著赤道流向



圖二 東亞地區寒潮爆發前後之大氣環流現象

太平洋中部或非洲東岸，因而加強東西向的瓦爾克（Walker）環流。由此初步研究，我國南海地區的旺盛對流降水的變化，乃受到中、高緯度的冷源變化及寒潮的影響，但是對降水的增強並不反饋（feedback）中緯度的環流，即使有反饋現象，其作用亦甚微弱。因此寒潮及東北季風之增強雖是一個中緯度控制的現象，它的影響却可深入廣闊的熱帶地區。

四、此實驗科學目標

因為中國南海地區一般觀測資料網很稀疏，使得我們對寒潮、熱帶擾動和哈德里環流的特性，以及它們相互間的關係均無法完全了解。為了增進了解，此次國際合作的「冬季季風實驗」，乃從事對流層大氣的密集觀測。其主要目標可分三部份來討論：

- (1) 測定推動冬季季風環流的能源及其時空分佈，包括地球一大氣系統的輻射平衡，地表可感熱和

潛熱通量及輻射能量的平衡，大氣中水汽凝結的潛熱釋放，各種熱和水汽通量等。

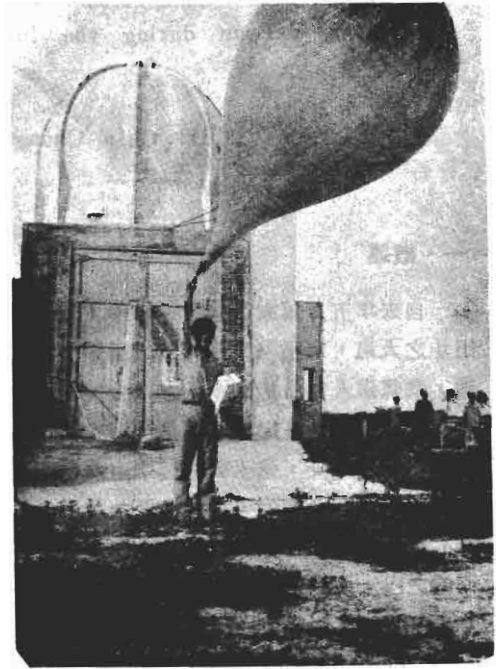
(2)闡明控制冬季季風環流系統的維持及變動的動力、熱力因素。在這方面，我們必須了解哈德里及瓦克爾環流的結構，東亞地區寒潮爆發及平靜期的特性，寒潮南伸情形，赤道及熱帶擾動的特性以及它們間之相互關係。

(3)改進冬季東北季風季節的天氣預報。希望借此冬季季風實驗的密集觀測資料及研究成果，能改進或發展各種預報技術。

五、我國的參與情形

我國參加此次「冬季季風實驗」的觀測工作，已於今年三月五日前圓滿完成。其中東沙島測站（圖三）在設於馬來西亞吉隆坡作業中心的指揮下完成 206 次高空氣象探測工作，觀測及通訊工作完成率均達百分之百，且資料可靠性頗高。其他測站的加強氣象探測工作也都順利完成。因此我國的觀測工作被列為此次季風實驗中最為成功的作業之一。參加此次實驗，不但可以獲取密集的觀測資料，增加我們對台灣及鄰近地區氣象的了解，以期改進預報，而且將可提高我國氣象學術的國術地位。此次「冬季季風實驗」是由氣象界各單位密切合作完成的，參加籌劃、觀測工作及提供資料的氣象單位，包括台大大氣科學系、海軍氣測組、空軍氣象聯隊、

中央氣象局及民航局氣象中心等。俟觀測資料收集工作完成後，則將有更多大學及學術機構的科學家共同參與分析和研究工作。



圖三 冬季季風實驗期間我國東沙島測站加強高空氣象探測施放探空氣球作業情形。