

## 黃河流域各地区的旱澇統計关系\*\*\*

徐淑英

(中国科学院地球物理研究所)

### 提 要

本文在作者“黃河流域干旱初步分析”的基础上將黃河流域分为七区，統計并分析了这些地区旱澇关系。本文主要討論以下几点：1. 黃河流域任兩地区（或三个四个地区）同时發生旱澇的机会。2. 如果一个地区干旱其他各区發生旱澇的可能性。3. 个别地方干旱在程度上的比較，并計算干旱的持續性。最后指出，除了黃河上游的西北方（酒泉），河北平原及其附近地区干旱最为严重，而渭河盆地旱情最輕。

### 一. 資料和方法

为了根治与开发黃河，气象工作者对黃河流域降水資料<sup>[1]</sup>曾作了一些分析。本文是在作者的“黃河流域干旱的初步分析”的基础上，并利用中央气象台所繪制的全国历年逐月的降水量等級圖<sup>[2]</sup>（共分为七級），把其中I和II級（I級为月降水量等于或小于正常降水量的20%，II为21—50%）定为大旱，III級作为小旱（51—80%），IV和V級为正常（IV=81—120%，V=121—160%），VI和VII級为澇（VI=151—180%，VII>180%）<sup>[3]</sup>，对黃河流域各地区之間的旱澇情况作进一步的了解。同时按黃河流域干旱頻率分布近似的地方<sup>[4]</sup>划为河套西部（包括上游部分地方，边界見圖1）、河套东部（包括部分山陝黄土高原区）、伊洛河流域、河北平原、山东、渭河上游（包括黃河上游36°N以南大部分地区）与渭河下游等七区。然后按每一区中大多数降水等級为标准，决定各区历年逐月的大旱小旱、澇与正常分布。为了提供黃河灌溉规划上一些参考資料，先推求各区之間旱澇的关系；其次計算某些重点区干旱时，其他各区同时旱或澇的可能性，以及某一地区旱时，其他各区在其前后一月旱澇的情况；最后比較各个地方干旱程度以及旱的持續性等。由于資料的限制，分区統計是从1920年开始，到1953年止，共34年，其中河套西部，与渭河流域从1933年以后才开始有資料，因此仅仅統計了20年，至于單

\* 1956年8月14日收到。

\*\* 本文討論主要着重3—11月平均狀況，但在持續性一节中以1—12月为基础，附表中亦將季节分布情况列入以备参考。



到收效最大的地方是我們必須考虑的。把这問題提到气象上来談，就須知道：黃河流域不同地区干旱在時間上的分布怎样？这些地区是否常是一起干旱？各个地区同时或前后旱的关系怎样？只有知道这些之后，才能有效地使用降水。

1. 各地区間同时旱澇关系 现在就所划分的七个地区中，求每两个地区、每三个地区和四个地区間的同时旱澇的关系。

每两个地区的旱澇关系 表1前十項为每两个地区同时出現各种旱或澇的机会，如果不分大小旱，那么旱、澇、正常三种可有六种配合：即兩区同时都旱、都正常、都澇，以及一区旱一区澇、一早一正常和一区正常一区澇（以后將这六种配合簡称为同旱、正常、澇、旱澇、旱正、正澇）。此表以每兩地区同时有紀錄的年份的总月数为基础，求出每兩区同时都旱、正常、澇等等的月数占总月数的百分数。例如：河北与伊洛河流域（見表1）这两地方平均一百个月中有34个月是同时都旱的，有27个月一个地方的降水为正常时，而另一地方則是干旱，两个地方同时正常平均只有17个月，都澇則更少仅6个月，而正常与澇碰头有11个月，旱澇碰头有5个月。由此看出，两个地区同旱机会比同时正常多一倍，比同时澇的机会多5倍。因此可以看出黃河流域各区干旱的碰头机会很大。又如河北平原与河套东部（以后簡称河北与套东），河北与伊洛河流域（簡称伊洛）以及河北与山东三个組合都在33%左右，由此看出河北是下游四区之中干旱最厉害的一区。这地区也就和前文所述（黃河下游各地以太行山以东地区干旱最严重）的結果一致。其次則以正旱出現的次数較多，其中以山东与渭河下游（以下簡称渭下），套东与套西为最大（33%），伊洛与渭下，渭上与渭下以及套东和河北三个組合都在29%左右。而同时澇或正澇或旱澇出現机会都比較少，这是由于黃河流域本是干燥少雨地带，成片的地区發生水澇还是比較少的。

此外凡同一組合而相隔稍远的两个地区，如山东与渭下，渭下与河北，河北与套西三組，同旱和同澇的机会都是比較小的，而比較極端的情况如旱澇，正澇等配合的机会比其他組合要大，这事实亦是合乎常理，相隔較远，气候的差异性当亦增大。尽管如此，黃河流域各不同地区均以同旱的机会比澇的机会为多，例如套西与河北兩区分别位于黃河上下游，虽然相隔較远，但同旱的机会达25%而澇則仅仅1%。这說明黃河流域的干旱常常是大范围的，而澇則以局地性为多。

三个地区同时旱澇的分布 三个地区同时發生旱澇现象，仅仅統計了四組（表1）。这四組都是中下游比較接近的地区，它們的配合共有七种，这七种配合以正旱的配合出現机会最多（36—40%），平均100月中可以有36—40个月是正常与旱碰头，如渭下一山东—伊洛一組达40%，同旱（20—27%）次之，如套东—河北—伊洛和下游三区的兩組

达 26%，这两组亦是黄河流域干旱比较严重而又相接近的地区。同涝的机会最小，没有超过 3%的，由于本流域多雨机会本来就较少，并且多雨多半都是小范围的，因此三个地区都涝的机会亦少。

四个地区旱涝关系 共统计了两组，见表 1 最后两项。一组集中在中下游，另一组则包括套西—渭下—河北—山东四区。这两组正旱的机会都是 43%，同旱的频率还不及正旱的一半，尤其是地区比较分散的一组，同旱机会更小。虽然它仅是黄河流域七区中之四区，但因为是分散在整个黄河流域，如果这四区同时都旱，那么整个流域亦差不多都是干旱，因此碰头的机会少是可想见的。

至于各地区旱涝的季节关系，详见表 1，此处不再一一叙述。

**2. 一区干旱其他各区旱涝的可能性** 从上面的结果，可以看出黄河流域各区之间干旱的某些关系，但由于水文和灌溉规划上的需要，我们需要更进一步的研究。某一地区旱时，其他各地区旱或涝的可能性怎样？特别重要的是哪一种的可能性最大。为了明确这些，我们统计了黄河中下游重点地区大旱或小旱时，其他六区在这时候旱涝和正常的可能性。

在图 1—3 中方形表示某一地区大旱时其他各区大、小、旱、正、涝出现的百分数，其中左上角的数值，表示这个地区与某地区同时发生大旱的可能性，在左下角则表示这个地区发生干旱，而同时期某地区发生正常降水的可能性，圆形表示小旱时的情况，详见

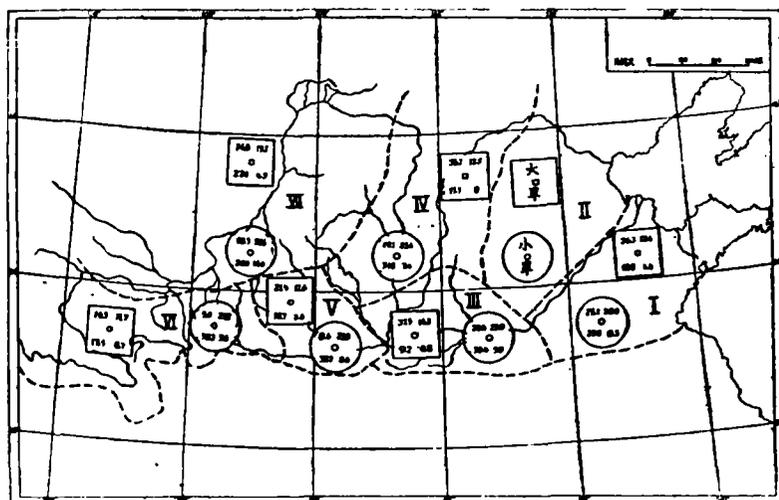


图 1. 河北平原大小旱时，其他各区旱或涝等的可能性(%)

I 为山东，II 为河北平原，III 为伊洛河流域，IV 为河套东部地区，

V 为渭河下游地区，VI 为渭河上游地区，VII 为河套西部地区。

方形表示某一地区大旱时，该地区出现旱涝的可能性，左上角表示大旱的%，  
 右上角表示小旱的%，左下角为正常的%，右下角为涝的%。

圆形表示某一地区小旱时，该地区出现旱涝的可能性，数字表示意义如上。

圖中說明。由圖可以明瞭, 一个地区大旱时, 其他各区同时大旱的可能性最大, 正常与小旱次之, 涝的机会很少。但当这地区小旱时, 其他各区虽然仍以旱的机会最多, 但这时大小旱出现的可能性几乎相等; 也就是说, 一个地区小旱时, 其他地区小旱的机会增

表 2. 一地区大小旱时, 其他各区旱涝分布频数

关系	時間	主要地区 其他地区 记录年数		河北大旱时						河北小旱时					
		套西	渭上	渭下	套东	伊洛	山东	套西	渭上	渭下	套东	伊洛	山东		
		21	21	22	34	34	34	21	21	22	34	34	34		
大旱	春	5.9	7.4	8.1	12.5	12.5	12.4	7.3	1.8	1.7	4.3	5.4	7.4		
	夏	1.5	1.5	4.0	6.7	10.0	5.8	7.3	0	3.4	8.5	10.9	5.3		
	秋	7.4	7.4	9.5	18.3	15.0	18.2	3.6	3.6	3.4	6.4	4.3	10.5		
	冬	26.4	17.6	16.4	25.2	20.8	24.0	12.7	9.1	5.2	9.7	5.4	6.3		
	年	41.2	33.9	37.9	62.7	58.3	60.3	31.0	14.6	13.8	28.8	26.0	29.4		
	3—11月总数	14.8	16.3	21.5	36.7	37.5	36.3	18.3	5.5	8.6	19.1	20.6	23.1		
小旱	春	8.8	2.9	6.8	5.0	3.3	2.5	1.8	7.3	5.2	6.4	7.6	5.3		
	夏	4.4	2.9	1.3	3.3	2.5	5.8	9.1	14.6	13.8	11.7	7.6	6.3		
	秋	5.9	5.9	9.5	4.2	8.3	4.1	12.7	7.3	6.9	5.4	8.7	8.4		
	冬	4.4	8.8	6.8	5.0	4.2	5.0	3.6	3.6	5.2	5.4	5.4	2.1		
	年	23.5	20.5	24.3	17.5	18.3	17.4	27.2	32.8	31.0	28.8	29.3	22.1		
	3—11月总数	19.1	11.7	17.6	12.5	14.1	12.4	23.6	29.2	25.8	23.4	23.9	20.0		
正常	春	5.9	10.3	6.8	3.3	4.2	5.0	7.3	10.9	12.0	12.8	8.7	11.6		
	夏	5.9	5.9	6.8	5.0	2.5	2.5	7.3	12.7	8.6	4.3	9.8	11.6		
	秋	10.3	7.4	5.4	3.3	2.5	3.3	5.4	14.6	12.0	13.8	11.9	6.3		
	冬	7.4	11.8	12.3	8.3	10.8	8.2	5.4	7.3	10.3	3.2	8.7	9.5		
	年	29.4	35.3	31.0	20.0	20.0	19.0	25.4	45.5	43.0	34.0	39.1	39.0		
	3—11月总数	22.0	13.5	18.7	11.7	9.2	10.8	20.0	38.2	32.7	31.8	30.4	29.5		
涝	春	3.0	2.9	1.3	0	0.8	0.8	5.4	1.8	3.4	1.1	3.3	1.1		
	夏	1.5	2.9	1.3	0	0	0.8	5.4	1.8	3.4	4.3	0	5.3		
	秋	0	2.9	0	0	0	0	3.6	0	1.7	2.1	2.2	2.1		
	冬	1.5	1.5	4.0	0.8	2.5	1.6	1.8	3.6	3.4	1.1	0	1.0		
	年	6.0	10.2	6.6	0.8	3.3	3.2	16.3	7.2	12.0	8.5	5.5	9.5		
	3—11月总数	4.5	8.7	2.6	0	0.8	1.6	14.5	3.6	8.6	7.4	5.0	8.5		
关系	時間	主要地区 其他地区 记录年数		伊洛河流域大旱时						伊洛河流域大旱时					
		套西	渭上	渭下	套东	河北	山东	套西	渭上	渭下	套东	河北	山东		
		21	21	22	34	34	34	21	21	22	34	34	34		
大旱	春	8.2	8.2	9.0	11.9	14.7	13.8	7.0	1.8	3.3	11.1	4.4	10.0		
	夏	3.3	4.9	9.0	9.2	11.9	11.0	3.5	1.8	5.0	6.7	3.3	4.4		
	秋	9.8	8.2	10.4	16.5	15.6	18.3	3.5	1.8	5.0	7.7	11.1	7.7		
	冬	18.7	16.4	22.4	21.1	22.0	22.0	12.3	5.2	0	7.7	6.6	5.5		
	年	40.0	37.7	50.7	58.6	64.2	65.0	26.3	10.5	13.3	33.3	25.5	27.8		
	3—11月总数	22.3	21.3	28.3	37.5	42.2	43.0	14.0	5.3	13.3	25.6	18.9	22.3		

小旱	春夏	6.5	6.5	9.0	6.4	3.6	3.6	10.5	7.0	5.0	5.5	6.6	5.5
	夏	8.2	8.2	4.5	9.2	9.2	10.1	7.0	15.8	15.0	11.1	7.7	6.6
	秋	1.6	3.3	3.0	2.8	3.6	2.8	7.0	8.8	8.3	4.4	8.9	4.4
	冬	8.3	8.2	4.5	2.8	4.6	1.8	3.5	3.5	0	7.7	5.5	3.3
	3—11月总数	24.6	26.2	20.9	21.1	21.1	18.3	28.0	35.0	28.3	28.8	28.8	20.0
正常	春夏	6.5	8.2	6.0	2.8	0.9	2.8	8.8	17.5	16.7	8.9	12.2	11.1
	夏	14.7	11.5	10.4	6.4	6.4	6.4	10.5	10.5	8.3	7.7	14.4	12.2
	秋	4.9	1.6	4.5	2.8	2.8	0.9	10.5	14.0	10.0	11.1	3.3	11.1
	冬	3.3	8.2	4.5	5.5	2.8	5.5	3.5	5.2	18.3	3.3	7.7	10.0
	3—11月总数	29.5	29.5	25.4	17.4	12.8	15.6	33.3	47.3	53.3	31.1	37.7	44.4
涝	春夏	3.3	1.6	1.5	0	1.8	0.9	1.8	1.8	1.7	2.2	4.4	1.1
	夏	0	1.6	1.5	2.8	0	0	7.0	0	1.7	1.1	1.1	3.3
	秋	0	3.3	0	0	0	0	3.5	0	0	2.2	2.2	2.2
	冬	1.6	0	0	0	0	0	0	5.2	1.7	1.1	0	1.1
	3—11月总数	4.9	6.5	3.0	2.8	1.8	0.9	12.3	7.0	5.0	6.6	7.7	7.7
关系	主要地区	渭河下游大旱时						渭河下游小旱时					
	其他地区	套西	渭上	套东	河北	伊洛	山东	套西	渭上	套东	河北	伊洛	山东
大旱	春夏	11.1	8.9	14.0	11.8	12.2	10.2	9.8	0	9.4	10.9	11.5	10.9
	夏	2.2	8.9	10.0	7.8	12.2	8.3	5.9	1.9	7.5	1.8	5.8	0
	秋	11.1	8.9	18.0	11.8	14.4	16.3	7.8	3.9	11.3	12.7	3.8	7.3
	冬	26.6	24.4	26.0	23.5	30.6	24.4	3.9	3.9	7.5	7.3	5.8	3.6
	3—11月总数	51.0	51.0	68.0	54.8	69.4	59.1	27.5	9.8	35.8	32.7	26.9	21.8
小旱	春夏	4.4	2.2	4.0	1.9	4.1	4.1	7.8	17.6	7.5	5.5	5.8	7.3
	夏	6.7	8.9	8.0	3.9	6.1	8.2	5.9	13.7	11.3	14.5	15.4	7.3
	秋	0	6.7	0	3.9	6.1	0	9.8	15.7	5.7	7.3	11.5	7.3
	冬	6.7	8.9	0	5.9	0	2.0	3.9	1.9	1.9	5.5	0	5.5
	3—11月总数	17.8	26.7	12.0	15.6	16.3	14.3	27.5	49.0	26.4	32.7	32.6	27.2
正常	春夏	2.2	6.7	2.0	3.9	4.1	4.1	9.8	9.8	7.5	7.3	7.7	9.1
	夏	15.6	8.9	6.0	11.8	4.1	8.2	13.7	13.7	11.3	10.9	5.8	18.2
	秋	6.7	4.4	4.0	5.9	4.1	8.2	11.8	9.8	9.4	1.8	13.4	7.3
	冬	2.2	2.2	4.0	1.9	0	4.1	1.9	5.9	5.7	1.8	9.6	5.5
	3—11月总数	26.7	22.2	16.0	23.5	12.2	24.4	37.2	39.2	33.9	21.8	36.5	40.0
涝	春夏	0	0	0	1.9	0	2.0	1.9	1.9	1.9	3.6	1.9	0
	夏	2.2	0	2.0	1.9	2.0	0	3.9	0	0	3.6	1.9	5.5
	秋	2.2	0	2.0	1.9	0	0	0	0	1.9	5.5	0	5.5
	冬	0	0	0	0	0	0	1.9	0	0	0	0	0
	3—11月总数	4.4	0	4.0	5.9	2.0	2.0	7.8	1.9	3.8	12.7	3.8	10.9

多，大旱减少，正常与涝的机会都略有增加。

河北是黄河下游干旱比较最严重的一区，河北大旱时其邻近套东，山东，伊洛三区大旱的可能性最大，均达37%左右(图1)，大小旱机会达50%，但涝的机会很小，都未超过2%。河套西部大小旱的可能亦达29%，渭河流域旱的机会比起黄河流域其他地区一般是算少的，因此大旱的可能性仅20%左右；而正常和涝的可能却较其他各区为大。所以可说河北大旱时，在它附近三区十之四五也都发生干旱，而距离稍远的三个地区十之三四也会发生干旱。但在河北小旱时，很明显地看出(图1)，其他地区大旱的可能性很快地减少，小旱、正常和涝的机会却明显地增加。

伊洛河流域大旱时(图2)，河北和山东大旱可能性达43%，大小旱的可能性达

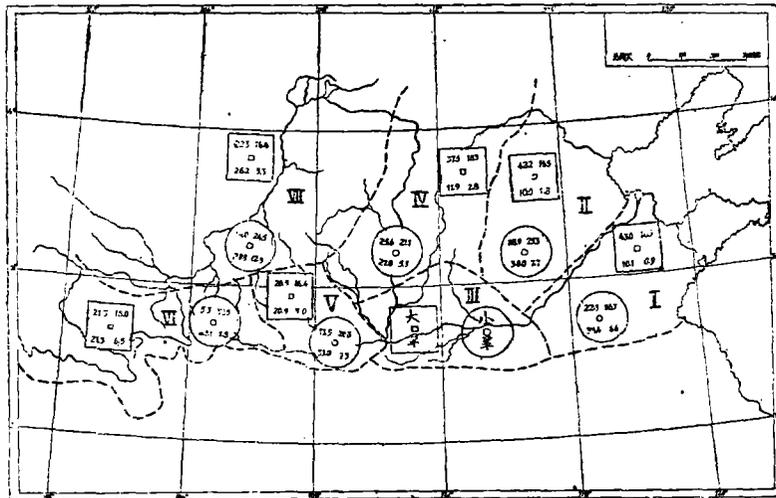


图2. 伊洛河流域大小旱时,其他各区旱涝的可能性(%)

I为山东,II为河北平原,III为伊洛河流域,IV为河套东部地区, V为渭河下游地区,VI为渭河上游地区, VII为河套西部地区。

方形表示某一地区大旱时,该地区出现旱涝的可能性,左上角表示大旱的%,右上角表示小旱的%,左下角为正常的%,右下角为涝的%。

圆形表示某一地区小旱时,该地区出现旱涝的可能性,数字表示意义如上。

60%,河套东部大旱的可能性略小(38%)。一般而论,渭河下游干旱不很严重,因为它和伊洛河流域比较邻近,而且它们之间干旱的趋势相似<sup>[1]</sup>(夏旱频率最大),因此在伊洛大旱时,渭下大旱可能性亦达28%,大小旱的可能性达45%。伊洛河小旱时(图2),各地区旱涝可能性的变化与河北小旱时同,即大旱频率减小。小旱、正常与涝的可能性增加。

渭河下游大旱时(图3),其他地区大旱的可能性都比前两区大旱时增大,特别是套东和伊洛河大旱的可能性即达40%。渭下在全流域中干旱的频率是比较少的,因此

在它旱时，其他各区同旱的可能性自然会大一些。此时，渭上大旱的机会虽比黄河下游各区为小，但大旱的可能性比套西还大达27%，而小旱的可能性则为其他各区之冠(18%)，而且在渭下大旱时，它从来亦没有出现过相反(涝)的情况，即或在渭下小旱时，渭上亦仅有2%的涝的机会而已。还须指出：在渭下小旱时(圖3)，其他地区大小旱

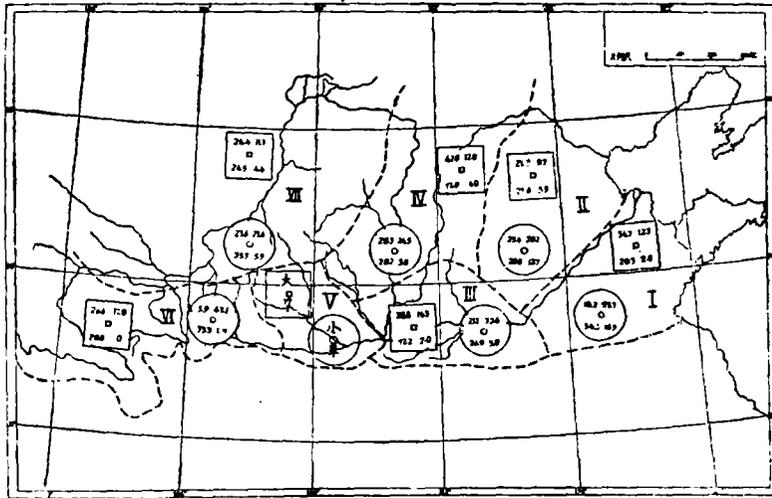


圖3. 渭河下游大小旱时,其他各区旱涝的可能性(%)

都在40—50%。这說明不但在渭下大旱时,各地旱的可能很大,即是小旱时,其他各区旱的可能亦大。因此遇到渭下少雨时,就必须密切注意黄河流域其他各个地区的情况。

3. 一区干旱其他各区在它前后一月内旱涝的分布 知道了一个地区干旱时,其他各区旱涝的可能性,对水库水量的控制是有一定的参考价值。为了计划用水和安排输水工作,须要知道在某些地区干旱时其他各区在其前后一月旱涝的可能性。

以河北、伊洛和渭下三区为主,计算一个地区干旱(包括大小旱)时,其他各地在这个旱月前后一个月时旱或涝分布的情况。例如在以河北为主时(见表3),在它和套东,伊洛和山东有共同纪录的34年中河北有149个旱月,在这149个月的前后一月,套东大小旱的机会均达到50%,山东达45%,在河北与渭下同时具有22年的纪录中,河北旱时,干旱比较轻的渭下在它前后一个月旱的可能性为39%。一般而论,河北旱时,其他各区涝出现的机会最少,都只在7—16%之间。

伊洛河与渭下干旱时,其他各区在其前后一个月旱涝分布情况见表3。总的来说,无论那一区旱时,其他各区在其前一月或后一月大小旱的机会没有小于40%和大于56%的。其前后正常机会一般在30—50%之间,涝的机会最少,在5—20%之间。

同时可以看出河北旱时,套东、套西和伊洛三区旱的机会最大,伊洛河旱时,套东、

表3. 一区干旱其他各区前后一月旱澇情况

河北干旱时													
時間 地区 关系	前一月						河北	后一月					
	套西	渭上	渭下	套东	伊洛	山东		套西	渭上	渭下	套东	伊洛	山东
纪录年数	21	21	22	34	34	34	34	21	21	22	34	34	34
大旱	24.7	11.1	19.5	30.9	27.4	27.5	51	18.5	9.9	16.3	28.2	29.4	29.4
小旱	16.0	30.8	20.7	20.1	24.6	16.1	49	32.1	37.0	22.1	22.1	21.9	17.1
正常	43.3	36.9	44.8	34.2	38.6	45.0	0	37.0	44.4	54.6	39.6	38.6	41.2
澇	16.0	11.1	14.9	14.8	10.3	11.4	0	12.4	8.7	7.0	10.1	11.0	12.3

伊洛河干旱时													
時間 地区 关系	前一月						伊洛	后一月					
	套西	渭上	渭下	套东	河北	山东		套西	渭上	渭下	套东	河北	山东
纪录年数	21	21	22	34	34	34	34	21	21	22	34	34	34
大旱	20.2	13.1	22.0	27.4	27.4	26.7	52.0	21.4	10.8	19.8	31.8	26.5	26.7
小旱	26.2	33.3	23.0	27.4	23.3	13.7	48.0	23.8	33.7	22.0	21.6	26.5	19.2
正常	35.7	44.0	41.7	31.5	30.8	49.3	0	36.9	49.3	51.6	37.8	33.3	43.1
澇	17.8	9.5	13.2	13.7	18.5	10.3	0	17.8	6.1	6.6	8.8	13.7	11.0

渭河下游干旱时													
時間 地区 关系	前一月						渭下	后一月					
	套西	渭上	套东	河北	伊洛	山东		套西	渭上	套东	河北	伊洛	山东
纪录年数	21	21	22	22	22	22	22	21	21	22	22	22	22
大旱	21.9	11.1	19.5	22.8	21.4	22.8	44.3	20.6	10.8	28.2	24.0	28.0	22.8
小旱	17.8	30.5	23.0	22.8	25.4	19.0	55.7	23.2	32.4	17.9	24.0	28.0	19.0
正常	46.5	47.3	40.2	34.2	39.6	50.6	0	42.5	37.3	39.8	31.6	30.6	41.8
澇	13.7	11.1	14.3	20.2	14.7	7.6	0	13.7	9.5	14.1	20.4	13.4	16.4

和河北兩区旱的机会最大。渭下旱时，則以伊洛旱的机会較大。因此在計劃用水时，應該注意这样的关系。

### 三. 黃河流域个别地方干旱在程度上的比較

为了能使水用到最需要的地方，因此需要了解如果两个区域同时都是干旱，可是在程度上是否常有分別？或者几个地方同时干旱，那一地方干旱最为持久？为了能在这些問題上提出一些参考資料，我們在黃河流域选择了降水纪录比較長的11个測站（最長的是北京83年）分析它們之間同时干旱时，旱的程度以及持續性的差异。由于选用的測站較少和纪录年代短的关系，所得的結果只是这些地方或其附近概略的情况而已。

1. 各地同时干旱在强度上的差异 应用前文<sup>[2]</sup>的規定，一个地方月降水量小于

或等于正常的 40% 称为旱月。同时假定一个地方这个月的降水量已在 40% 以下，而别的地方这个月的降水仅到达正常的 60% 时，就认为这两地方同时发生了干旱。如果两个地方旱月中降水的百分数相差到 30%，就认为这两地方干旱在程度上是有强弱之分。在这假定下将 11 个测站分为 15 个组合，因为各组的年份长短不一、为了便于比较，计算出它的百分数列在图 4 中(说明见图)。

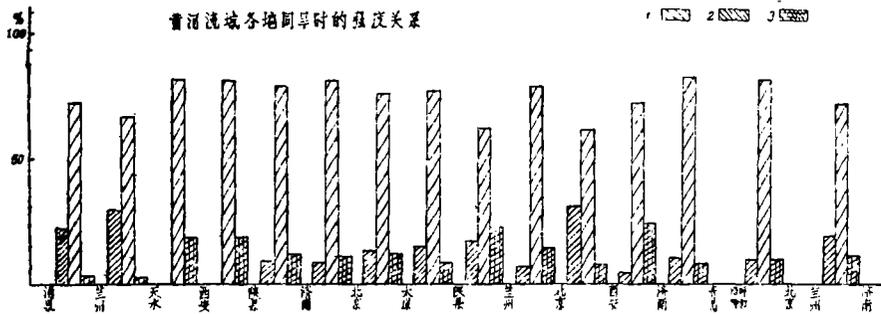


图 4. 黄河流域各地同时旱时的强度关系

图中纵坐标为百分数，横坐标为地名，每相邻两地名之间的直方柱表示这两地方同时发生干旱时的强度关系。

1. 表示两个地方同时旱时，并且是旱的程度(两地旱时降水百分数相差不超过 30%)相近，所出现次数占总的同时旱次数的百分数；
2. 表示同时旱时左边地方干旱程度大于(两地旱时降水百分数相差达 30%)右边地方所出现次数占总次数的百分数；
3. 表示同时旱时右边地方干旱程度强于左边地方的百分数。

在所选用的 15 个组合中，每组同时干旱，且具有相似干旱程度的机会至少都在 60% 以上(见图 4)；其中天水 and 西安，西安 and 陕西，济南 and 北京，济南 and 青岛以及北京 and 呼和浩特五组中，同旱且具有同等强度的机会竟达 80% 以上。这多半是由于以上各组每两地方不只是相邻，而且亦是干旱关系比较大的两个地区中的测站。在这些组中，天水没有一次干旱程度比西安强，同时西安亦没有比陕西强的旱情。自此一直向东，愈往东干旱强度愈强，旱害也愈严重，但到沿海的青岛，强度就不比济南强了。此外自渭河上游愈往西北，干旱亦愈严重，如兰州比天水旱的程度要强，酒泉亦比兰州强。

**2. 干旱的持续性** 连着几个月或一季少雨所形成的干旱，一定比偶而一个月的少雨要严重的多。因此从各个地方干旱的持续性来了解干旱的程度是有帮助的。在分析时，仍以第一个月降水少于或等于正常 40% 时为一个旱月，如果第二或第三个月……降水少于或等于正常 60% 时就认为是连续旱月。这样统计各个地方一个月一旱，两个月或三个月连旱等出现的次数(列在表 4)。黄河流域各个地方平均地说，一年至少总有一个月是旱的，连着两个月都是干旱以中宁和兰州出现最多，平均十年内可出现七八

表 4. 各季持续旱月出现次数

地名 持续月数 季节	兰州(20年)				北京(83年)								
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>9</sub>
春	4	2	1	0	22	15	6	2	3	2	1	1	1
夏	6	2	0	1	14	8	0	0	1	0	0	0	0
秋	5	2	1	0	32	9	3	0	1	1	2	2	0
冬	5	9	2	1	40	10	9	4	4	2	0	0	0
年	20	15	4	2	108	42	18	6	9	5	3	3	1
可能性	51.2	14.3	4.9		43.7	21.8	12.5	9.4	4.7	4.7	2.1	0.5	
地名 持续月数 季节	呼和浩特(18年)					太原(28年)							
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>
春	3	1	1	1	1	7	4	1	2	0	1	0	0
夏	7	3	1	0	0	5	1	0	0	0	0	1	0
秋	10	2	1	0	0	13	2	2	0	0	0	0	0
冬	7	2	3	1	1	8	9	2	2	0	0	0	1
年	27	8	6	2	2	33	16	5	4	0	1	1	1
可能性	40.0	22.2	8.9	4.5		45.9	19.7	11.5	4.9	4.9	3.3	1.6	
地名 持续月数 季节	中宁(11年)				陕县(24年)					天水(15年)			
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	
春	5	3	1	0	9	1	1	1	0	4	2	0	
夏	4	2	0	0	10	2	0	0	0	3	0	1	
秋	3	0	2	0	6	3	0	2	1	1	1	0	
冬	2	4	2	2	9	4	1	2	1	12	3	0	
年	14	9	5	2	34	10	2	5	2	20	6	1	
可能性	53.3	23.3	6.6		35.8	17.0	13.2	3.8		26.0	3.7		
地名 持续月数 季节	榆林(18年)						西安(25年)						
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>
春	4	1	3	1	0	0	3	1	0	1	0	0	1
夏	7	3	0	0	0	0	7	1	1	0	0	0	0
秋	7	1	1	0	0	1	3	2	2	0	0	0	0
冬	9	3	1	2	0	0	11	2	2	0	0	1	0
年	27	8	5	3	0	1	24	6	5	1	0	1	1
可能性	38.6	20.2	9.1	2.3	2.3		36.8	21.0	7.9	5.3	5.3	2.6	
地名 持续月数 季节	天津(56年)							济南(35年)					
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>	N <sub>6</sub>
春	15	13	2	0	1	1	1	11	1	2	2	0	1
夏	9	3	0	2	0	0	0	7	1	2	1	0	0
秋	29	8	0	0	0	0	0	12	8	2	1	1	0
冬	28	7	7	6	1	0	1	13	7	2	0	0	1
年	81	31	9	8	2	1	3	43	18	7	3	1	2
可能性	40.0	17.1	9.6	4.4	3.0	2.2		41.9	17.6	8.1	4.1	2.7	

次,太原、北京、天津和济南平均每兩年可以發生一次,西安則平均四五年才有一次。三個月連旱以呼和浩特發生最多,平均三年可有一次,其他地方至少要四五年才出現一次,四個月連旱則以中宁出現最多,11年中共出現了四次,不過這四次主要是出現在秋冬兩季。

在統計的11個測站中,以北京的資料最長,因此亦發現了旱月連續達9個月之久,這次大旱是從1854年10月開始到1855年2月,一連5個月幾乎沒有下雨,接着春季三月降水只有正常的27%,4月只有8%,氣溫亦比正常時期平均高了3.2°C。5、6月降水雖已增加,但仍只有正常的60%,7月才達到正常降水。這樣長期少雨,農作物就很難播種,更不必談它的生長了。實際上在這次長期干旱之前,1854年的春和夏亦是干旱少雨,兩年連着大旱,對農業一定會有很大影響的。在太原的28年記錄中,最長旱月曾達8個月(1931年秋到1932年春)和7個月(1941年4—10月),雖然後者比前者少旱一月,但因為它是發生在春、夏、秋三季,因此對農業上的影響比前者更要大些。

連續旱月以天水最短(表4),15年中只有一次旱達3個月。西安一個月一旱平均一年有一次,25年中有兩次干旱達半年之久(1932年9月到1933年2月和1940年12月到1941年6月)。

3. 旱月持續的可能性 應用 E. G. Bilham<sup>[3]</sup> 一個旱月後,跟隨着第二個月旱的可能性的公式,來計算第二個月連着旱的可能性為:  $\frac{N_2 + N_3 + N_4 + \dots}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + \dots}$ , 第三個月再旱的可能性為:  $\frac{N_3 + N_4 + N_5 + \dots}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + \dots}$ , 式中  $N_1, N_2, \dots$  為一個月、兩個月……連旱出現的次數,計算結果見表4每一測站的最后一項(可能性)。一般在第一個月旱後第二個月連續旱的可能還大,兩個月或三個月連旱之後再續旱的次數就很快減少,因此可能性亦減少很快。如蘭州和中宁第一個月旱了之後,第二個月隨着又旱的可能達50%,而第三個月再旱則很快下降到14%和23%。太原、北京、濟南、天津和呼和浩特等地亦是干旱比較嚴重的地方,第二個月連旱可能在40—45%之間。只有天水干旱的持續性最小,第二個月連旱雖有26%可能,第三個月再旱的可能已不到4%了,這事實再一次說明渭河上游干旱的程度是比較輕的。

#### 四. 小 結

前文“黃河流域干旱的初步分析”中已經指出:黃河流域以春旱為最嚴重。雖然秋季少雨機會也很多,分布地區亦廣,但秋季是繼夏季雨季之後,土壤中所含水份較多,而且秋季是各種作物成熟收割時期,需水量較小。如果夏季已經少雨,秋季仍旱,那麼對冬小麥的播種將有很大妨礙。春季是繼干冷冬季之後,土壤中所含水份已經很少,加上

黄河流域春季风沙大，气温急升，蒸发亦随之增加，在这情况之下，春季作物本来就需要更多的水，要是春季再缺雨，干旱的严重性就可想而知了。

现将本文初步分析结果和一些概念总结如下：

一般而言，黄河流域各个地区之间，旱涝的六种组合中，以同时干旱的关系较为密切。其中以河北—伊洛河—河套以东地区同旱的机会最大（33%），等于同时正常机会的三倍，等于同涝机会的六倍。同时都是正常，以渭河上下游出现机会最多达28%，但仅比同旱的机会多2%，而同时都涝，则以河北—山东、河北—伊洛与河北—套东较大，但亦不过6%而已。此外正旱以山东—渭下和套东—套西出现最多（33%），而正涝与旱涝都以河北—套西两区同时出现为多13—19%。以季节而言，同旱发生在春秋较多；但渭河流域与伊洛河流域则以夏季较多。

由于干旱的发生是大片的，因此在一个地区干旱时，其他各区同旱的机会亦多，正常机会较少，涝的可能更少。如河北大旱时，山东、伊洛河和套东三区大小旱的均可能达到50%，渭下次之（39%），渭上最小仅有28%。伊洛河大旱时，河北、山东和套东旱的可能性最大（60%），其他三区亦在40—50%之间。至于渭河下游大旱时，其他各区旱的机会亦大，伊洛河旱的可能性最大达55%；套东达54%，河北旱的机会最少，亦达30%。同时在一个地区小旱时，其他各区旱的机会减少，但一般仍在40%以上，此时正常与涝的机会略增大。

干旱虽然常常是大地区的分布，但在这广大的地区上，由于地形的复杂以及所在地理位置的不同（如距海远近），因此虽然是同时干旱，但在程度上却有分别。渭河流域干旱的频率不但最少，而且在程度上亦是最轻的一区。自此向东虽然雨量较多，但因降水变率变大以及干旱的持续性较长，因此旱情比较严重。同样从渭河流域再往西北，那里本来雨量就不够，再加降雨变率较大，毫无疑问干旱情况应为全流域之冠。

本文承高由禧先生指导与校阅，朱崑崑先生提供宝贵意见和鼓励，特此致谢！

### 参 考 文 献

- [1] 徐淑英，黄河流域干旱的初步分析，黄河流域的降水，科学出版社，1956年。
- [2] 中央气象局，全国历年逐月降水量等级图。
- [3] 范东光，利用气象要素复合的历史联系作长期气候预测，天气月刊附刊，1954年11月。
- [4] Bilham, E. G., Notes on sequences of dry and wet months in England and Wales. Q.J. R. M. 60(1934)514—516.

## THE RELATIONSHIPS OF DROUGHT AND FLOOD OF HWANG-HO VALLEY

Hsü SHU-YING

*(Institute of Geophysics and meteorology, Academia Sinica)*

### ABSTRACT

Based on the results of the author's previous study, the Hwang-Ho Valley and its surroundings are divided into seven regions. Various drought relationships between these regions are analyzed in the following three main headings, (1) The chances of drought or flood of any two or more of these regions that may occur at the same time, (2) The possibility of drought or flood of other 6 regions when drought occurs in certain one region, and (3) The intensity of drought between certain stations and the possibility of persistence of the drought. Finally it is pointed out that other than the Kiu-Chüan, the drought is most severe in Ho-Pei plain, while Wei-Ho basin, on the opposite, is comparatively the least severe region.