

# 中國地區異常梅雨之水汽收支分析

廖學鎰

賴敏鳳

國立中央大學大氣物理系

## 摘要

選定中國長江下游地區之異常梅雨，綜觀分析異常天候之水汽輸送情形及水汽收支。

針對包括二個水梅五個乾梅之七個異常梅雨個案，綜觀異常梅雨之水汽輸送特性及平均大氣環流形勢做一分析研究，說明引起異常梅雨的大氣環流特性與水汽收支之關係。

## 一、前言

梅雨為中國長江流域及日本最重要之一種降水型式，長江梅雨季平均約自六月中旬開始至七月上旬終止。根據吉野正敏(1980)長江下游地區梅雨季(1954-1975)平均入梅期為6月17日，出梅期為7月7日，持續時期共21天。據陳、廖(1981)近四十年(1941-1980)台灣北部地區平均梅雨期為5月16日至6月19日計34天。

有關東亞地區大規模風系與水汽收支研究，主要著重於日本地區梅雨季之水汽輸送問題及梅雨期間豪雨區之水汽收支分析，計有Murakami(1959)，Saito(1966)，Akiyama(1975)，Matsumoto, Ninomiya and Yoskizumi(1971)，Asakura(1971)等研究。中國地區之水汽輸送與來源問題及水汽收支研究，廖、賴(1983)著重於標準值及季節變化之探討。

關於副熱帶高壓的特性及如何與降水的異常有關研究，近來有多人做此研究。吉野正敏(1980)提到副熱帶太平洋高壓和長江下游地區的梅雨關係，在梅雨明顯的年度裏，副熱帶太平洋高壓向北方偏移。陳、廖(1981)分析台灣地區乾梅期大氣環

流特徵，在此時期之副熱帶太平洋高壓北移約10-15個緯度。

本文針對中國地區長江下游異常梅雨之水汽輸送及大氣環流形勢的特性，做異常天候水汽變動定量分析之個案研究，說明引起異常梅雨的大氣環流特性與水汽收支之關係。

## 二、異常梅雨之分類

本文選定中國地區五十二個高空探測站，其分佈位置及有關資料如圖一所示，資料使用十年(1963-1972)每天兩次探空資料(空軍氣象聯隊，1974)，計算月平均之水汽輸送量。

對於長江下游異常梅雨個案研究之分類與選定，是根據吉野正敏(1980)的資料，如表一所示。長江下游地區1963年至1972年，這十年之梅雨季之特性，包括入梅出梅日期、梅雨持續期間及降水量之等級分類。從表一的資料來看，降雨量明顯的年度(容後簡稱為水梅)是1966年1971兩個年份，較不明顯的年度(容後簡稱為乾梅)有1964、1965、1967、1968及1972五個年份。

以下針對此七個異常梅雨個案，分別研討其水

汽輸送情形與考察範圍內之水汽收支，與平均大氣環流特性之關係。

表一 中國長江下游 1963 年至 1972 年之梅雨特性表

年	入 梅		出 梅		持 續 期 間		梅 雨 總 量	
	期 日 (月日)	分 級	期 日 (月日)	分 級	日 數	分 級	雨 量 (mm)	分 級
1963	6. 22.	1	7. 8.	0	17	0	173.9	正 常
1964	6. 24.	1	6. 27.	-1	4	-1	107.5	乾 梅
1965	6. 25.	1	6. 27.	-1	3	-1	55.0	乾 梅
1966	6. 13.	0	7. 12.	1	30	1	329.6	水 梅
1967	6. 24.	1	7. 9.	0	16	0	104.3	乾 梅
1968	6. 23.	1	7. 11.	1	19	0	72.6	乾 梅
1969	6. 24.	1	7. 16.	1	23	0	187.7	正 常
1970	6. 18.	0	7. 18.	1	30	1	234.9	正 常
1971	5. 25.	-1	6. 23.	-1	29	1	304.7	水 梅
1972	6. 20.	0	7. 3.	0	14	-1	134.1	乾 梅
平 均 ( 1954 ~ 1975 )	6. 17.		7. 7.		21		207.1	

表二 中國長江下游地區 ( A 區，如圖一所示 ) 異常梅雨水汽收支情形 ( 負號表水汽輸入該區，正號表水汽輸出該區 ) 。

分 類	水 梅		乾 梅				
	個案 A	個案 B	個案 C	個案 D	個案 E	個案 F	個案 G
年 數	1966	1971	1964	1965	1967	1968	1972
梅 雨 期	6. 13. - 7. 22.	5. 25. - 6. 23.	6. 24. - 6. 27.	6. 25. - 6. 27.	6. 24. - 7. 9.	6. 23. - 7. 11.	6. 20. - 7. 3.
水汽輸入量	- 460	- 2196	- 819	- 301	- 361	- 145	- 919
水汽輸出量	718	1863	694	246	378	238	996
總 輸 送 量	+ 258	- 333	- 125	- 55	+ 17	+ 93	- 77
水汽輸入量	- 1857	- 1478	- 1910	- 1936	- 1003	- 924	- 713
水汽輸出量	1367	1860	2106	2082	1211	755	915
總 輸 送 量	- 490	+ 388	+ 196	+ 146	+ 208	- 169	+ 202

### 三、異常梅雨之個案分析

#### (一)水梅類

##### 1 個案A：1966年水梅(6.13 - 7.12)

此個案屬較長時期之梅雨季，入梅較早，出梅較晚。就其從測站垂直積分至400mb層之水汽輸送而言，在長江下游之上海、南京、漢口、南昌、衢州所圍成考察範圍內(容後簡便起見稱之為A區)，水汽收支情形列如表二。而於圖二中表達A區於水梅期水汽輸送量圖。由圖二(a)中可以看出，1966年水梅前半期六月份水汽輸送情形，即由西方及南方輸入之水汽量減少而東方及東北方輸出之水汽量較多，因而長江下游區為水汽輻散( $258 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ )，但計算其南方由衢州、南昌、福州、彬縣所圍區域(簡稱B區)而言，構成強烈水汽輻合( $495 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ )。而1966年水梅後半期七月在A區有強烈的水汽輻合，輻合量高達 $490 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ ，水汽收支情形列如表二。而於圖二(b)中可以看出，和標準值(廖，賴，1983)比較，七月從東、西、南方輸入水汽量多(多 $309 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ )，向北方之輸出水汽量少(少 $81 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ )，構成強烈水汽輻合。而在B區之水汽輻合量為 $376 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ ，較A區少 $114 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ ，顯見七月主要水汽輻合區在長江下游地區。1966年水梅之六月和七月水汽輸送情形，如圖三所示。

從北半球大氣環流來看，六月，700mb層高度距平，北緯25度以南為正距平，顯示副熱帶高壓偏南向西伸展加強西南氣流之水汽輸送；蒙古正距平伸展至長江流域，此兩距平間有梅雨槽位置在華中；而鄂霍次克海區亦為正距平發展，顯示阻塞高壓之存在。梅雨槽之存在，槽前上升氣流作用，造成水汽輸送之有利條件；偏南之副熱帶高壓使得水汽輻合區沒有北移，因而六月在A區為水汽輻散。而七月700mb層之大氣環流形勢

，和六月比較有很大不同，北緯40度以南正距平發展，向西伸展達西藏高原，顯示副熱帶高壓北移發展且西進；蒙古至鄂霍次克海廣大區為負距平發展，顯示中國中部波槽所謂梅雨槽發展，加強華南之水汽輸送到長江下游地區；副熱帶高壓北移，因而水汽向東輸送減弱，而於長江下游生成明顯水汽輻合。造成水梅之有利條件。

##### 2 個案B：1971年水梅(5.23 - 6.23)

此個案亦屬長時期之梅雨季，入梅出梅皆提早半個月發生，在A區之水汽收支情形列如表二，水汽輻合量為 $333 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ 。而於圖二中表達A區水汽輸送量圖。由圖二(c)可以看出，1971年水梅水汽輸送情形，即西方及南方輸入水汽激增，因而長江下游區為水汽輻合區，可見來自華南地區之西南氣流和南海南氣流其輻合氣流的水汽輸送扮演主要角色。此年七月，A區有 $388 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ 之水汽輻散量，其水流收支情形列如表二。

從北半球大氣環流來看，六月之700mb層高度距平，北緯35度以南正距平發展，並伸展至華南和華中地區，顯示副熱帶高壓北移發展且西進；蒙古正距平東進發展；鄂霍次克海區負距平發展深達日本。由於槽前之上升氣流區加強水汽之輸送及副熱帶太平洋高壓脊的動力作用，使汽凝結，造成長江下游地區之水汽輻合因而產生水梅之有利條件(亦如個案A之七月所述)。而此年七月之水汽輸送環流形勢和標準值八月相似，因而1971年梅雨提早結束，為大氣環流形勢提發生所引起之水汽變動。如圖四所示，為1971年水梅六月之北半球平均天氣環流形勢。

#### (二)乾梅類

##### 1 個案C：1964年乾梅(6.24 - 6.27)

此個案屬短時期乾梅。在A區有 $125 \times 10^8 \text{ gsec}^{-1}$ 之水汽輻合，但量較水梅少二至三倍，水汽收支情形列如表二。而於圖五中

表達乾梅A區水汽輸送量圖。由圖五(a)中可以看出，1964年乾梅水汽輸送情形，即由西、西北、南三方輸入水汽量增多，大於向東北、東方輸出水汽增加之量，因而長江下游區為水汽輻合區。

從北半球大氣環流來看，700 mb 層高度距平，北緯35度以南為正距平，涵蓋部份華南地區，顯示副熱帶高壓北移且西進，加強西南氣流之水汽輸送；蒙古地區為弱正距平；此兩正距平間有偏東之梅雨槽位在中高緯度，低緯度槽不明顯只達長江口，中國地區位於槽後脊之範圍，為下降氣流區，並為副熱帶高壓籠罩，使得在A區輻合之水汽沒有充分動力作用產生水汽凝結而形成乾梅之有利條件。圖六所示，為1964年乾梅六月之北半球平均大氣形勢；而鄂霍次克海區為強正距平，顯示阻塞高壓發展。

#### 2. 個案D：1965年乾梅(6.25 - 6.27)

此個案亦屬短時期乾梅。在A區之水汽輻合量為  $55 \times 10^8 \text{ g sec}^{-1}$ ，水汽收支情形列如表二所示。由圖五(b)中可以看出水汽輸送情形和個案C相似，唯個案D小了二至四倍。

從北半球形勢來看，700 mb 層高度距平，北緯30度以南為正距平，涵蓋東經125度以東地區，顯示副熱帶高壓偏東；蒙古正距平發展涵蓋長江以北地區；此兩距平間有梅雨槽達華中偏東梅雨槽位在中高緯度日本上空，梅雨槽加強水汽輸送條件，使得長江下游產生水汽輻合，但中國地區被發展之蒙古高壓籠罩為下降氣流區，抑制產生降水之動力作用，形成乾梅之有利條件，而本個案之降水量只有平均值之  $\frac{1}{4}$  倍。

#### 3. 個案E：1967年乾梅(6.24 - 7.9)

此個案在A區為水汽輻散，其量為  $17 \times 10^8 \text{ g sec}^{-1}$ 。水汽收支情形列如表二。而於圖五(c)中可以看出，從西方、西北方、南方輸入之水汽量減少，而向東北、東方輸出之水汽量多，因而長江下游區為水汽輻散。

從北半球大氣環流來看，六月，700 mb 層高度距平，東亞地區負距平發展；蒙古地區和鄂霍次克海區為正距平。顯示日本上空有一偏東之梅雨槽，位置在中高緯度，低緯度完全消失，梅雨槽有利水汽輸送條件。但長江下游位於槽後脊之範圍，為下降氣流區，形成乾梅之有利條件。

#### 4. 個案F：1968年乾梅(6.23 - 7.11)

此個案入梅與出梅皆較平均日期為晚，六月，在A區為水汽輻散，輻散量高達  $93 \times 10^8 \text{ g sec}^{-1}$ ，水汽收支情形列如表二。而於圖五(d)表示1968年乾梅六月份在A區水汽輸送量，即由東北方及西方輸入之水汽量很少，而向西北方、南方及東方輸出之水汽量較多，因而長江下游區為水汽輻散。

從北半球大氣環流來看，六月，700 mb 層高度距平，北緯30度以南為弱正距平；蒙古地區正距平達長江流域；此兩正距平間在日本上空有偏東之梅雨槽，位在中高緯，低緯完全消失，長江下游位於槽後蒙古高壓脊之範圍，下降氣流區，加強長江下游水汽之輻散，鄂霍次克海區為正距平，顯示阻塞高之存在。如圖七所示，為1968年乾梅六月700 mb 層之北半球平均大氣環流形勢。圖八則是此年六月之水汽輸送圖，為乾梅典型之水汽輸送。

#### 5. 個案G：1972年乾梅(6.20 - 7.3)

此個案，六月在A區有  $77 \times 10^8 \text{ g sec}^{-1}$  之水汽輻合量，水汽收支情形列如表二。由圖五(e)中可以看出，1972年乾梅六月份水汽輸送和個案C類似。

從北半球大氣環流來看，700 mb 層高度距平，西太平洋為正距平區，達長江口附近，顯示副熱帶高壓西進，加強華南地區西南氣流之水汽輸送；蒙古正距平達長江流域；兩正距平間有偏東梅雨槽發展，位置在中高緯度，低緯槽消失。其水汽輸送之條件，亦如個案C所述。

## 四、結論

由以上七個異常梅雨個案分析，大致上可看出長江下游地區水梅及乾梅之水汽收支特性及其平均環流形勢之特徵。結果簡述如下：

### (一)水梅：

1. 水梅梅雨期之月平均水汽輸送異常發展，以來自南海之南風系氣流之南或東南氣流的水汽輸送佔主要角色，為水梅型。
2. 長江下游地區於水梅期之水汽輻合異常發展，其水汽主要來源來自西南方及南方之水汽供應。
3. 從北半球大氣環流形勢來看，大氣中層在中國中部波槽發展（所謂梅雨槽）及副熱帶高壓北移西進，促進水汽輸送之有利條件，且長江下游地區位於梅雨槽前，由於槽前上升氣流促進降水動力作用，則有利長江下游水梅之發生。

### (二)乾梅：

1. 乾梅梅雨期之月平均水汽輸送異常減弱，以西南氣流輸送水汽為主，為乾梅型。
2. 長江下游乾梅之水汽異常變動，主要以由西南方輸入之水汽異常減少，或以向東方水汽輸送之異常增加為主。
3. 從北半球大氣環流形勢來看，大氣中層通常梅雨槽較平均位置偏向東方，位置在中高緯度，低緯度槽完全消失。長江下游地區水汽輸送可分為二種。一為長江下游地區水汽輻散情形，其環流形勢為蒙古高壓北撤，副熱帶高壓向西伸展。雖然副熱帶高壓西進，加強水汽輸送之有利條件，但由於槽後之下降氣流抑制降水之動力作用，無法使得水汽充分凝結，形成乾梅之有利條件。另一為長江下游地區為水汽輻合情形，其環流形勢為副熱帶高壓向東伸展，蒙古高壓達長江流域，減低西南氣流之水汽輸送，且由於長江下游為高壓脊之範圍和梅雨槽後之位置，為下降氣流區，抑制降水之動力作用，為乾梅發生之有利條件。

總之，異常梅雨之水汽輸送和大尺度環流形勢之異動具有密切關係。因為大範圍的水汽輸送是出現在大尺度環流形勢下，從而使得某地出現強而持續的水汽輸送條件，造成水汽的集中。充分的水汽供應，再加上動力作用，使得水汽凝結產生降水，是促成水梅之有利條件，缺一不可。

## 五、誌謝

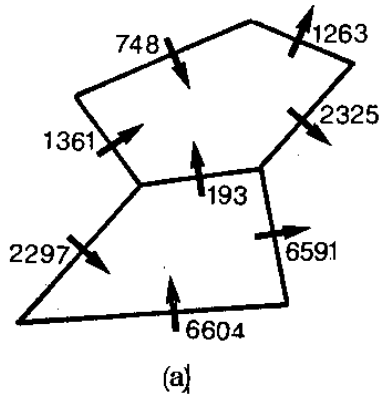
本研究在國家科學委員會 NSC - 73 - 0202 - M008 - 07 專題研究資助下得以完成，謹表謝忱。

## 參考文獻

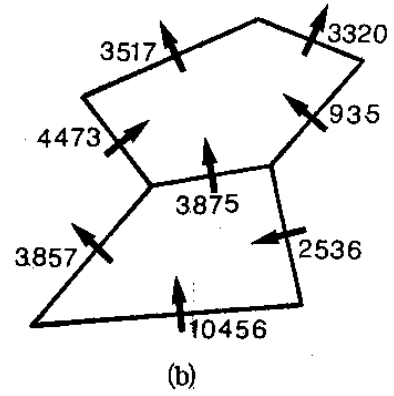
- 廖學銓，賴敏鳳，1983：中國地區之水汽收支研究 (I)標準值及季節變化，國科會專題研究報告，Grant NSC - 72 - 0202 - M008 - 04，(40 pp)。
- 陳改正，廖志翔，1981：台灣地區空梅之大氣環流特徵，異常氣候研討會論文集彙編，131-152。
- 吉野正敏，1980：最近の中國における氣候變化の研究，天氣，Vol 27 No. 8，523-543。
- 空軍氣象聯隊，1974：整理大陸及台灣高空氣象資料，國科會專題報告。
- Akiyama, T., 1975: Southerly transversal moisture flux into the extremely heavy rainfall zone in the Baiu season. J. Met. Soc. Japan, 53, 304-316.
- Asakura, T., 1971: Transport and source of water vapor in the northern hemisphere and monsoon Asia. Water balance of monsoon Asia. Univ. Tokyo Press, (308pp), 27-51.
- Benton, G. S., and M.A. Estoque, 1954: Water-vapor transfer over the North American Continent. J. Met.,



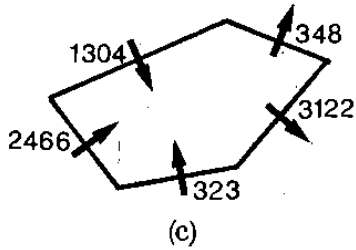
個案 A  
( 1966 )



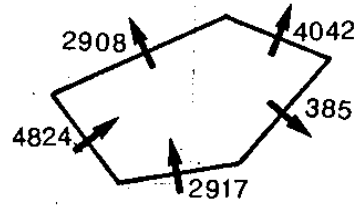
個案 A  
( 1966 )



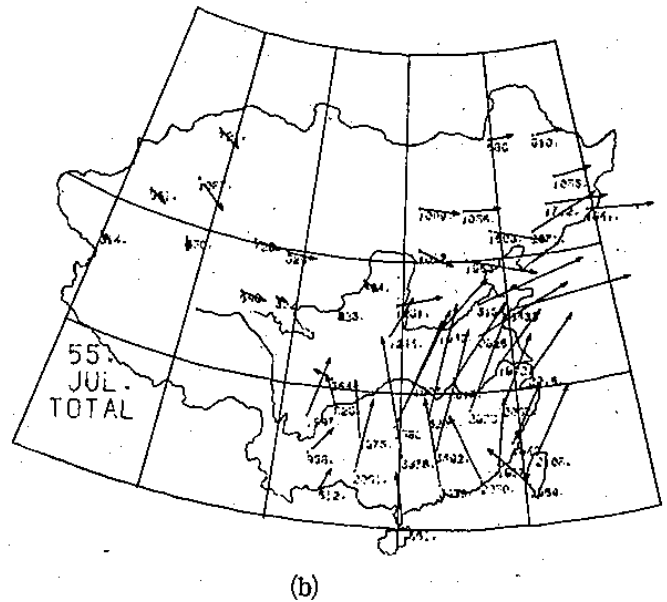
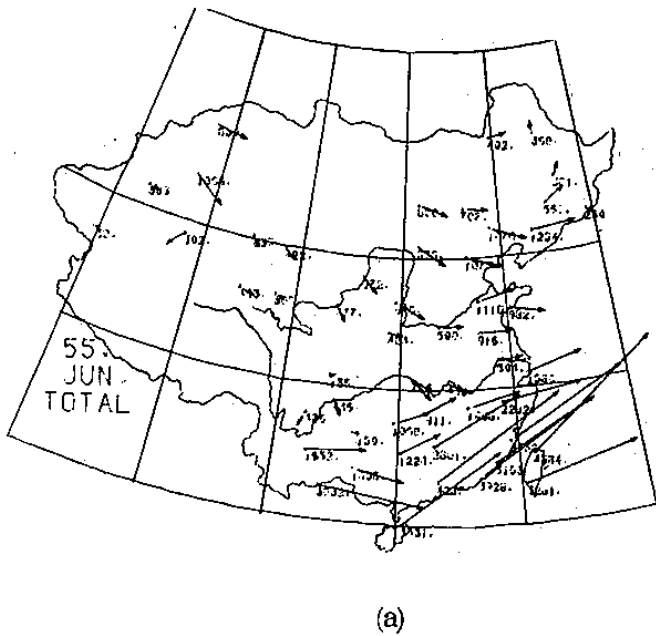
個案 B  
( 1971 )



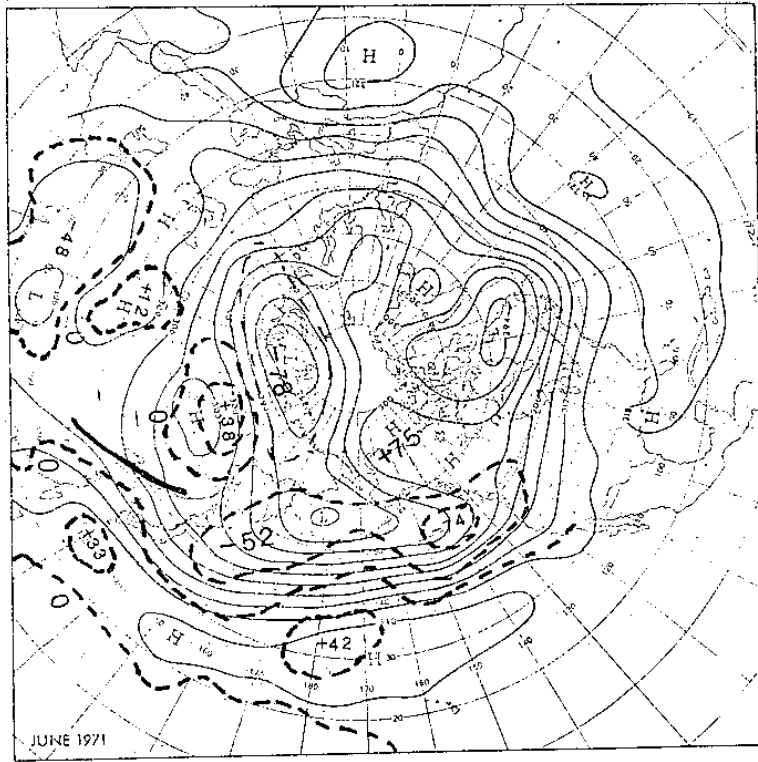
標準值  
( 1963 - 1972 )  
十年平均



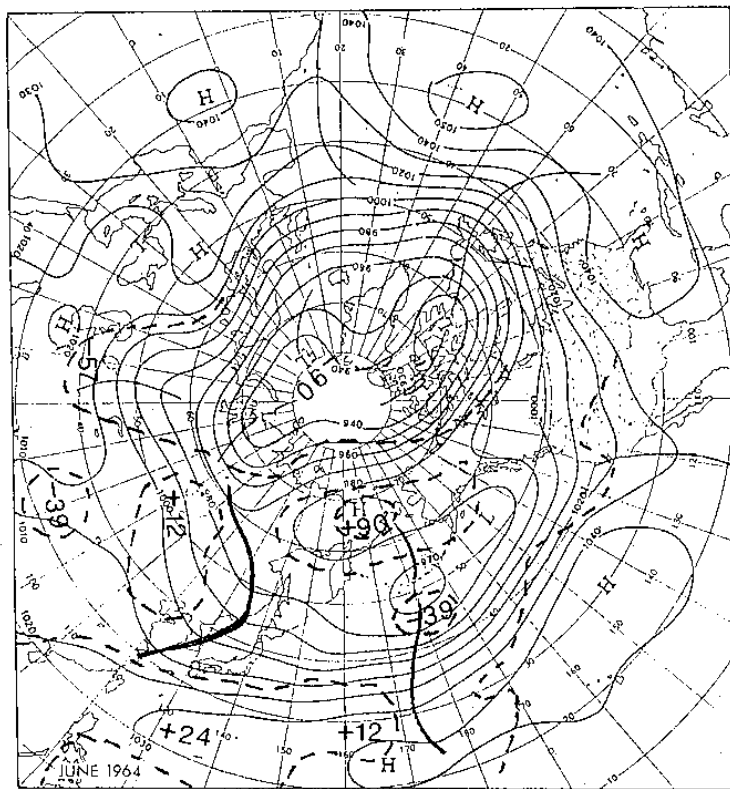
圖二：水梅個案在考察範圍A區及B區（如圖一所示）之水汽輸送量及十年平均之七月標準值。單位： $2 \times 10^7 \text{ g sec}^{-1}$ 。



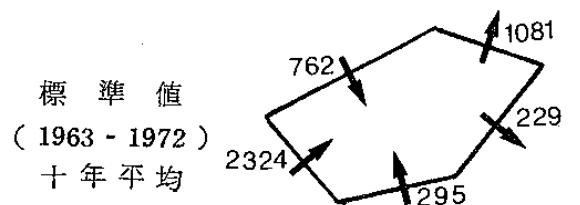
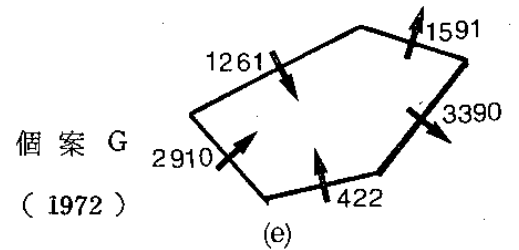
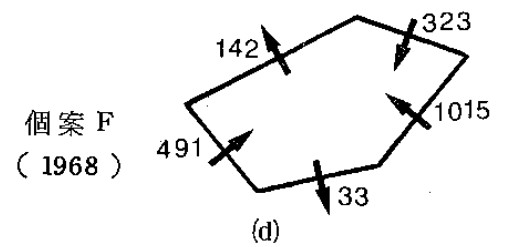
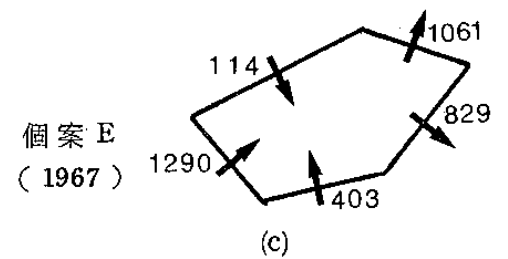
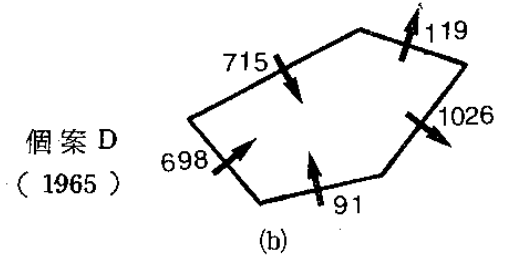
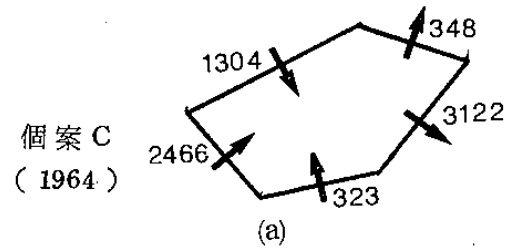
圖三：1966年水梅( 6.13 - 7.12 )之月平均水汽輸送。單位： $\text{g sec}^{-1}$ 。



圖四：1971年水梅六月之700 mb層平均大氣環流形勢。實線表等高線，虛線表高度距平，粗實線表槽線。虛線單位：gpm

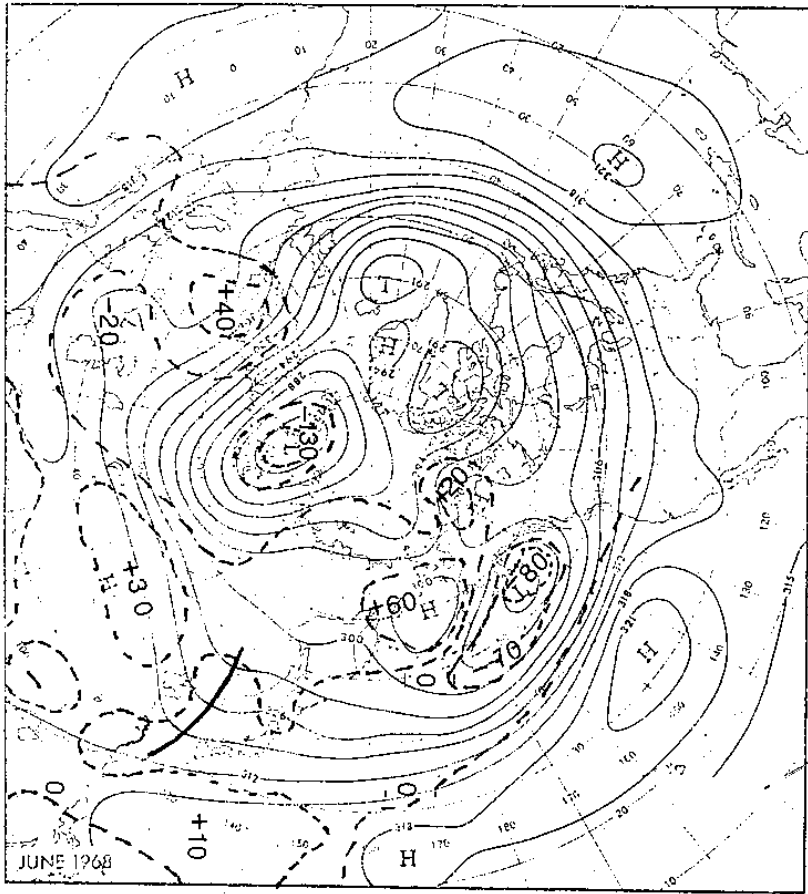


圖六：1964年乾梅六月之700 mb層平均大氣環流形勢。實線表等高線，虛線表高度距平，粗實線表槽線。虛線單位：gpm

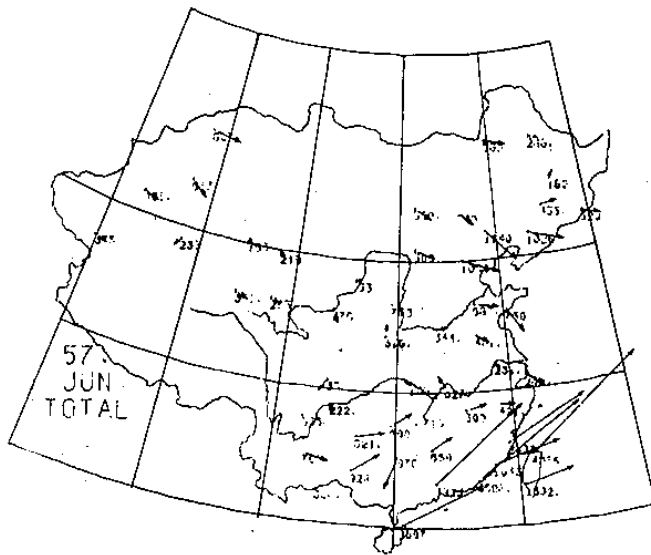


圖五：乾梅個案六月在考察範圍A區（如圖一所示）之水汽輸送量及十年平均標準值。單位： $2 \times 10^7 \text{ g sec}^{-1}$ 。





圖七：1968年乾梅六月之700 mb層平均大氣環流形勢。實線表等高線，虛線表高度距平，粗實線表槽線。虛線單位：gpm



圖八：1968年乾梅六月之月平均水汽輸送。單位；g sec<sup>-1</sup>。

**Analysis of Moisture Budget during Abnormal  
Mei-Yu over China**

**Shyue-Yih Liao**

**Min-Feng Lai**

**Department of Atmospheric Physics  
National Central University**

**ABSTRACT**

Synoptic analysis of moisture budget is carried out for the downstream region of Yangtze River during abnormal Mei-yu (rain season for East Asia in early summer).

Seven cases, including two "wet" Mei-yu and five "dry" Mei-yu, have been chosen to investigate the water vapor transport of abnormal Mei-yu and mean general circulation pattern. The relation between moisture budget and general circulation pattern which causes abnormal Mei-yu has been discussed.