

华西秋雨的时空分布*

梁 健 洪

(华中农业大学气象教研室, 武汉)

关键词 秋雨 华西 雨量

我国属季风气候, 大部分地区的年降水, 集中在夏季。但也有局部地区的年降水曲线, 除了夏季的主高峰外, 还有秋季的次高峰, 这些地区就是我国的秋雨区。我国秋雨较明显的大致有两个区域: 一个是华西秋雨区, 即以四川盆地为中心以及与其毗邻的周围地区; 一个是华东沿海。长江中下游虽然秋季多秋高气爽, 但个别年份也偶见有秋雨绵绵。在上述区域中, 以华西秋雨的出现频率最大、影响地区最广、持续时间最长。秋季是收获的季节, 秋雨绵绵一方面影响棉花裂铃吐絮, 降低棉铃品质, 增加棉铃脱落, 减少产量; 另一方面, 秋雨是冷空气活动的产物, 一旦引起寒露风的出现, 即对双季晚稻的抽穗扬花有害。所以研究秋雨的影响范围、出现时间以及变化规律, 不仅在气候学上, 同时在农业生产上有着重大的理论和实际意义。

早在本世纪三四十年代就有人曾指出华西秋雨比其邻近地区为多。1958年高由禧^[1]等对华西秋雨进行了研究, 得出最标准的秋雨区出现在四川盆地的东部, 青藏高原东部前缘的松潘、康定和西昌等地, 以及贵阳附近的地区。近几年王柄庭^[2]、林之光^[3]、何敏^[4]等也作了这方面的研究。虽然他们各自选用的标准不同, 但得出的华西秋雨的范围与高氏大同小异。华西秋雨的起止日期, 高由禧等^[1]认为是8月底开始, 10月第4候结束。而宋身正^[5]则认为9月中旬到11月中旬是贵州经常出现秋绵雨的时期, 且多集中在10月上旬前后。

我们以为, 前人所做的工作有两点不足之处: 一是由于受当时资料年代的限制, 所用的资料年数不多, 从气候分析的角度而言, 说服力不强; 二是大多数考虑的区域较窄, 站点太少或者是考虑的因子不够。为此我们在前人工作基础上, 利用陕西、甘肃、西藏、四川、云南、贵州、湖南、湖北、河南9省(区)1951—1980年的气候整编资料, 重新划分了华西秋雨的范围, 将华西秋雨区分为典型区、准典型区和一般区3种。在此基础上还研究了华西秋雨的起止日期以及与秋季大气环流变化的关系, 最后用谐波分析等方法研究了华西秋雨的周期变化。

一、秋雨的范围及其分布规律

华西秋雨原是气候上的一个广义概念, 具体的秋雨区范围仍是一个有争议的问题。

* 本文得到王柄庭教授的指导。胡才望、夏佩珊、柯移民、刘安国、张楚河等同志给予大力帮助, 一并致谢。

为了比较全面而客观地确定秋雨的区域,我们提出了一个新的标准,利用9省(区)30年气候整编资料,将华西秋雨区划分为典型区、准典型区和一般秋雨区。具体标准如下:

首先以 R_i 代表某站 i 月的多年平均降水量¹⁾, R 代表其多年平均年雨量, D_i 代表 i 月的多年平均降水日(指日雨量 $\geq 0.1\text{mm}$ 的雨日,下同), D 代表多年平均年雨日。

1) 典型区 要求 $(R_9 + R_{10})/R > 1/6$ 、 $(D_9 + D_{10})/D > 1/6$,且 $R_9 + R_{10} \geq R_4 + R_5$ 、 $D_9 + D_{10} \geq D_4 + D_5$,并同时满足 $R_9 \geq R_8$ 、 $D_9 \geq D_8$ 。

2) 准典型区 要求 $(R_9 + R_{10})/R > 1/6$ 、 $(D_9 + D_{10})/D > 1/6$ 且 $R_9 + R_{10} \geq R_4 + R_5$ 、 $D_9 + D_{10} \geq D_4 + D_5$ 同时满足 $R_9 \geq R_8$ 或 $D_9 \geq D_8$ 。

3) 一般秋雨区 要求 $(R_9 + R_{10})/R > 1/6$ 、 $(D_9 + D_{10})/D > 1/6$ 且 $R_9 + R_{10} \geq R_4 + R_5$ 或 $D_9 + D_{10} \geq D_4 + D_5$ 。

这样规定的意义在于:我们既然将秋雨作为全年中雨季的一部分看待,同时它在时间上又占两个月,当然这两个月的雨量、雨日至少应占全年的 $1/6$ 以上。在我国很多地区是春雨多于秋雨,为了突出秋雨的特点,就要求它比春季4、5月的雨量或雨日多。若9月再能多于8月,那么这个秋雨的特色就更明显了。

按照上述标准所划分的结果见图1。从图中可见,典型秋雨区的范围仅包括陕南和川北。准典型秋雨区以典型区为中心向四周扩大,包括陇东南、陕南和四川大部。一般秋雨区在准典型区外围增加川东、豫西、鄂西、黔西北和滇北。

上面仅仅是用30年的平均雨量和雨日所划分的秋雨区范围,是一种气候平均情况。其实每年的秋雨区范围有大有小,向东可扩展到湖北、湖南;向北可推到陕西北部;向西可进入高原东部;向南可伸到云南、贵州的南部。只是因为这些地区秋雨出现的频率小,变异大,所以在气候平均上没有反映,只是个别年份偶可见到此种天气现象。

在1951—1980年这30年中,秋雨量最多的一年是1964年(以9、10月总雨量为标准),最少的一年是1956年。同样按照上面的分区标准,用这两年的雨量、雨日进行检验,结果得出1964年的秋雨区远远大于气候平均秋雨区。整个秋雨区包括四川全省、云南、贵州、陕西大部,甘肃南部,高原东部以及鄂西、豫西、湘西。比平均情况多了3个省,而且典型秋雨区的范围增大了一倍多。在1964年9月,陕南、川北很多站的月雨量、月雨日均属全年之冠。1956年的秋雨区则与上相反。秋雨区比平均情况减少了豫西、

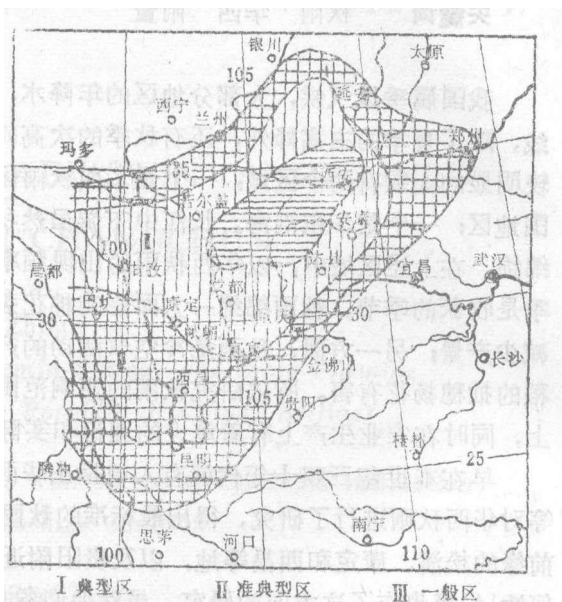


图1 华西秋雨的范围

Fig.1 The extent of the autumn rain region in West China

1) 本中所用多年平均值,除有注明者外,均用1951—1980年的平均。

川东和鄂西，典型秋雨区则缩小到只有几个站。由此可见华西秋雨区的范围变化之大。

为了寻找各个区的特点，我们在 3 个区中各选了一个代表站。其中汉中代表典型区，成都代表准典型区，西昌代表一般区。分别绘制了这 3 个站多年平均的逐月雨量、雨日曲线（图2）。由图可见，汉中秋季雨量、雨日除比春季多外，9 月的雨量、雨日都明显多于 8 月，稍少于 7 月，是全年雨量、雨日的第二峰值。表明典型区的秋雨以雨量雨日齐盛为特点。成都 9 月的雨量比 8 月明显减少，但雨日却比 8 月多，同时秋季也多于春季，这表明准典型秋雨区的特征是多绵雨、高湿度、少日照。西昌 9 月的雨量、雨日都比 8 月少，但却明显地多于春季 4、5 月，可见一般秋雨区仅是秋雨（雨量、雨日）相对春雨较明显一些。

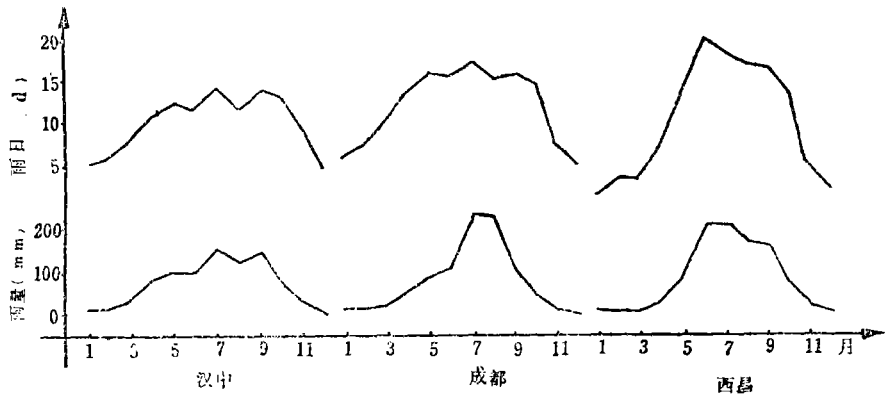


图 2 3 个站多年平均逐月雨量、雨日
Fig.2 Mean rainfall and rain days every month in Hanzhong stations, Chengdu and Xichang

虽然 9、10 月都是秋雨季节，但各地的主要降水时段出现不同，大雨中心也随时间发生变化。研究华西地区各站 9、10 月的平均降水量，可以发现 9 月降水量最大中心出现在两个地方：一是雅安、峨眉山附近；一是巴中、万源附近。前者主要是由于地形作用形成的。峨眉山海拔 3000m 多，终年都是降水量的极大中心，不随季节的变化而改变。后者才是真正由于天气系统形成的。10 月，雅安、峨眉山这个中心仍保持不变，另一降水中心移到酉阳、金佛山附近、武都、绵阳、成都、宜宾一线形成一个朝南伸的降水低值区。从 8—11 月的候雨量最大中心移动路径来看，在 9 月份以前，华西降水的最大中心集中在峨眉山和雅安。9 月第一候开始，大雨中心向东北方移到巴中附近，该最大中心一直持续到 10 月第二候。10 月第三候大雨中心移到酉阳，10 月底移至芷江。在雨量的分配上，甘肃、陕西、河南、湖北、四川和云南都是 9 月多于 10 月，而贵州和湖南是 10 月多于 9 月，由此说明大雨中心的自北向南移动也反映了雨带的变化。

二、秋雨的起止日期

华西地区南北跨十几纬度，秋雨的开始，在不同地区应该有所差异。图 3 为汉中、成都、昆明 3 站 8—11 月逐旬平均雨量、雨日变化曲线。3 个站分别代表华西秋雨区的北部、中部和南部。从汉中的变化曲线可以看到，8 月上旬雨量和雨日皆达到极小值。

从8月中旬开始转为上升,雨量曲线反映的更明显。而且从8月中到10月上,各旬雨量、雨日均多于8月上。成都站的两条曲线中,雨量是一直递减的,但雨日在8月中旬达到极小值以后,8月下旬开始缓慢增多。这是因为成都属于准典型秋雨区,它以雨日多、雨量小为基本特征,所以雨量曲线上没有反映,但雨日曲线的变化却非常明显。虽然在以后的各旬中,雨日也有增有减,但从8月下旬到10月上旬的雨日均多于8月中旬。昆明的两条曲线在9月中旬一致转为上升,雨日曲线持续上升了一个月,10月中才转为下降。如果以雨量、雨日由少转为持续增多的时期作为秋雨的始期,那么从上面的分析,我们可以认为,在华西秋雨区内,北部秋雨开始于8月中、中部于8月下,而南部却要等到9月中才姗姗来迟,南北相差近一个月。

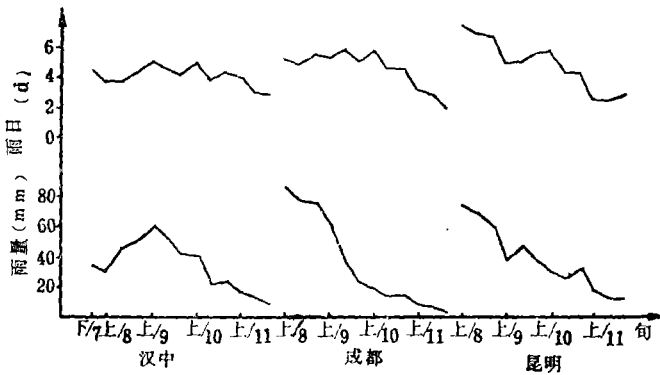


图3 3个站多年平均逐旬雨量、雨日

Fig.3 Mean rainfall and rain days every ten-day period in Hanzhong, Chengdu and Kunming stations

对于秋雨的结束日期,雨量、雨日的反映差别很大,而且没有始期明显。为了综合地考虑这两个因子的作用,我们提出以下判别公式

$$F_i = (r_i/R + d_i/D) \times 36$$

式中, r_i 、 d_i 分别为某旬的多年平均雨量和雨日, R 、 D 为多年平均年雨量和年雨日。由于我国的气候特征之一是雨热同季,即随着夏季风的到来,我国广大地区的雨季开始;随着夏季风的撤退,冬季风的入侵雨季结束。因此我国大部分地区的降水集中在4、5月至9、10月之间。作为雨季,其雨量、雨日均应多于全年的1/36,所以我们规定 $F_i \leq 2.0$ 的前一旬为秋雨结束旬,也可以认为是某站的雨季结束期。用上述公式计算得出,汉中、成都秋雨皆在10月上旬结束,而昆明到10月下旬才结束。

我们用上述公式对3个站从7月到各站秋雨结束期的各旬进行了计算,试图用同样的方法来确定秋雨的始日,发现其计算结果均大于2.0。这是因为华西秋雨的开始并非华西全年雨季的开始,也非一年中第2个雨季的开始,而仅是全年雨季中降水较为集中期的起点,因此出现了雨量、雨日同时或二者之一由减少变为增多的转折。与此对应, F_i 也有相应的由小到大的转折点,所以这个转折点我们即可认为是秋雨的始日。

3个代表站的秋雨起止日期表明,秋雨的变化趋势是高纬度开始早,结束也早;低纬度开始的晚,结束也迟。南北起止时间相差二十几天。

三、秋雨与大气环流

华西秋雨是过渡季节的气候现象，是秋季冷空气活动的产物，理应在平均环流的变化上有所反映。我们知道，冷空气的活动在地面上的反映是冷高压南下，气压升高，高空是冷槽活动，等压面上的高度值降低。若暖空气势力增强则相反。冷空气越强，地面气压越高，高空等压面上高度值降低的越多。而且强冷空气可以长驱南入，从中高纬度直到低纬度，等压面上的高度值均会下降，这样我们就可以从等压面上高度值的时间变化来反映冷空气的强弱及出现时间。所以我们利用1954—1973年20年的500hPa候平均图，在0—180°E范围内，用后一候的高度值减去前一候的高度值，然后将差值按格点数平均，以65°N和25°N分别代表西风带和副热带（表1）。

表1 0—180°E地区500hPa逐候高度差

Table 1 Height difference every five-day in 0—180°E area on 500hPa

单位：位势什米												
候	8月					9月						
	2—1	3—2	4—3	5—4	6—5	1—6	2—1	3—2	4—3	5—4	6—5	
65°N差值平均	-2.7	-0.1	-0.8	-1.6	-1.9	-3.2*	-1.1	-2.9	-0.4	-1.8	-2.9	
25°N差值平均	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	-0.3*	-0.1	-0.2	0.3	-0.1	-0.2	
候	10月					11月						
	1—6	2—1	3—2	4—3	5—4	6—5	1—6	2—1	3—2	4—3	5—4	6—5
65°N差值平均	-2.4	-2.9	-3.1	-2.0	-3.5*	-2.3	-1.7	-1.2	-2.4	-0.1	-1.1	-1.4
25°N差值平均	-0.5	-0.5	-0.3	-0.5	-0.9*	-0.5	-0.4	-0.2	-0.6	-0.2	-0.7	-0.8

从表中数据可见，西风带自8月初开始高度就一直是降低的，只是降低的幅度时大时小，这说明中高纬自8月初开始就一直有冷空气活动，副热带8月份高度一直在增加，即使在9、10月也仍有个别候的高度值是增加的。表明8月底低纬度暖空气势力仍处在增强时期，9、10月虽然总的趋势是减弱的，但偶尔也有增加的时段。比较两个纬度差值的大小，可以发现9月第一候和10月第五候，两个纬度的平均负值之和的绝对值最大（表中打*者），而其前后候的差值却相对较小，这说明在这两个候内有比较强的冷空气爆发，而且具有突变性质。9月初的这次对应着入秋之始，有一次较强冷空气活动，中高纬的高度陡降，低纬度也由原来的增高转为降高。反映在大型环流上是东风急流撤退，西风急流入秋后第一次南进，地面开始吹冬季风。10月下旬的这一次标志着西风急流已在川黔上空得以稳定，东风急流完全撤离东亚大陆，从此以后从地面到高层全部转为冬季风控制，冬季开始。从表中也可看到，10月第五候以后，西风带和副热带的高度都稳定下降，只是下降的幅度变小，再没出现大的突变。

从上面的分析可以发现，华西秋雨的起止日期（取3站的平均日期，始日取8月下旬，终日取10月中旬）与高度场的两次明显降低，即大气环流的两次突变日期刚好相差一候左右。这是因为冬季风先从地面开始，高空的变化迟于地面，而秋雨的起止主要随着地面冬季风的强度而变。地面冬季风进入华西，对应是华西秋雨的开始，当其再次加强时，对应是华西秋雨的结束。所以从500hPa上反映的两次突变正好与华西秋雨的起止有

一段间隔。从这个角度来说, 华西秋雨的起止与大气环流从夏到冬的两次突变有着较好的对应关系。

四、秋雨的周期变化

华西秋雨不仅范围存在着年际变化, 而且每年的雨量有多有少, 变异很大。为了研究华西秋雨量在这30年中的时间变化, 寻求其变化的规律性, 在所划分的秋雨区内选择了40个代表站, 以这些站的平均雨量代表华西秋雨区的降水量。图4为这40个站平均的每年9、10月雨量变化曲线。从图上可看到, 降水曲线的波峰与波谷最大处相差近一倍, 可见年与年之间的差异是很大的。在这逐年的波动之中, 我们又可发现华西秋雨量的变

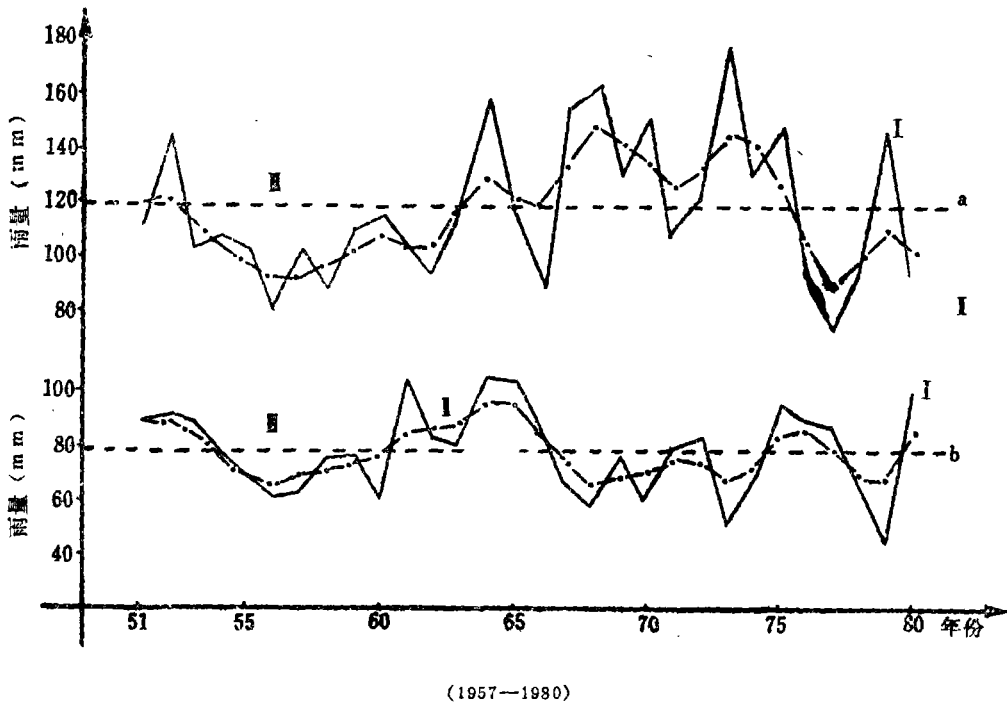


图4 华西9月(a)、10月(b)雨量逐年变化曲线

(I 实际值、I' 为滤波后的值、I'' 为平均值)

Fig.4 Rainfall curves every year in West China

a, Sept.; b, Oct.

化有一定的规律性。9月的雨量在1953—1962年这10年间每年的雨量基本上少于30年的平均雨量, 为少雨期。1963—1975年为多雨期, 1976—1980年又为少雨期。为了更好地揭示其规律性, 我们用公式^[6]

$$H_i = 0.0541(H_{i-2} + H_{i+2}) + 0.2420(H_{i-1} + H_{i+1}) + 0.3989H_i$$

进行数字滤波。从其经数字滤波后的雨量曲线上反映出上述规律性更明显。10月的降水量也有类似规律, 1954—1960年、1967—1974年、1978—1979年为少雨期, 其余为多雨期。可见秋雨的多少有一定的持续性, 在某一时段内保持偏多, 在另一时段又保持偏少。

若将9月的雨量值按由大到小的顺序排列成一个雨量序列, 10月的雨量也作同样处

理, 然后利用最优分割法将这两个雨量序列分别进行三分割。其原理简介如下:

对一维有序变量 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 进行分割, 其中, 第 i 个变量到第 j 个变量的平均值 $\bar{x}_{i:j}$ 为:

$$\bar{x}_{i:j} = \frac{1}{j-i+1} \sum_{k=i}^j x_k$$

第 i 个变量到第 j 个变量的变差 $x_{i:j}$ 为:

$$V_{i:j} = \sum_{k=i}^j (x_k - \bar{x}_{i:j})^2$$

若对序列进行 3 分割, 则 3 分割的总变差 $S_n(3, i, j) = V_{1,i} + V_{i+1,j} + V_{j+1,n}$ 。最优化三分割就是选 $S_n^*(3) = \min_{\substack{1 \leq i \leq j \leq n-1}} (S_n(3, i, j))$ 的那种分割。

用这种方法, 9、10月的降水序列都可以分为多雨、正常、少雨三种年份。分割的结果见表 2。表中的数据显示出 9 月的多雨年主要集中在 1964—1975 年之间, 少雨年集中在 1953—1962 年和 1976—1980 年之间。10 月则以正常年为主, 多雨年仅有 5 年, 且主要集中在 60 年代。少雨年不象 9 月那样集中。这些结论与上面数字滤波分析的结果基本一致。

为了寻求华西秋雨的变化周期, 用谐波分析的方法对 9、10 月的降水量两组时间序列进行了周期分析, 然后对主要周期进行 F 检验。这里

$$F = \frac{1}{2} (a_k^2 + b_k^2) / 2 / (s^2 - \frac{1}{2} a_k^2 - \frac{1}{2} b_k^2) / (n-2-1)$$

式中, a_k, b_k 为第 k 波的富里叶系数, s^2 为样本总方差, n 为样本数 (30 年)。在信度 $\alpha = 0.05$ 时, 要求 $F = 3.35$ 。经过计算得到 9 月的降水量序列第一个谐波达到了显著水平。原始序列的 $F_1 = 4.62$, 平滑后序列的 $F_1 = 21.29$, 后者达到极显著水平。这说明华西秋雨区 9 月的降水量变化呈一波形式, 以准 30 年的周期为主。10 月的原始序列没有达到显著水平的谐波, 但经数字滤波后的序列的第二波 ($F_2 = 11.74$) 和第三波 ($F_3 = 4.03$) 均达到了显著水平。表明 10 月的降水量有较明显的 10—15 年周期。

综上所述, 可以得出以下结论:

(1) 华西秋雨的范围一般包括陕南、甘东南、豫西、鄂西、黔西北、滇北和整个四川。在这个区域内又可分为典型区、准典型区和一般区三种。秋雨区的范围年际变化很大。

(2) 秋雨的起止日期随纬度不同而异。北部和中部分别始于 8 月中旬和 8 月下旬, 止于 10 月上旬。南部始于 9 月上旬, 止于 10 月下旬。在秋季, 欧亚上空的大气环流存在有两次突变。第一次在 9 月初, 对应于华西秋雨的开始; 第二次在 10 月下旬, 对应于华西秋雨的结束。

(3) 华西秋雨雨量的变化具有一定的规律性。在 1951—1980 这 30 年中, 9 月在 60 年代的后 6 年和 70 年代的前 5 年为涝期, 其余为旱期。10 月的雨量则存在着 10—15 年的准周期。

表2 1951—1980年华西秋雨量的分类

Table 2 The classification of the autumn rainfall in West China in 1951—1980

9 月			10 月		
秋雨量分类	年份	平均雨量 (mm)	秋雨量分类	年份	平均雨量 (mm)
多雨年	1973	179.8	多雨年	1964	105.8
	1968	164.0		1961	105.3
	1964	159.3		1965	104.0
	1967	154.6		1980	102.9
	1970	153.0		1975	98.6
	1975	149.5	正常年	1976	91.7
	1979	149.4		1952	91.4
	1952	143.9		1953	89.4
正常年	1974	132.6		1977	89.3
	1969	131.9		1951	88.8
	1972	121.7		1966	86.8
	1965	120.9		1972	85.8
	1960	115.4		1962	82.5
	1963	115.1		1971	81.6
	1951	113.5		1963	80.8
	1971	110.3		1969	79.0
	1959	110.1		1954	77.3
	1954	107.8		1959	77.1
少雨年	1961	104.3		1958	75.7
	1955	103.1	少雨年	1955	69.1
	1953	102.8		1967	68.8
	1957	101.6		1974	68.7
	1976	97.1		1978	65.1
	1980	94.9		1957	64.3
	1978	94.1		1956	62.0
	1962	92.0		1970	61.8
	1958	88.2		1960	60.7
	1966	86.8		1968	59.2
	1956	81.9		1973	52.4
	1977	75.1		1979	47.4

参 考 文 献

- [1] 高由禧等: 我国的秋雨现象, 《气象学报》, 29(4), 1958.
 [2] 王炳庭编著: 长江中下游农业天气, 湖北人民出版社, 1982.
 [3] 林之光等: 我国降水时数时空分布, 《地理学报》, 38(4), 1983.
 [4] 何 敏: 我国主要秋雨区的分布及长期预报, 《气象》, 1984, 9期.
 [5] 宋身正: 贵州秋季绵雨的环流特征, 《气象通报》, 1964, 9期.
 [6] 黄文杰等: 试用数字滤波图分析和预报中期天气, 《气象》, 1981, 9期.

THE REGIONAL AND SEASONAL DISTRIBUTION OF AUTUMN RAIN IN WEST CHINA

Liang Jianhong

(Huazhong Agricultural University, Wuhan)

Key words: Autumn rain; West China; Rainfall

ABSTRACT

This paper discusses autumn rain in West China in terms of climate. The climatic data in West China during 1951 to 1980 are used to divide autumn rain region in West China into three classes, typical, sub-typical and general areas. The beginning and ending dates of autumn rain in West China are defined. The beginning and ending dates correspond to two sudden changes in atmospheric circulation from summer to winter. Based on the mean rainfall of 40 stations selected in the autumn rain region, the cyclic changes in the last thirty years are studied with the method of harmonic analysis.

华西秋雨的时空分布

梁健洪

(华中农业大学农业气象系, 武汉)

地理科学 9 (1), P51, 表2, 图4, 参6, 1989

本文首先提出了一个划分秋雨区的新标准, 利用华西地区1951—80年的气候整编资料, 将华西秋雨区分为典型区、准典型区和一般区。在三个区中各选一代表站, 以此讨论各个区的特点。在此基础上研究了华西秋雨的起止日期以及与秋季大气环流的关系, 并且用谐波分析方法研究了华西秋雨的周期变化。

龙井县社会-经济-生态复合系统动态仿真

杨秉庚 赵士鹏

(东北师范大学地理系, 长春)

地理科学 9(1), P60, 表2, 图5, 参3, 1989

本文用系统动力学的原理和方法, 对龙井县社会-经济-生态复合系统进行总体动态仿真。以该复合系统过去36年的演变轨迹为基础, 建立了一组动态模型, 并通过此模型群模拟了在四种不同的策略下该复合系统的未来演变趋势。最后, 通过对比分析, 提出了“协调型”发展方案, 作为调控该复合系统的依据。

温州蜜柑生理落果动态异常及其环境影响

江 铎 俞继灿 叶美德 郭文扬

(浙江师范大学地理系, 金华)

地理科学 9 (1), P67, 表8, 图2, 参4, 1989

运用1986年5月蜜柑生理落果期观察资料, 分析了温州蜜柑落花落果动态特征和柑园生态环境条件, 揭示了落花落果率异常偏高时段生态因子的影响, 提出运用Logistic理论曲线模拟累积落花落果率动态, 并加入生态因子进行修正, 取得了比较符合实际的动态模拟效果。

长白山种子植物区系地理分析

钱 宏

(中国科学院沈阳应用生态研究所)

地理科学 9 (1), P75, 表2, 参10, 1989

长白山植物区系有种子植物491属, 归属4组14种分布区类型。其中世界分布(只含1种类型)69属, 热带分布(包括6种类型)47属, 温带分布(包括5种类型)372属, 古地中海和泛地中海分布(包括2种类型)4属, 本文分别对14种分布类型进行了论述。
