

## 夏季江淮流域持久性旱涝现象的环流特征\*

陶詩言 徐淑英

(中国科学院地球物理研究所)

### 提 要

本文根据1954、1959、1961等三年7月江淮流域持久性严重旱涝的天气现象,分析中纬度副热带地区环流的特征。

分析指出,在江淮流域持久性干旱时期,在中纬度500毫巴的高度场表现有一定的流型。高度距平的分布也有一定的型式。在副热带地区流型也有一定的特点。不论在中纬度和副热带地区流型的稳定度均甚大。

在江淮流域大水时期,表现在该年大气环流上季节变化推迟一个月,而且在大水持续期间,环流型式的稳定度也很显著。

最后,用简单的两层模式,计算了1954和1959年7月北半球加热场的分布,并将计算结果和多年平均情形比较,发现两者的偏差甚大。例如1959年7月加热场的分布和平均情况完全相反,在1954年7月加热场的分布却和多年平均的6月份情况相近。加热场的分布和该两月稳定的长波型式很相配合。

### 一、引 言

夏季(5—8月)是江淮流域降水量最多的时期,也是主要农作物生长的关键时期。如果在这个时期出现了持久性的旱涝现象,这对农业生产会有严重的影响。例如,1954年7月的大水和1959年7—8月严重的旱灾,都影响了该两年农业的歉收。造成持久性旱涝现象的原因,从气象学的条件来看,这是由于大气环流出现了反常的现象。在夏季江淮流域出现严重的旱涝现象期间,高空的环流(长波系统)表现有一定的型式,并且有着显著的稳定性。这就是说在某一地区上空持续出现着某一种长波系统,而在另一地区上空却持续出现着另一种长波系统。这种长波的配置,从一天到另一天,或者从这星期到另一星期,变化甚小。即使有时候原有的长波发生暂时的破坏,但在短时间以后,仍恢复原来的情况。在这种情况下,地面的锋带和气旋的路径以及主要的降水带便表现有集中和稳定的趋势。因此,夏季持久性的旱涝现象,不过是某种稳定的高空环流形势的反应。要想做好这类灾害性天气的预报,首先应该对与这类天气现象相关联的大气环流特征,作比较全面的认识。

关于江淮流域持久性的旱涝现象,过去曾经有不少研究。例如,涂长望和牛天任<sup>[1]</sup>曾经用北半球地面平均天气图上的材料对1931年7月长江流域的大水和1934年7月华中的大旱作过分析。吕炯和宛敏渭<sup>[2]</sup>曾经分析了长江流域夏季洪水时期和干旱时期地面月平均气压场的特点。陈汉耀<sup>[3]</sup>曾对1954年6、7月长江流域的大水作过分析。由于资料条件的限制,上述这些工作,并未充分揭发在大水和大旱时期的环流特征。

\* 本文1961年10月16日收到。

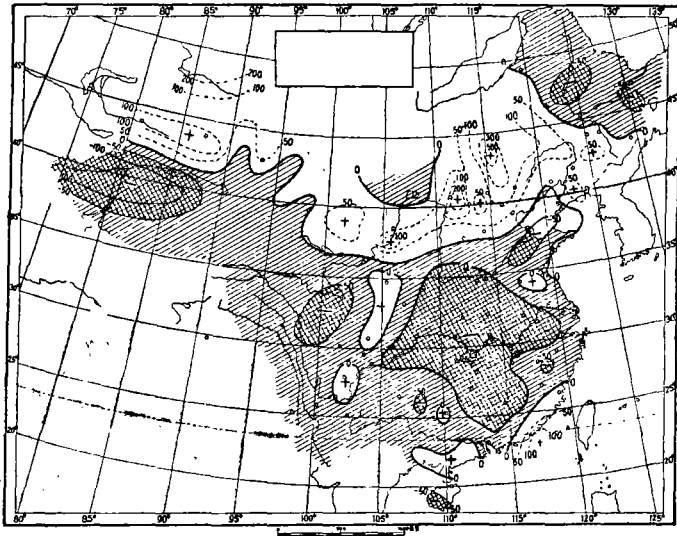


图 1a. 1959 年 7 月月降水  
量距平的百分率图

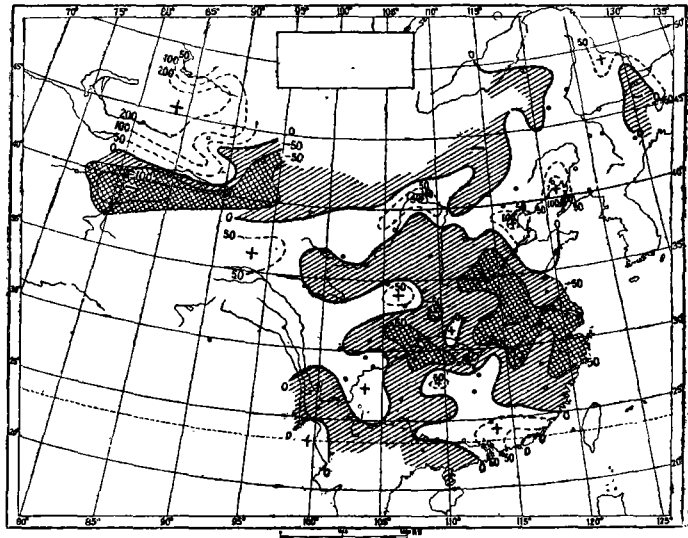


图 1b. 1961 年 7 月月  
降水量距平的百分率图

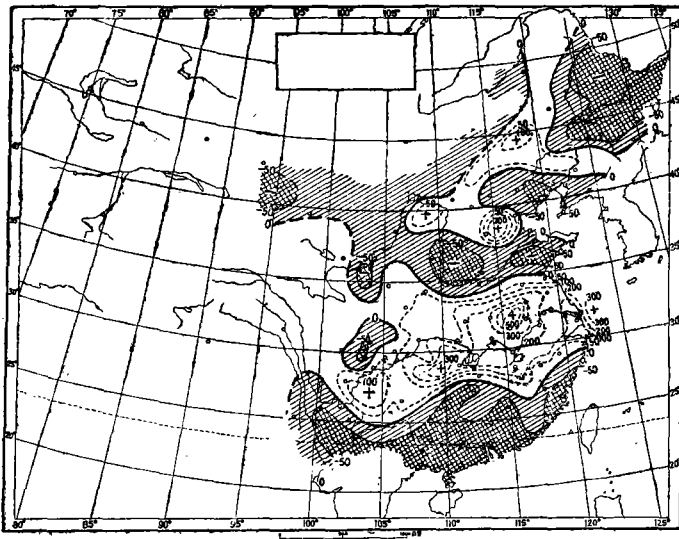


图 1c. 1954 年 7 月月降  
水量距平的百分率图

本文的目的,想从 500 毫巴环流反常的特征来分析夏季江淮流域持久性的旱涝現象,尤其着重分析在旱涝持續的期間中緯度和副热带流型的稳定性特征。

## 二、江淮流域的持久性干旱現象

1959 年 7 月和 1961 年 6 月中旬到 7 月中旬,长江流域出現了显著的干旱現象。图 1a 和 1b 是 1959 和 1961 年 7 月全月降水总量的距平百分率图。从图中可以看出,在 1959 年 7 月长江流域的旱象最是严重,1961 年 7 月的旱象也很显著。我們选取該两月作为代表,分析在旱象持續期間,大气环流的特征。图 2 是 1959 年 7 月 500 毫巴平均等高线图,图 3 則代表 1961 年 6 月 16 日至 7 月 15 日共 31 天的 500 毫巴等高线图。我們所以取这个时段,这是因为在 1961 年长江流域最严重的干旱現象出現在 6 月中到 7 月中旬这个时段内。可以看出,在这两个时期,长江流域均为副热带高压系統所盘踞。但两者稍有差异,前者屬西太平洋副热带高压向西伸入大陆,而后者則在大陆上出現孤立的副热带高压中心。至于中緯度的流型,两者也甚类似,尤其在高度距平的等值綫分布上非常相似。假

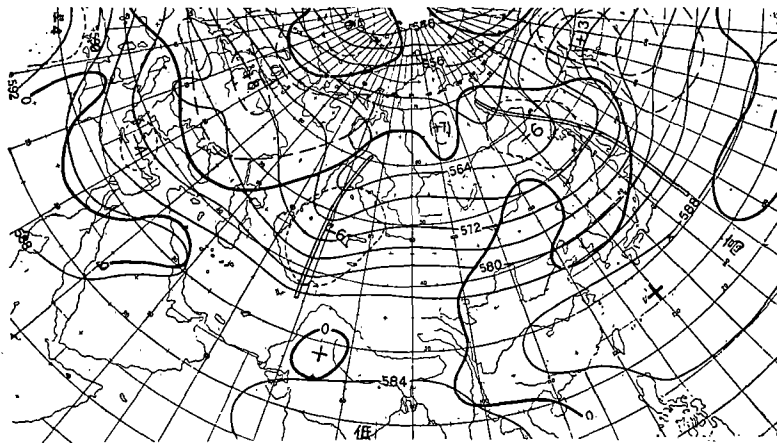


图 2 1959 年 7 月 500 毫巴平均图(实綫为等高綫,虛綫为偏距綫,粗实綫为偏距零綫,单位为位势千米)

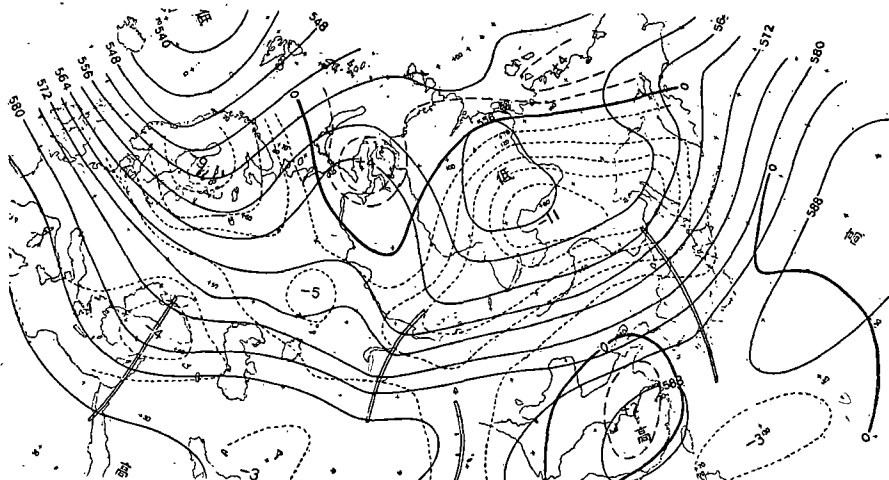


图 3 1961 年 6 月 16—7 月 15 日 500 毫巴图(說明同图 2)

如我們先着眼于亚洲及其邻近海洋上該两月 500 毫巴面上偏距的特征,在副热带的范围内,出現正偏距区域,这表示副热带高压的活动比往年更是活跃,而在北緯 45° 以北出現东西向的負偏距区域。这种样子的正負高度偏距区域的分布,表示在該两月北緯 40°—50° 出現比往年更強烈的西风风速。关于这一点也可以从图 4 的地轉风西风分速的平均廓綫图看出。

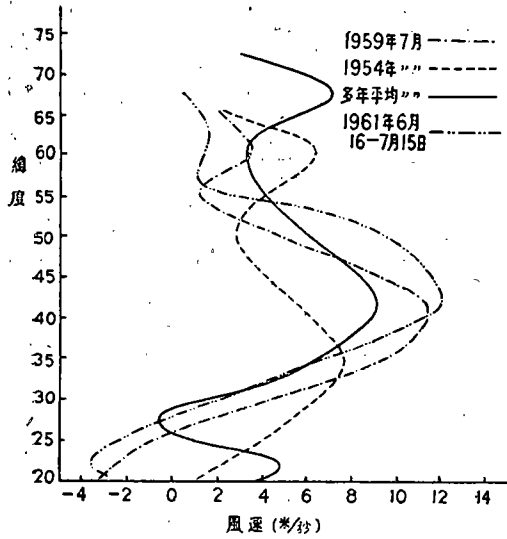


图 4 西风风速随緯度变化的分布图

例如,1959年7月东經 60°—150° 經度范围内,最強的平均地轉风西风分速出現在北緯 40°—45° 之間,其位置和多年平均的位置相近,但风速的数值則超出多年平均值甚多。1961年的情况和 1959年7月相类似。由于在亚洲大陆北緯 40°—50° 緯度上空盛行強西风环流,而經向环流則比較弱,所以西风气流中的气旋性扰动以及相联的冷空气活动,一般不容易影响到北緯 40° 以南的副热带地区。該两月高度距平的型式也反应了长波型式的特点。例如在往年7月东經 130°—140° 上空最常出現高空高压脊,而在該两月却是低压槽的位置。此外,在北緯 70° 以北是片广大的正偏距区域,这个正偏距

区域和高空暖高压脊活动的頻繁是相联系的;由于在亚洲的北冰洋沿岸暖高压脊活动甚为頻繁,这使得北半球的冷极偏居于西半球,因而在亚洲上空来自北极的冷空气活动相应比西半球要不活跃些。这种环流的特征可能和长江流域的大旱現象有关联的。

环流型式的稳定性,是該两月环流的重要特征之一。500 毫巴月平均等高綫图(图 2, 3)上的型式大致也代表了該两月每五天平均图上流型的特征。我們曾經选择月平均图上

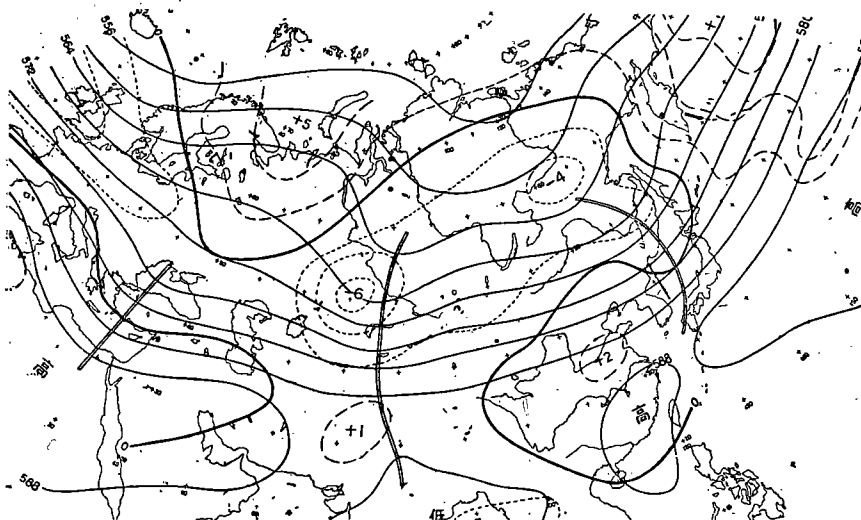


图 5 1954—61年7,8月干旱时期 36 个候的 500 毫巴平均图(說明同图 2)

主要槽脊綫的經綫上，观察每天 500 毫巴天气图上在这些經綫上出現和月平均图上的槽脊綫符号相反的日数。如果反号的日数愈小，则表示該月的环流最稳定，結果发现在苏联巴尔喀什湖和日本北海道附近，符号相反的日数均小于五天，这說明在这两个地区月平均图上的长波槽位置是最稳定。这两个稳定的系統可以看成是大气中的“锚槽”。由于“锚槽”的位置稳定少变，这使得在东亚上空維持一个平浅的高压脊，副热带高压便稳定在这个高压脊的南面。由于在巴尔喀什湖的經綫上有稳定的低压槽維持，槽前的暖平流可以扩展到西伯利亚中部，这阻碍了北方的冷气团大量侵入北緯  $40^{\circ}$  以南的地区。并且在蒙古人民共和国和我国东北境内，正好是两股不同来源的气流相汇合的地区，故在北緯  $40^{\circ}$ — $50^{\circ}$  范围内形成强西风环流，这就使高空的引导气流是緯向的。因而使得中高緯度的一次次冷空气活动不容易影响到长江流域。

上述 1959 年和 1961 年 7 月的 500 毫巴长波型式和高度偏距的分布，是不是对江淮流域的持久性干旱現象有代表性呢？为此，我們从 1954 年到 1961 年共 8 年的 7、8 月中，选择在 500 毫巴候(五天)平均图上在巴尔喀什湖的經度以东有低压槽出現同时有高度負偏距区中心出現，而在江淮流域則出現干旱現象的 36 个候，作出其平均等高綫图和高度的距平图(图 5)。可以看出，在图 5 上不論等高綫的型式和偏距的型式，均和图 3、4 上的情况一致。这說明上述 500 毫巴面上环流的特征，对江淮流域的干旱現象是有代表性的。

在 1959 年、1961 年 7 月江淮流域严重的干旱期間，北半球副热带(北緯  $25^{\circ}$ — $45^{\circ}$ )的流型也反应了一定的型式和很大的稳定性。图 6a 和 6b 代表在該两月北緯  $25^{\circ}$ — $45^{\circ}$  緯度带內，每天槽脊的分布图(即 Hovmöller 图解)。图上的数值代表各个經綫上每天北緯  $25^{\circ}$ — $45^{\circ}$  的平均高度。为了节省篇幅，我們只切取东半球的范围。从图上可以看出以下几点有意思的事实。第一，在长江流域梅雨期結束以前，在  $25^{\circ}$ — $45^{\circ}$  的副热带范围内都是一些移动性的低槽和高脊系統。例如，在 1959 年 7 月 5 日以前和在 1961 年 6 月 18 日以前，槽脊的相繼移动非常显著。但在这两个日期以后，副热带的流型便变成比較稳定的系統。这两个日期大体上对应于該两年长江流域梅雨結束的日期。在梅雨期結束以后，副热带的脊槽系統往往要維持好几天以后，才发生一次調整，其中高压脊相当于副热带高压的系統。第二，在长江流域干旱持續的期間，东經  $110^{\circ}$ — $120^{\circ}$  的范围内总是为副热带高压系統所盘踞，在每天的天气图上，这表现在西太平洋的副热带高压系統向西伸至中国大陆，或者在大陆单独发展出一个副热带高压中心来。这类副热带高压系統的稳定性甚大，虽則有时候在短時間內这类系統暂时被破坏，并且在长江流域出現气旋性的系統，但其時間甚短促，接下去又恢复了原来稳定的副热带高压系統。第三，根据我們对这两年以及其他年份的分析<sup>[4]</sup>。在盛夏(7—8 月)副热带流型的稳定波长平均約为 50—60 个經度，并推論出在夏季北半球共有 6 个或 7 个分裂的副热带高压中心。

夏季副热带的流型怎样会影响江淮流域的干旱現象呢？从气候的平均情况而論，从晚春到盛夏，中国大陆上的主要降雨带随着季节逐渐向北推移。从 6 月中旬到 7 月中旬，主要雨带徘徊在长江流域，这时候也正是长江流域的梅雨季节。在 7 月中旬以后，雨带便移至黄河流域。雨带的北移，和亚洲上空的大气环流季节变化有着联系。在 7 月中以前 500 毫巴上的西风急流位于北緯  $35^{\circ}$ ，而在 7 月中以后，急流位置便移至北緯  $40^{\circ}$  以北。这时候在北緯  $40^{\circ}$  以南便受到副热带流型的影响。上面讲过，夏季副热带高压系統往往

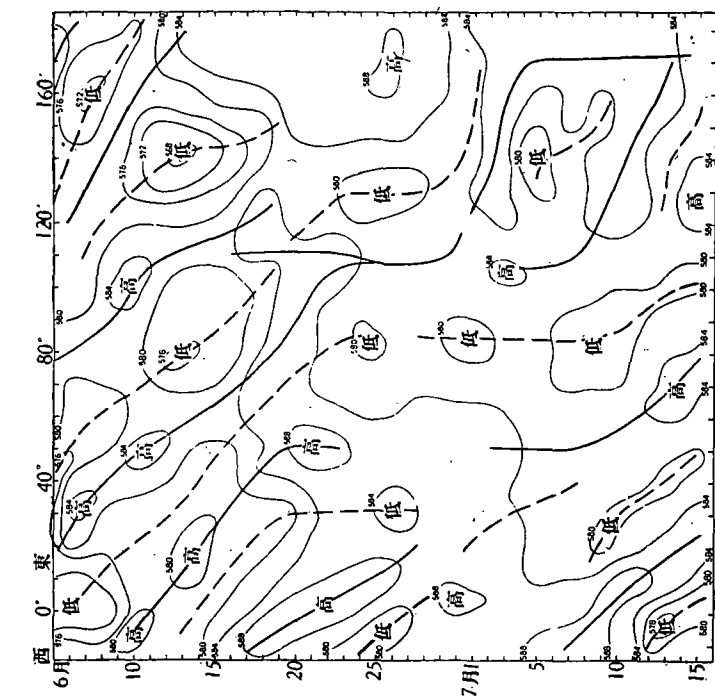
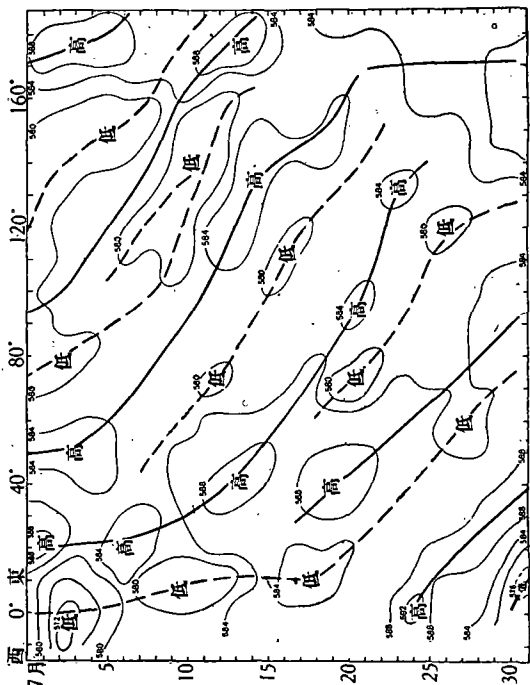
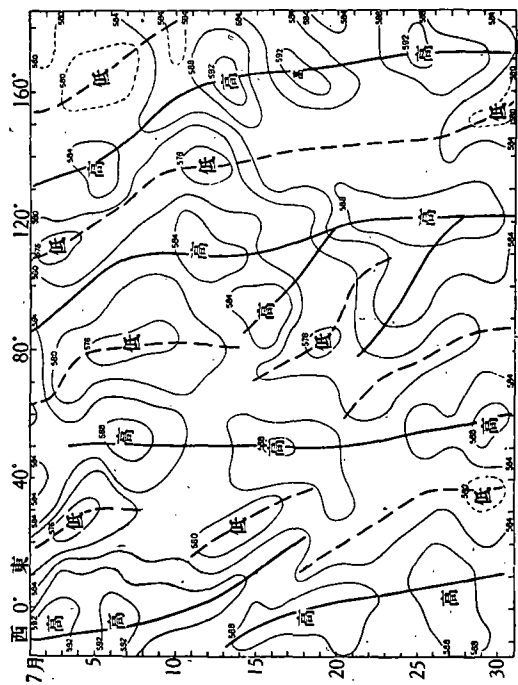


图 6 a. 1959 年 7 月 500 毫巴北纬 25°—45° 范围内槽脊分布图  
(细实线为等高线,粗实线为脊线,粗虚线为槽线,单位为位势什米)

b. 1961 年 6—7 月中旬 500 毫巴北纬 25°—45° 范围内槽脊分布图 (说明同图 6 a)

c. 1954 年 7 月 500 毫巴北纬 25°—45° 范围内槽脊分布图 (说明同图 6 a)



分裂成 6 个或 7 个中心, 在各个高压中心之間是低槽区域。这些低压槽系統不象中緯度的低槽一样, 都是很平浅的。相反高压系統却反应很显著, 一般都有閉合的高压中心。这些高低系統組成了副热带的波系。对于东亚大陆影响最大的副热带高压系統, 就是西太平洋的副热带高压系統和西藏高原上的副热带高压系統。在 7 月西太平洋的副热带高压系統的脊綫已控制长江中下游, 在西藏高原上則另有一个副热带高压中心, 两个副热带高压系統中間的低压槽則位于四川盆地上空, 并逐渐向东北方向伸展。这时候大陆上的雨带便集中在这条西南-东北向的低槽內。但副热带的流型不断在調整着, 有时候西藏高原上的副热带高压系統向东移, 并稳定在华中上空, 或者四川上空的低槽往西移至高原上, 而西太平洋上的副热带高压系統則西伸控制整个长江中下游。当这两类流型維持的期間, 江淮流域便出現干燥的天气。假如这两类流型維持時間愈久, 江淮流域便出現严重的旱象。因此, 夏季江淮流域持久性干旱現象, 主要由副热带流型的配置和其稳定性决定。在 1959 年 7、8 月, 副热带高压系統控制长江流域上空达 45 天, 1961 年 6、7 月副热带高压持續的時間达一月之久。在其他年份副热带的流型稳定性則比較小。例如, 在 1958 年 7 月, 上半月和下半月的副热带流域完全相反。在 1958 年 7 月上半月, 副热带高压系統稳定在高原上和海洋上, 大陆上却是深广的低槽区域, 但在下半月副热带的流型便反过来。所以上半月和下半月的雨情便相反。作者认为, 要做好夏季北緯  $40^{\circ}$  以南副热带大陆上的天气預报, 應該着重研究副热带流型的特征, 其稳定性和轉变的征兆等等問題。

### 三、夏季江淮流域大水时期的环流特征

1954 年 7 月江淮流域出現严重的水災 (图 1c), 在这个时期, 500 毫巴面上环流的型式和 1959 年和 1961 年 7 月的情况有显著的差异, 但环流的稳定度却和該两月相似。图 7 是 1954 年 7 月 500 毫巴月平均等高綫图。图上最显著的特征, 反映在副热带高压系統的位置上。在該月副热带高压脊綫位于緯度  $20^{\circ}$  附近, 这是相当于往年 6 月副热带高压脊綫的位置。在中緯度长波的型式属于預报員所熟悉的梅雨形势。从高度偏距的分析看, 在东亚大陆上中緯度为正偏距区域。这是由于在苏联滨海边区和我国东北部經常有阻塞高压出現, 这种偏距型式和 1959 和 1961 年 7 月相反。在北緯  $40^{\circ}$  以南的副热带大陆上为負偏距区域, 也和 1959 和 1961 年 7 月的情况相反。这片負偏距区域的出現和江淮流域上空低槽活动非常頻繁是相联系的。东亚大陆上由于在中緯度出現正偏距区域而在副热带大陆上出現負偏距区域, 这使得該月在 500 毫巴面上西风带的位置也較往年偏南。从图 4 上 1954 年 7 月平均地轉风西风分速的廓綫图也可以看出这一点。在該月 500 毫巴上西风急流的軸位于北緯  $32.5^{\circ}$ , 而多年平均的 7 月西风急流軸位于北緯  $42.5^{\circ}$ , 比平均情况偏南 10 个緯度。因此, 在 1954 年 7 月北緯  $40^{\circ}$  以南的副热带大陆上仍旧处在西风气流的支配下。高緯度地区的高度偏距的分布大体上表現正負区域相間出現。这和 1959 和 1961 年 7 月不同。在該两月正負偏距区域的分布成緯向分布的, 在北緯  $70^{\circ}$  以北是一片正偏距区域, 而在  $45^{\circ}$ — $70^{\circ}$  的緯度带內則出現負偏距区域。由于这种正負偏距的分布, 就使得在东亚大陆上北緯  $40^{\circ}$ — $50^{\circ}$  間盛行強西风环流。在 1954 年 7 月情形便不同了, 在烏拉尔地区出現經向的正偏距区域, 而在西伯利亚中部則有經向的負偏距区域, 这种分布一方面表示亚洲上空中緯度經向环流盛行, 另一方面表示在西部西伯利亚上空出現着

強烈的偏北风分量，因而冷空气向南爆发非常頻繁。这一点和 1959 年和 1961 年 7 月情况也是相反的。

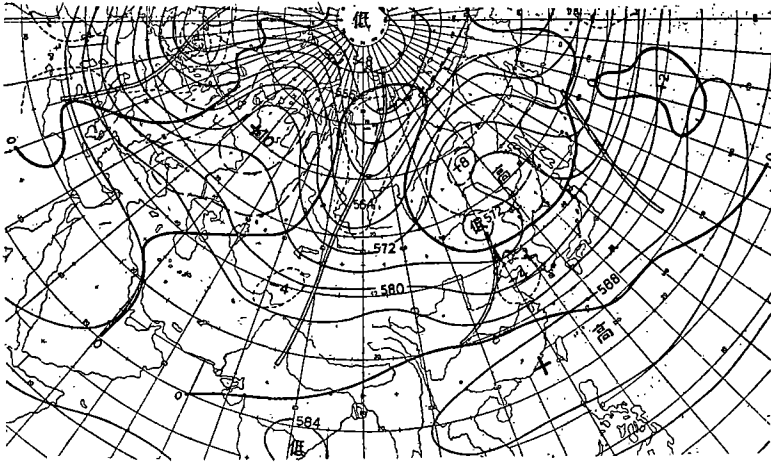


图7 1954年7月500毫巴平均图(說明同图2)

在 1954 年 7 月副热带的流型和 1959 和 1961 年 7 月的情况完全相反。图 6c 代表 1954 年 7 月北緯  $25^{\circ}$ — $45^{\circ}$  范围内槽脊的分布图。上面讲过，在该月副热带高压脊綫的位置在北緯  $20^{\circ}$  附近，而西风带也偏南，在北緯  $25^{\circ}$ — $45^{\circ}$  的范围内仍处在西风带环流的影响下。所以在图 6c 上都是一些高低压相間的移动系統，平均 3—4 天就有一个高低槽过境。这种移动的流型一直維持到 8 月初，在这以后才建立比較稳定的副热带流型。这也說明在 1954 年长江流域的梅雨一直維持到 8 月初，而該年梅雨期的开始則在 6 月上旬，梅雨期維持的时间达两月之久，因而造成严重的水災。

象 1959 年和 1961 年 7 月一样，1954 年 7 月中高緯度的环流稳定度甚大。我們也象 1959 年和 1961 年 7 月一样，观察 1954 年 7 月东亚每天 500 毫巴图上槽脊的位置和月平均图上槽脊位置反号的日数，結果得到在反号天数最多的地区，并不超过 12 天，这就是說有 20 天的时期，維持同一环流形势。尤其是图 7 上在苏联西伯利亚和我国东北境内的低气压系統其反号的日数不超过 4 天，此外，苏联滨海边区的阻塞高压也非常稳定，其反号日数不超过 5 天。因此，在 1954 年 7 月，不論月平均等高綫图和 5 天平均等高綫图，甚至每天的等高綫图都有着很大的相似性。由于中緯度的长波和副热带高压有很大的稳定性。地面的鋒带、气旋路径和主要降雨带(图 1c)也就长时期集中在江淮流域。这便是造成 1954 年 7 月大水的直接原因。

#### 四、关于环流異常的討論

从上面的分析看出，夏季我国副热带地区持久性的旱涝現象和大气环流的反常現象有密切联系，尤其是表现在中緯度和副热带地区的流型有很大的稳定性。为什么这三年 7 月的流型如此稳定呢？为什么 1954 年 7 月的流型相当于往年 6 月的环流形势？这两个問題关联到大气环流异常的研究，在目前还不能很好的解答，因为这需要知道太阳活动的变化、海洋环流的变化、海洋环流和大气环流的相互作用、以及大气内部的变化等等



因素。

近年来的研究指出，大气环流和大气中加热场的分布和山脉的作用有密切联系。大气环流的反常现象，也应该在加热场的分布和山脉的作用上有反常的现象。山脉的作用一般不容易估计，故在这里我们只讨论 1954 年和 1959 年 7 月北半球加热场分布的特征。加热场的计算采用朱抱真、纪立人等人<sup>[5,6]</sup>所用过的方法，即根据简单的两层模式，并考虑了地面摩擦和地形的强迫垂直运动，计算该两月对流层下半部热源、热汇的分布。图 8 表

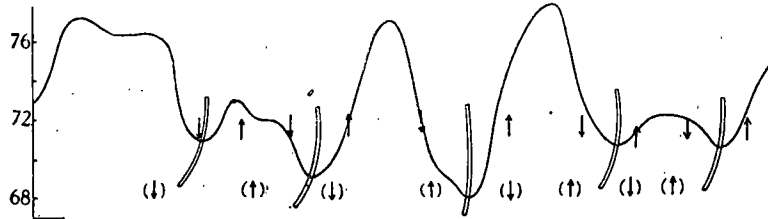


图 8 a 1959 年 7 月北半球北纬 40°—60° 平均高度分布廓线与冷热源分布  
(箭头向上为热源, 向下为冷源; 括号内箭头为多年平均 7 月(图 8b 中为 6 月)份冷热源分布)

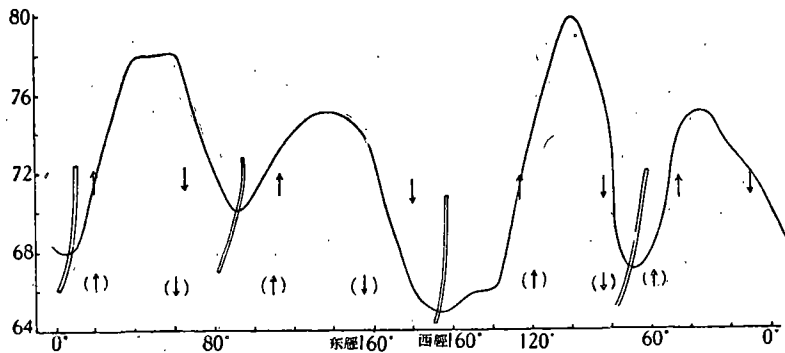


图 8 b 1954 年 7 月北半球北纬 40°—60° 平均高度分布廓线与冷热源分布(说明同图 8a)

示该两月北纬 40°—60° 500 毫巴平均高度的廓线和 40°—60° 纬度带内主要冷热源中心的分布。取向上的箭头代表热源，向下的箭头代表冷源，括号内的箭头代表多年平均图上冷热源中心的位置(采自朱抱真等人的材料<sup>[5]</sup>)。可以看出，加热场的分布和长波的型式很相对应，热源位于高空槽的东边，冷源位于高压脊的东边，这和一般所预期的情况相符合。在 1959 年 7 月加热场的分布和多年平均图上加热场的分布几乎完全相反(图 8a)。例如，在东经 130°—160° 内(日本和其邻近的洋面上)，在多年平均的 7 月图上是个冷源所在，但在 1959 年 7 月却是热源。又如在东经 110°—120° 的东亚大陆上，多年平均的情况应该是个热源所在，但在该年 7 月却是冷源。其他地区也是如此。加热场的分布既然和多年平均的情况相反，反应在 1959 年 7 月 500 毫巴月平均等高线图上的长波系统分布上(图 2)也恰好和多年平均 7 月的等高线图<sup>[7]</sup>相反。所以，1959 年 7 月环流的反常现象是非常显著的。在 1954 年 7 月东半球的 500 毫巴等高线形势和多年平均的 6 月份情况相似。我们把该月加热场的分布和多年平均的 6 月加热场相比较，发现加热场的分布很是接近。这也说明 1954 年的季节变化比往年推迟有一月左右。

上面的分析，只说明加热场的分布和流场之间有很好的对应，但不能完全用来说明反

常环流的所以形成。关于大气环流反常的原因,本来不是本文的主要目的。本文只是想分析在持久性旱涝维持时期环流的一些特征。通过以上的讨论,我们发现环流的稳定性是主要关键问题。这给我们提出一个有意思的课题,即在怎样的条件下环流的稳定性最大。纳米阿斯(Namias)<sup>[9]</sup>曾从统计学上研究西半球上下月环流型的持续性问题。他得出在4—5月和10—11月环流的持续性最小,而在7—8月持续性最大。所以从气候学上讲,在夏季环流的型式最容易稳定。根据我们对东亚大陆上天气的经验,也有同样的看法。根据纳米阿斯<sup>[9]</sup>的30天预报经验,有两类环流型式最容易稳定,其中有一类相当于上面的情形,即在夏季西风带和副热带高压系统很偏北时,流型最容易稳定。因此,我们认为值得从天气学上去分析引起环流稳定度的种种条件,或者确定在某个季节中那些流型最容易稳定,那些流型最不容易稳定。对动力气象学者却要求研究环流型的稳定度的判据,在目前人们都集中于注意环流的不稳定性问题,这对气压系统的发展预报固然是非常重要,但对和持久性旱涝现象相关联的环流而言,却要求注意相反的问题。假如我们能找出环流的稳定度的判据,这就将对持久性的旱涝预报有所贡献。

### 参 考 文 献

- [1] 涂长望、牛天任,中国夏季之水旱研究,中国地球物理学报 2 (1950).
- [2] 吕炯、宛敏渭,江淮流域气候上的水旱类型,地理学报, 21 (1955), 245—259.
- [3] 陈汉耀,1954年长淮河流域洪水时期的环流特征,气象学报, 28 (1957), 1—12.
- [4] 陶诗言、徐淑英等,夏季东亚大陆上副热带高压活动的研究(尚未发表).
- [5] 朱抱真、纪立人,北半球热源、热汇的月平均分布和环流年变的讨论,动力气象学论文集,科学出版社,1961.
- [6] 纪立人、刘瑞芝,个别年份冬季大气加热场及其环流特点的关系,动力气象学论文集,科学出版社,1961.
- [7] 陶诗言,北半球500毫巴图,中央气象科学研究所出版,1957.
- [8] Namias, J.: The annual course of month to month persistence in climatic anomalies. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 32 (1952), 279—285.
- [9] Namias, J.: Persistence of mid-tropospheric circulations between adjacent months and seasons. *The Atmosphere and the Sea in Motion, The Rossby Memorial Volume*, pp. 240—248. 1959.

## SOME ASPECTS OF THE CIRCULATION DURING THE PERIODS OF THE PERSISTENT DROUGHT AND FLOOD IN YANTZE AND HWAI-HO VALLEYS IN SUMMER

DAO SHIH-YEN      HSU SHU-YING

(Institute of Geophysics and Meteorology, Academia Sinica)

### ABSTRACT

In this paper an analysis is presented concerning the circulation characteristics during the periods of the persistent drought and flood in Yantze and Hwai-Ho Valleys in summer. It is found that during either the period of the drought or that of flood there is a definite pattern of anomalous in the general circulation both in middle latitudes and in subtropical latitudes, and the anomalous are extremely persistent. It is this high persistence of anomalous which is responsible for the extreme summertime drought and flood in Yantze and Hwai-Ho Valleys.