

P425.4
1-2

世界名著

季風氣象學

Monsoon Meteorology

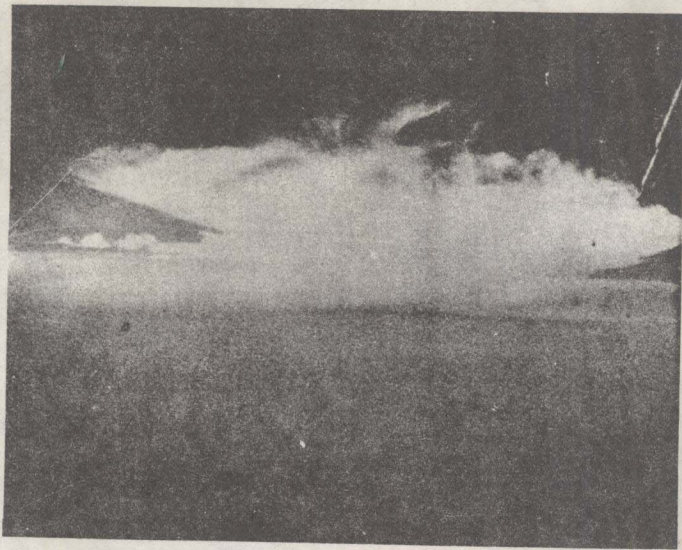
C. S. Ramage 著

戚 啓 勳 譯

國家科學委員會補助

國立編譯館出版

維新書局印行



一架美國氣象研究飛行隊飛機所見東北方之成熟積雨雲。飛機的飛行高度：5550 公尺；位置： $15^{\circ}28'N$ ， $87^{\circ}55'E$ ；時間：0650 GMT，1963 年 6 月 1 日。這一塊雲是一條 200 公里長從 NW 伸展到 SE 的積雨雲線一部份，此線在中心鄰近 $11^{\circ}N$ ， $95^{\circ}E$ 一個副熱帶氣旋雨層雲塊西方 200 公里處（見圖 3.10）。

作者序

季風氣候的一些事實在許多書本和氣候圖中都會有所敘述。地理學家和氣候學家寫過不少關於季風的書。當討論到氣候和統計的時候，這些史實記錄人士很少根據組成氣候的因素逐日天氣變說明化標準值、標準偏差、和變率。主要的重點放在冬至和夏至，闡明盛夏的情況，甚少說到嚴冬的情況；至於冬至和夏至之間的重要轉變，都不論及。

本書着重於季風區內所常見的綜觀系統。這些系統演變的不同次序及頻率，都和地區性以及逐年的季風特性有關聯。在轉變季節，綜觀系統中所參雜變化必須要加以瞭解，此為週年循環演變中重要部份而是季風的標幟。運用綜觀模式猶如建築的單元，而後能將錯綜複雜形態彙呈季風區域的結構。

本書專為大學部氣象系高年級學生或研究院研究生，從事於氣象學或氣候學研究已學習理論氣象學至少一年，以及專業氣象人員而欲在季風區工作或已在季風區工作者之用。

此外，本書亦有助於日漸增多之氣象人員，研習全球性大氣的逐日變化。

這一本專著既非問題解答的綱要；也不是作業過程的手冊。自慚難期此書得到簡明的答案；但無論如何深信季風區的研究仍在從簡單的地方性研究到複雜計算機上的環流模式，各種幅度都等待我們去進行。

季風氣象學方面過去所做的研究雖多零散但為數頗多。論其質和量都不均勻，想要寫成一本流暢的書實在困難。作者曾力求彌補自身所

知的偏頗，因為在亞洲和西太平洋經驗較多，而儘量着重非洲，然而深恐此種偏倚之局仍在，因為事實上，印度、中國、和日本的研究較多。

季風研究是屬於地域性的。研究人員很少能警覺到在其他季風區有類似的問題正在研究，或者已得結論。這當然是部份由於科學上的連繫不夠所致。僅在中緯度出版的期刊能夠傳播得很廣；地區性的期刊和研究報告雖然常有些散佈到季風區以外，但在季風區內的交換反而彼此很少。作者深望讀者仔細前後參閱本書，及所附的參考文獻目錄，將對於季風研究氣象人證實：在季風區內也像季風區外一樣能幫助解決問題。

由於交通的阻隔，於是就創造了一些地方性的名辭，使在一季風區內類似的現象每相繼以偽裝的姿態出現。相反來說，同樣一個名詞（例如：「擾動」「disturbance」）用在各地引用的意義相差懸殊。在此混淆方面，作者已選定一組名辭，希望能正確地用以識別形態，而不會誤解它物理上的意義。

寫一本像這樣的書決不容待一個理想的時機，明日神奇衛星的偵察與幻想精確的數值模式在鼓勵我們作延緩之計。然而我們周圍所呈現已有卓越的事物之前，個人應把握良機加以領悟並試作季風氣象學概念的描述。這件任務確屬繁重，但如真實的一新紀元正露曙光，那末此時清理舊卷當屬有益。

譯 者 序

近二三十年來，氣象科學發展神速，自從1960年發射了第一枚氣象衛星後，又邁進了一新境界。過去許多無法獲悉的情況，現在已經一覽無餘，於是氣象學的分科也愈來愈細，再加上高速電子計算機的應用，看來大氣科學即將有一次革命性的進步。

二次大戰以前，綜觀天氣的分析預報無不以中緯度為主體，在戰時把這些觀念和技術用到低緯度，發現格格不入，於是才發展了「熱帶氣象學」這門學問。但事實上，居於季風地區的預報員早已覺得無論中緯度或熱帶的分析預報技術，對本區未盡適合，我們在台灣更深有此感；換句話說，如果不澈底瞭解季風，在這裡絕對做不好預報。現在果然出現了一門「季風氣象學」的新學問。

美國夏威夷大學熱帶氣象系系主任賴曼琪(C. S. Ramage)為舉世聞名的季風研究權威，他在印度和東亞地區擔任實際預報工作很多年，所以瞭解透澈，經驗豐富，由他來寫這樣一本前所未有的專論，當然是最適合不過。原著在1971年出版，內中搜集的資料非常豐富，引用文獻多達數百種，最新者為1970年發表，各項圖表極為珍貴。可以算得是一本震驚氣象界的重要著作。

我們都知道大氣的行為遵循一定的物理法則，無地域之劃分，但各地的天氣和氣候却受地理環境的影響而產生重大的修正作用。不僅南半球的氣象和北半球不一樣，就以美國和中國相比，綜觀形勢也大有差別。所以一本國外的氣象論著，未必能完全適用，因為他們都是以本區為分析的主要着眼點。唯獨這一本「季風氣象學」却是以亞洲

季風區爲主體，對中國地區的綜觀天氣剖析得非常詳盡，對我們從事天氣預報或氣候研究幫助極大，真是難能可貴。

近幾年來，台灣地區對氣象日漸重視，因爲無論水災或乾旱，在經濟上都會發生重要的影響，尤其是颱風的侵襲，這些都和亞洲季風的進退息息相關。所以我們必須研究季風。

另一方面，近幾年來台灣各大專院校氣象科系逐漸增多，氣象研究也受到政府重視，但苦於缺少新書作爲教本或進修之用。在國內想要看到或買到新書很不容易。即使知道了想要買也是價錢太貴。可見及時譯出一本新書好書實在是一件值得鼓勵的事，譯者謹代表所有對本書有興趣的讀者向國立編譯館致敬意。

據作者在序文內指出，本書適用於大學氣象系三四年及已畢業正從事預報工作的人員，但本人認爲內中一部份對三四年學生似嫌過深，另外有些部份則對天氣預報無實際經驗者難以領會。最理想的對象應該是大學已經畢業，並且至少有兩三年實際預報經驗的預報員或研究生。

捨此而外，本書也不無欠完美之處，在編排上，各章節的分配很不均勻，有的章有的節份量特別重，彼此相差過於懸殊，這當然是因爲作者過於遷就主題，嚴格說來，似非妥善。再者，原文若干部份議論似乎太多，而文句尤爲艱澀，可以說是本人從事譯述二十多年來所遇到最難譯的一本書，一方面固然因爲內容本身就難使人看懂，另一方面當然是譯者英文和中文素養太差所致。如果有辭不達意的地方，尚祈讀者諸君鑒諒。

無論如何，這是一本需要下功夫一讀再讀而後再詳加思考的書。

威啓勳

六十一年三月序於台灣台北

目 錄

作者序.....	1
譯者序.....	1
第一章 季風的定義和領域.....	1
第一節 季風指數.....	1
第二節 環流的持續性.....	4
第三節 季風的定義.....	6
第四節 天氣和氣候.....	7
第五節 簡介以下各章.....	7
第二章 地面季風環流的區域氣候學.....	9
第一節 資 料.....	9
第二節 大幅度海岸的影響.....	10
第三節 地面規模環流的年變化.....	12
第四節 季風期間海上熱量的平衡.....	18
第五節 雨量的分佈.....	22
第三章 季風的綜觀成分.....	29
第一節 極地反氣旋.....	32

第二節	熱低壓	38
第三節	熱帶氣旋	44
第四節	季風低壓	50
第五節	副熱帶氣旋	55
第六節	弱低壓環流	82
第七節	對流層上部西風內的槽線	83
第八節	近赤道槽和季風槽	84
第九節	準滯留非環流性紛擾	88
第十節	過赤道氣流	96
第十一節	颱風線	102
第四章	降水及其中幅度形態	113
第一節	季風區內的降水特性	113
第二節	中幅度形態	123
第五章	季節遞變	131
第一節	喜馬拉雅山和西藏地台對季風的影響	131
第二節	作業程序的選定	135
第三節	沙漠	136
第四節	赤道非洲	144
第五節	印尼和馬來西亞	150
第六節	印度洋	158
第七節	北 洲	161
第八節	亞 洲	169
第九節	南半球	230

第六章 綜觀分析和短期預報·····	235
第一節 綜觀天氣分析·····	235
第二節 短期預報·····	247
第七章 季風和大氣環流，旱澇及其趨向·····	257
第一節 南亞夏季風的過赤道效應·····	258
第二節 東亞冬季風和澳大利亞夏季風·····	260
第三節 華中七月份雨的變率·····	267
第四節 長期預報·····	268
第八章 結 語·····	273
附圖一至四 一、四、七、十月平均情況·····	277
本書引用符號一覽表·····	285
本書引用文獻作者譯名對照表·····	291
主題索引·····	309

第一章

季風的定義和領域

正好像每個人只能看到他自己的彩虹一樣，氣象學者對於「季風」(monsoon)的意義，似乎都不過是他個人的獨特見解。大家都認為：印度季風是指“*fons et origo*”(阿剌伯文「季節性的風」一譯者註)，由兩種不同的季節性環流所組成——冬天從一個寒冷的大陸反氣旋中吹出，夏天則空氣流入一個大陸熱低壓內。然而，究竟其他地區有沒有季風呢？

近百餘年來，氣象學家和地理學家對於這一個問題曾經有過各式各樣的答案，他們的努力，正如勃呂勤(Blüthgen)所感嘆，並不能獲得一致。迫不得已，才使我在進行詳細討論季風之前，另外下一個定義。希望能根據這一個合理的定義，公正地寫成這一本書，並且能確定它的領域。老實說，我這一個定義，雖然有充份事實依據，但出發點也不是純客觀的，一部份是從我旅居季風區十三年得來。

季風這名詞，來源很早，它的字義頗有爭辯，許多權威學者曾經考證過，話雖為此，現在大家都同意，它的主要意義是指：合併兩種季節性的地面風——夏季經常在某一象限內吹，冬季則在另一象限內持久地吹送；由此而使地面氣壓梯度的方向和盛行天氣也隨之而改變。

第一節 季風指數

爲了要用客觀方法區分季風，漢恩(Hann, 1908)以一種八方位

的地面風花圖來解釋「季風指數」(monsoon index)，此項指數

$$I_H = \text{仲冬和仲夏的頻率最大差 (仲冬風向頻率差最高值)} \\ + \text{仲冬和仲夏的頻率最大差 (仲夏風向頻率差最高值)}^*$$

許克 (Schick) (1953) 提出一種略有差異的指數：

$$I_S = (F_1 - F_7) + (F'_7 - F'_1)$$

式中 F 和 F' 為頻率百分比，分別指一月和七月的盛行風向。 I_H 和 I_S 的最大可能值都等於 200。 I_S 永遠等於或小於 I_H 。指數較低時，可能彼此相差很大 (表 1.1)。不幸，沒有一種指數權衡新方向改變的「量」。

高由禱等 (1962) 提倡另外一種指數，可以免除這種困難：

I_K = 一月和七月來自同一方向的風向頻率最大差值和來自相反方向的風向頻率最大差值之和。

表 1.1 漢恩、許克、高由禱等和克洛摩夫季風指數的比較。

	頻率 (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
巴林 (26°16'N, 50°37'E) ^a								
一月	26	3	3	4	17	12	6	28
七月	62	4			1	1	1	26
差值	-36	-1	+3	+4	+16	+11	+5	+2
吉大港 (22°21'N, 91°50'E) ^a								
一月	25	4	1		5	6	9	35
七月	1	2	2	23	59	10	1	1
差值	+24	+2	-1	-23	-54	-4	+8	+34

* 參閱表 1.1

• 根據漢恩 (1908)、許克 (Schick) (1953)、高由禰等 (1962) 及克洛摩夫 (1957)。

• $I_H = I_K = 36 + 16 = 52$; $I_S = 36 + 2 = 38$; $I_{Kn} = \text{非季風性}$

• $I_H = I_S = 54 + 34 = 88$; $I_K = 54 + 24 = 78$; $I_{Kn} = (35 + 59) / 2 = 47\%$

以巴林 (Bahrein) 來說, $I_K = I_H$ 。但吉大港 (Chittagong) 則 $I_K < I_H$ (見表 1.1)。作者對於此種“改進”能否鑑定重複計算的季風指數, 頗表懷疑, 尤其是陸上地形性峽谷經常使地面風缺乏代表性。

克摩洛夫 (Khromov) (1957) 提出一種在任何情形都略有不同而能滿意的解答。他首先勾劃出一月和七月盛行風向至少偏差達 120 度的區域, 而後在這些區域內分析每兩個月盛行風向頻率的平均:

$$I_{Kh} = (F_1 + F'_1) / 2$$

根據克洛摩夫的方法, 巴林屬於非季風性。在圖 1.1 內, 克洛摩夫的分析已經參照最新資料稍加修正。

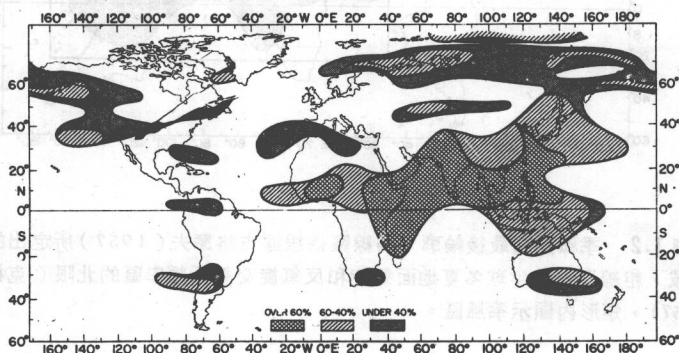


圖 1.1 根據克洛摩夫方法所得出的季風地理區域。優勢的地面風向平均頻率分成三類。無陰影區屬非季風性。

克洛摩夫把 40 % 等值線以外的區域定為有季風「趨勢」，而將 40 % 等值線以內作為季風性。依據此種定則，大部份南部、北部及東部亞洲都屬於季風性。因副熱帶脊線週年內準常往還，乃使 40 % 等值線在太平洋東北、東南、西南部圈出若干孤立區。印度洋中部份和墨西哥以西的太平洋東部近赤道槽附近，亦有類似的偏移。在這些區域內，平均合成風既然微弱，且常變化，因此作者認為屬非季風性（見圖 1.2）。在克洛摩夫以風向為基礎的季風指數上，我加了一種「風力」（Wind strength）條件，這樣就可以衡量環流週年內的「向量」（vector）變化。美洲和歐洲都屬於非季風性區。

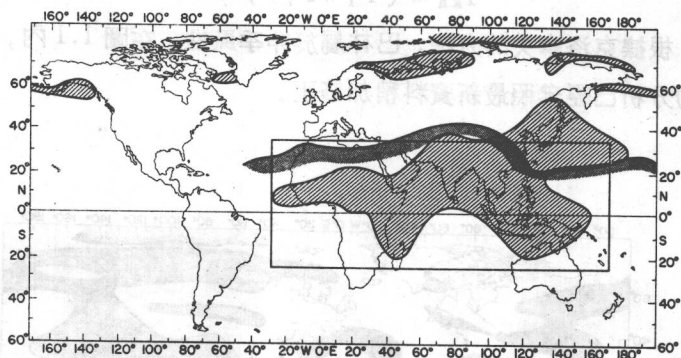


圖 1.2 季風區的最後輪廓，斜線區係根據克洛摩夫（1957）所定出的季風性區域，粗線表示北半球冬夏地面氣旋和反氣旋交替低頻率區的北限（克林 Kleir, 1957），矩形內顯示季風區。

第二節 環流的持續

較高緯度的季風問題，許多氣象學者曾經激烈爭辯過，包括亞歷蘇夫（Alisov）（1954），謝巴夫（Shapaev）（1960），勃呂勤

(1966)，倉島 (Kurashima) (1968) 等。

由此使作者得到一個適當季風定義的最後部份：唯有冬夏地面氣旋和反氣旋難得交替的副區才是季風性的。換句話說，季節性的風向移轉，必須不代表移動環流路徑偏移的平均情況，而是一個持久環流系替換了一個性質相反而同樣持久的環流系。以下各節中，凡是最近才得到確定資料的，我都把中緯度和北極區相劃分。

1.2.1 中緯度

瓦特 (Ward) (1925) 觀測得：在美國，由於一般氣壓控制較弱，加以季節性風經常受氣旋形環流干擾，因而妨碍了任何像印度季風所獲得的顯著發展。換句話說，雖然美國西部和南部也有一些季風特性，但大部份並不屬於季風性 (圖 1.1)。

克林 (1957) 重繪北半球每月天氣圖，指出 20 年以上每經緯度五度方塊內個別地面氣旋和反氣旋的數目。以德克薩州來說，一月和七月的合計在 40 次以上。圖 1.2 內，粗線標出總數在 40 以下各區的北限。可見它能滿足作者季風定義的第二部份。

1.2.2 南半球

南半球並沒有做過像克林那樣的測算工作。無論如何，克洛摩夫的邊界也許是對的。在「西南方」(對印度來說——譯者註)，佛洛勞 (Frolow) (1960) 懷疑馬達加斯加島是否屬於季風性。在「東南方」，泰洛 (Taylor) (1932) 認為澳洲北部也像印度那樣具有季風特性。勃拉克 (Braak) (1921-1929) 認為：由於亞洲和澳洲的影響，使印尼成為世界上最典型的季風區。但勃洛克菲特 (Brookfield) 和哈脫 (Hart) (1966) 後來把西南太平洋也分類為非季風性。

1.2.3 北極區

北極區是否季風性？謝巴夫（1960）認為至少蘇俄北極區是的。寒極既然夏季在北極海，冬季則在西伯利亞，所以一度認為這種主張是膚淺的論斷。克林的資料不夠解答此項問題。但是不久有兩篇文章，利用 IGY（國際地球物理年）、冰島、和飛機偵察等資料，描述該區的綜觀氣候學，基干（Keegan）（1958）、李特（Reed）和柯恩克爾（Kunkel）（1960）報告在全年中有充份的綜觀活動，至少和中緯度相等。這些學者認定：用他們的平均海平面氣壓圖可以否定北極季風。因為無論冬夏，北極海都被較低氣壓區所盤據。

第三節 季風的定義

作者將季風區解釋為一月和七月的地面環流包圍區，內中：

1. 一月和七月的盛行風向至少轉變 120 度。
2. 一月和七月的盛行風向平均頻率超過 40 %。
3. 至少其中有一個月的平均合成風超過每秒 3 公尺，而且
4. 在一經緯度五度的方塊內，一月和七月每兩年內出現氣旋和反氣旋的交替不到一次。

完全能夠適合我所下季風定義的各部份，只有在圖 1.2 內所圈出的一個區域。作者將南亞山嶺作為自然北界，並且把它劃直，結果將季風局限在 $30^{\circ}\text{W}-170^{\circ}\text{E}$ 和 $35^{\circ}\text{N}-25^{\circ}\text{N}$ 的一個矩形面積內。本書的主題至此才勾劃了出來，同時也限制了它的範圍。

第四節 天氣和氣候

討論到這裡，讀者當可理解：缺少地面紛擾並不意味着天氣不變在季風高度內，對流層中部的綜觀幅度系統時生時滅，偶而還可以移行相當距離，就如強盛而淺薄的冬季冷高壓和夏季暖高壓，綜觀系統只能在大氣的最低層內發展。

作者曾考慮避免將天氣作為季風的一種論據，雖然有許多學者（例如康萊特 Conrad, 1936）曾經想把他們的環流論據，和「冬乾夏濕」的要件相接合。其混亂結果，可以預料在氣壓梯度和雨量之間無明顯相關的事實存在。夏季大陸熱低壓，並不比冬季大陸反氣旋為乾燥。

第五節 簡介以下各章

下面一章，將描述地面季風環流的區域氣候學，內中要說明它們的範圍和強度。

第三章由季風的來去解釋季風的特殊綜觀成份，以確證在季風高偶而表現季節性一致期間的逐日天氣演變。

第四章討論中幅度體系，日變化，以及不同的降雨特性。此種特性每在局部或有時候改變較大綜觀成份及其隨伴天氣。

在第五章內，將前面三章積綜合成全年的綜觀氣候學，而以交替季節連接與分隔於夏季季風和冬季季風之間。

綜觀天氣分析和短期預報。為第六章的主題，根據分析學和統計學所獲致的論調。

在第七章內，作者要表達若干例證季風在大氣環流中的角色，與

季風主要的反常每導致乾旱與水災。季風長期預報的困難，亦加以扼要說明。

最後綜合的一章，着重於一致觀念與顯著問題以尋求研究的解答。凡氣象變數，不指明層次者，都是指地面層而言。在第三章內，有一些圖是從其他文獻中引入，所以風速單位用每時哩（除以 2 即可大致得出相當的每秒公尺數），其餘都採用公制。但表示高度則按照氣象上的習慣，採用毫巴（mb）。在熱帶地區，氣壓高度和公里的對照如下：

氣壓高度（毫巴）	1000	850	700	500	300	200	150	100
高度（公里）	0	1.5	3.1	5.8	9.6	12.4	14.1	16.5

爲了使閱讀能保持連貫性，附圖一至四見於最後，每張圖片代表整個季風區每一季中間的月份，包含八張圖，表明平均環流和天氣的主體形態提要。