

江苏省主要湖泊*的降水量与 湖泊的降水效应

陆 鸿 宾

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

摘 要

本文分析了江苏境内主要湖泊的降水量特征,揭示了长江是江苏各湖泊不同降水量特征的一条十分明显的天然界线;估算了太湖的降水效应,并据此推估出江苏主要湖泊的降水效应不太明显;江苏各湖泊的降水量与其水位年过程趋势相似,只是后者位相滞后于前者而已。

关键词: 江苏省 湖泊 降水量 降水效应。

一、降水量一般特征

①降水量的分布:江苏境内平均年降水量的分布,具有由东向西,由南到北和由山丘至平原减少的规律^{〔1〕}(1)。因此,省内各湖泊的降水量依其地理位置不同而显现其差别(见表1、2)。

②降水量的时间分配:各主要湖泊的降水量年过程表明(图3、表2),苏南太湖以东(含太湖)的湖泊为双峰型,其它湖泊则均为单峰型。因为太湖以东沿海地区8、9月份台风过程引起的降水占有很大的份量。据统计,上海8、9月份台风雨量分别占月总雨量的30%、38%^{〔2〕}。因此,7月上中旬梅雨结束后,降水量渐减;但至9月,受台风影响,雨量相应增加,故成为双峰型。月降水量的最大值苏北湖泊出现在7月,而苏南却出现在6月;月降水量的最小值大多数湖泊出现在12月,这都与季风的进退有关。

③长江是苏南、苏北湖泊不同降水量特征的一条十分明显的分界线。表1中的各项数据反映,苏南湖泊的年降水量 >1000 毫米,而苏北湖泊则 <1000 毫米;苏南湖泊的汛期降水量占年降水量的百分率 $<55\%$,而苏北湖泊则多数 $>60\%$,表明湖面降水量的年内分配前者较后者均匀;苏南湖泊最大汛期降水量 <950 毫米,而苏北湖泊则 >1000 毫米。表2中的数据亦有同样反映,苏南湖泊最大月平均降水量 <200 毫米,多数出现在6月,而苏北湖泊则 >200 毫米,出现在7月;苏南湖泊6、7月份的降水量相差不大,而苏北湖泊则相差甚远,7月降水量几乎是6月的1倍。长江所以作为江苏湖泊降水量特征的一条明显的分界线,是与夏

* 指面积 280km^2 的湖泊

(1) 江苏省水文总站、江苏省水利勘测设计院、江苏省地表水资源,附图5、6、10, 1985,
1990年7月2日收到初稿,1990年12月10日收到修改稿。

表 1 江苏省主要湖泊年、汛期(6—9月)降水量特征值 单位:毫米(mm)

湖名	代表站	资料年代	年平均 降水量	最大年 降水量 出现 年份	最小年 降水量 出现 年份	汛期 平均 降水 量	占年降 水量的 百分率 (%)	最大汛 期降水 量	出现 年份	最小汛 期降水 量	出现 年份
骆马湖	嶧山侧(25)	1951—1982	849.4	1404.4 1965	440.9 1978	575.6	67.8	1170.4	1965	274.5	1978
洪泽湖	高良涧侧(30)	1953—1982	920.4	1414.7 1956	485.2 1978	584.8	63.5	984.4	1965	265.4	1967
白马湖	阮桥侧(15)	1965—1982	815.7	1383.0 1965	444.4 1978	522.9	64.1	1250.6	1965	197.9	1967
高邮湖 (北部)	界首(36)	1921—1928 1931—1934 1961—1982	892.0	1407.5 1965	510.9 1967	560.7	62.9	1096.1	1965	140.6	1967
(南部)	高邮(35)	1931—1934 1937 1947—1948 1950—1982	1005.7	1377.0 1974	478.0 1978	598.8	59.5	1041.9	1962	211.1	1967
邵伯湖	六闸(39)	1917—1920 1930—1937 1950—1982	953.6	1493.5 1956	431.6 1978	547.7	57.4	1087.4	1962	172.9	1978
石臼湖	仓口(19)	1953—1974	1090.5	1551.7 1962	764.9 1968	539.5	49.5	1074.8	1962	230.0	1959
洪湖	王母观(31)	1951—1982	1087.7	1451.2 1977	646.0 1978	567.9	52.2	921.8	1962	252.8	1959
太湖	坊前(8)	1971—1982	1037.4	1259.1 1974		568.7	54.8	815.9	1980	176.9	1978
太湖 (东北部)	望亭(32)	1950—1982	1032.5	1420.5 1954	455.1 1978	522.5	50.6	881.7	1980	141.3	1978
(西南部)	夫浦(23)	1956 1960 1961—1984	1262.8	1729.4 1977	752.2 1978	621.1	49.2	959.5	1976	207.0	1967
(中部)	洞庭西山(44)	1921—1937 1951—1982	1130.8	1546.9 1954	705.2 1978	567.5	50.2	932.8	1922	184.2	1967
阳澄湖	湘城(25)	1952—1956 1961—1982	1039.7	1456.1 1975	553.8 1978	528.0	50.8	942.8	1962	191.6	1978

注: 1. 资料取自江苏省水文统计;

2. 站旁括号内数字为参加平均值统计的年数。

表 2 江苏省主要湖泊年、月平均降水量 单位:毫米(mm)

湖名	代表站	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
骆马湖	嶧山侧(25)	12.6 [△]	23.7	36.0	58.9	64.0	105.7	233.8*	150.1	86.0	35.4	28.8	14.4		849.4
洪泽湖	高良涧侧(30)	23.2	32.8	51.2	65.2	89.0	120.6	233.5*	140.0	90.8	36.4	36.5	21.4 [△]		920.4
白马湖	阮桥侧(15)	21.3	28.9	44.2	47.1	85.5	117.3	206.8*	110.9	88.0	31.8	34.3	19.1 [△]		815.7
高邮湖	高 邮(35)	23.2 [△]	40.4	57.8	79.2	84.2	140.2	211.7*	135.2	111.6	47.8	39.8	29.5		1005.7
邵伯湖	六 闸(39)	27.0 [△]	42.8	59.3	79.9	78.1	135.5	177.7*	118.6	115.9	41.9	43.2	33.8		953.6
石臼湖	仓 口(19)	35.5	58.5	80.5	115.7	124.9	170.6*	154.3	128.5	86.0	46.4	55.8	33.7 [△]		1090.5
洪湖	王母观(31)	36.0	54.7	76.2	92.4	109.1	172.5	177.1*	118.5	99.7	55.8	54.9	34.1 [△]		1087.7
太湖	坊 前(8)	33.0	53.4	84.0	95.7	105.2	181.3	181.7*	112.0	92.8	36.7	36.9	26.9 [△]		1037.4
太湖	洞庭西山(44)	50.2	67.1	85.9	100.1	114.5	163.8*	143.3	133.3	127.1	54.2	50.4	40.9 [△]		1130.8
阳澄湖	湘 城(25)	39.1	53.5	80.5	99.8	107.0	156.9*	143.6	105.3	122.2	50.5	43.6	37.7 [△]		1039.7

注: 1. 资料来源、资料年代、站旁括号内数字含义均见注 1;

2. 有*、△号的数字分别表示最大和最小值。

季锋的平均位置有关。通常 6 月份以前, 冷暖空气交绥于长江以南, 7 月上、中旬太平洋副热带高压向北跃进, 夏季风亦随之北移, 平均锋区位置移至长江以北。

④降水量的离散系数(C_v)。降水量的时间分配是否均一, 决定着一个地区洪涝、干旱灾害的多寡, 也是湖泊调蓄的主要依据, 因而是一个极端重要的问题。江苏湖泊降水量的年内分配和年际分布是不太均一的。如骆马湖, 1965 年降水量高达 1404.4 毫米, 是新中国成立以来该湖降水量最多的一年, 造成洪涝灾害; 而 1966 年仅有 500.5 毫米, 不及上年的 一半, 形

成干旱灾害等等。试计算江苏各湖泊降水量的离散系数 $C_v = \frac{S}{\bar{x}}$ (S 、 $\bar{x}$ 分别为降水量的均方差和平均值), 以比较他们的均一程度, 则苏南湖泊 C_v 在 0.18—0.22 之间, 以太湖最小为 0.18, 石臼湖、阳澄湖最大为 0.22; 苏北湖泊 C_v 介于 0.22—0.32 之间, 以洪泽湖最小为 0.22, 骆马湖最大为 0.32, 白马湖、高邮湖、邵伯湖等大片湖群为 0.26—0.27。太湖、洪泽湖分别为苏南、苏北最大的湖泊, 而它们的 C_v 值分别在苏南、苏北为最小, 说明它们对湖区降水的调节作用要比其它较小的湖泊为大。从上述 C_v 值的分布情况来看, 大体上由南向北增加, 这与省内年降水量的分布形势基本相反, 说明省内各湖泊 C_v 值差别的主要因素为 S 值, 由此看来, 年降水量的年际分配苏南湖泊比苏北均一, 也就是说苏北湖区的洪涝、干旱多于苏南。

表 3 揭示, 江苏主要湖泊汛期月降水量的 C_v 要比年降水量的大得多, 反映了其年际变动较大, 容易出现干旱、洪涝灾害。汛期, 降水量的月际变化, 苏北湖泊大于苏南湖泊, 并结合各月 C_v 值的大小分析, 苏北湖区出现干旱、洪涝的机率要大于苏南。就月份来说, 6、7 月的 C_v 、 S 值苏南湖泊明显小于苏北, 说明苏南湖泊降水要比苏北均一, 又 7 月苏北湖泊降水量明显大于苏南, 因此, 苏北湖区比苏南易导致洪涝; 8 月则相反, 苏北湖泊的 C_v 值小于苏南, 说明苏北湖泊降水比苏南均一, 又苏南湖泊降水量小于苏北, 因此, 苏南湖区比苏北易遭受干旱。就江苏来说, 8—10 月, 正是作物茁壮生长需水期间, 月降水量已经逐渐减少, 8 月又是蒸发极为旺盛的月份, 因而降水量变化的增大, 容易造成这个时期的干旱。6—7 月, 降水量较大, 降水量的不均一性, 容易造成这个时期的洪涝。据史料分析, 太湖流域自南宋以来的 800 多年中, 夏水年占总水年的 70% 左右, 夏及夏秋旱占总旱年的 65% 左右⁽²⁾。这与本文用离散系数与降水多年平均值分析的干旱、洪涝趋势基本一致。 C_v 值的月际变化, 尚反映出 8—9 月的干旱、洪涝多于 6—7 月。江苏夏半年降水量的年际变化, 主要受副热带高压活动年际变化造成的梅雨期的迟早、长短和台风路径的变化等因子所决定。

表 3 江苏主要湖泊汛期降水量($\bar{x}$)及其离散系数(C_v)和均方差(S)

湖 泊	站 名	6 月			7 月			8 月			9 月			资料年限
		C_v	S	$\bar{x}$	C_v	S	$\bar{x}$	C_v	S	$\bar{x}$	C_v	S	$\bar{x}$	
骆马湖	峰山桥	0.64	73.47	114.4	0.55	131.10	237.4	0.67	167.17	160.5	0.72	62.41	87.2	1952—1982
洪泽湖	高良涧	0.80	96.22	120.6	0.50	116.87	233.5	0.63	87.72	140.0	0.85	77.42	90.8	1953—1982
高邮湖	高 邮	0.69	163.67	149.4	0.72	159.19	220.0	0.70	93.88	133.3	0.77	89.75	117.1	1952—1982
太 湖	洞庭西山	0.44	70.15	160.4	0.53	73.27	137.6	0.73	87.13	119.5	0.77	94.91	123.8	1952—1982

注: $\bar{x}$ 、 S 单位为 mm。

二、湖泊降水效应

湖泊对降水的影响, 主要由于湖泊的热效应, 改变了湖区局地温度场而引起。昼间湖面相对于陆面是个冷区, 对应的流场是辐散区; 夜间则相反。据湖面上散度和涡度场的计算结果⁽³⁾, 在平均状况下, 昼间的辐散要强于夜间的辐合。所以湖面上昼间因辐散效应对降水

(2) 陈家其, 太湖流域历史水旱规律研究, 中国科学院南京地理研究所, 1985.10.打印稿。

的减弱作用要比夜间因辐射效应对降水的增强作用大,结果,就平均而言,湖面上降水必定相应减少。

试估算太湖降水效应的大小:影响大气降水量(R)的因子有大气环境和局地地形两个方面。例如气候振荡(P)、大尺度环流(C)等属大气环境因素,地形(G)、海洋(O)以及湖泊(L)等属局地地形因素,即:

$$R = f(P, C, G, O, L) \quad (1)$$

水汽项包括在上述各因子中,故不单独列出。湖泊降水效应是指某个地点受湖泊和不受湖泊影响的降水量的差异,因此湖泊降水效应(ΔR)为:

$$\Delta R = f(P, C, G, O, L) - f(P, C, G, O) \quad (2)$$

太湖的水平范围应属中等尺度。气候振荡有较长的时间尺度,对太湖湖区各站气候来说,可认为有相同的气候韵律;大尺度环流远大于太湖尺度,它对太湖的影响也可以认为基本相同;太湖周围地势平坦,选用的测站高差绝大多数在5米以下,高差较大的个别测站也不超过15米,地形影响是类同的,因而地形影响的差别可忽略。故(2)式可写为:

$$\Delta R = f(O, L) - f(O) \quad (3)$$

因此,如能消除 O 对湖区各站不同的影响,便可突出湖泊影响因子。就长时间平均意义上说,海洋对大气降水影响主要表现为降水随地理位置的变化,所以,必须对湖区各站降水量(R_0)进行经纬度订正,以消除 O 的不同影响,即把海洋对湖区各站降水量的影响订正至同一水平上,则 ΔR 可从下式求得:

$$\Delta R = \left(R_0 + \frac{\partial R}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial R}{\partial \lambda} d\lambda \right) \Big|_{\phi} - \left(R_0 + \frac{\partial R}{\partial \varphi} d\varphi + \frac{\partial R}{\partial \lambda} d\lambda \right) \Big|_{\psi} \quad (4)$$

式中 φ 为纬度, λ 为经度,下标 ϕ 和 ψ 分别为受湖泊和不受湖泊影响的符号。在求取 $\partial R / \partial \varphi$ 、 $\partial R / \partial \lambda$ 时,必须注意,选择的代表站离湖岸的距离应大致相同。

由于降水量自身的不均一性,以及西太湖面上无降水记录,故无法用(4)式求得确切的降水效应值,但从现有湖区记录按(4)式计算,湖岸降水量比远湖地区平均减少200毫米左右,其值不足年降水量的3%,可见太湖对降水量的影响不太显著。

图1是太湖实际年降水量分布。图2是消除了海洋对湖区各站不同影响后的太湖年降水量分布,反映湖面上基本是低值区。

太湖降水效应的计算结果与某些湖泊、水库的降水效应研究结果大致相同。如华东水利学院对新安江水库建库前后降水量变化的分析结果表明,水库形成后使库中心降水量的减少很少,由此认为,“湖泊效应”对库中心降水量的影响并不显著^{〔4〕}。据国家气象局研究院等单位对青海湖的研究,湖泊效应使该湖的南北岸降水量减少8—11%,东西岸减少3%左右^{〔3〕}。按白洋淀气候效应的研究,湖泊效应使淀区年平均降水量减少36毫米^{〔4〕}。美国国家海洋和大气局太湖环境研究实验室对密西根湖北部湖陆降水量相关的研究结果,湖中岛屿上年平均降水量比湖岸减少6%^{〔7〕}。

湖泊对气候影响的程度:主要取决于湖面积大小,湖水深度以及湖泊当地的自然地理条件等因素。江苏各湖泊的自然地理条件相近,湖泊类型相同,因此就单个湖泊而论,可以依

〔3〕黄锦恩,许协江,杨卫东等,青海湖对气候影响的分析,1987年全国局地气候会议交流文献,油印稿。

〔4〕肖毓荣,弓冉,白洋淀气候效应的研究,1987年全国局地气候会议交流文献,油印稿。

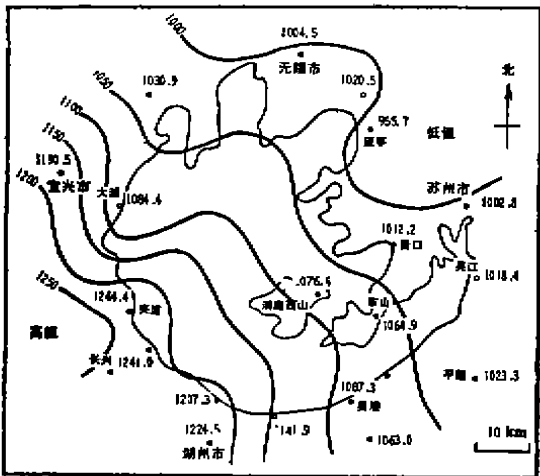


图1 太湖年降水量分布
资料年限：1964—1984年

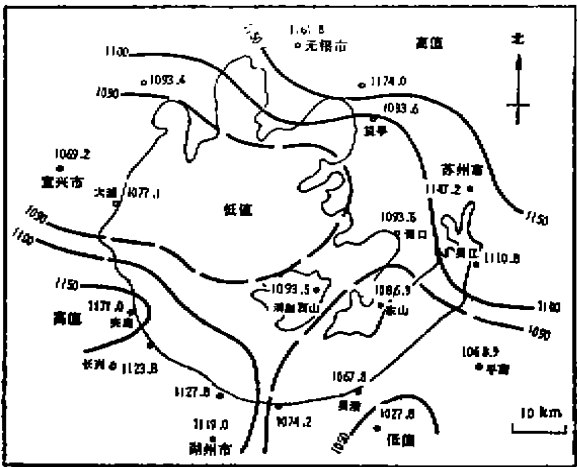


图2 消除海洋对湖区各站不同影响后的太湖年降水量分布
(图中数值据图1中数据计算而得)

据太湖的降水效应，推估出江苏其他湖泊的降水效应不太显著。但就总体上来说，江苏>1公里的湖泊总面积达6355平方公里^[5]，分布在全省各地，这样大的水面，必将会使空气中的水汽增加，从而会增加陆面上的降水量。因此，湖泊的降水效应可使湖面上降水量相应减少，但可使陆面上降水量相应增加，从而改变降水量的分布。这种情况在高山环绕，地形封闭的湖泊尤为明显，如云南省的抗仙湖就是一例^[6]。

湖泊降水效应尚可使湖区降水量变得稍为均一。以太湖为例(见表4)， C_v 值湖中比湖岸小，湖岸又比远湖湖面小，说明太湖对降水调节的结果，使近湖区降水量的年际变动略小于远湖湖面，但调节作用不明显。

表 4 太湖湖区各站年降水量的离散系数(C_v)

项 目	湖 站	宜 兴	大 浦	无 锡	望 亭	吴 淞	西 山	大 浦	吴 淞
C_v		0.1896	0.1650	0.1964	0.1900	0.1996	0.1904		
ΔC_v		0.0246		0.0064		0.0092		0.0446	

资料年限：1954—1984年。

三、降水量与水位

据湖泊水量平衡方程计算，太湖的水量收入68.3%为入湖地表径流，27.9%为湖面上的降水，洪泽湖的水量收入，入湖地表径流和湖面上降水分别为88.2%和5.5%^[5]。江苏湖泊的入湖地表径流主要源自大气降水。因此，江苏境内天然湖泊的水位变化，归根结底主要取决于降水因素，具有在雨季最高、旱季最低的一般规律(图3)。表5、图3反映了江苏湖泊水位和降水量两者之间的紧密关系。苏南东部的湖泊，如太湖、阳澄湖降水量和水位的年过程线均为双峰型，只是后者的最高峰值滞后于前者1个月，后者的最低值滞后于前者2个

表 5 江苏主要湖泊最大、最小月平均降水量与最高、最低月平均水位出现月份

项目 湖 名	月平均降水量		月平均水位		月平均降水	月平均水位
	最大月份	次大月份	最高月份	次高月份	量最小月份	最低月份
骆马湖	7		8		1	6
洪泽湖	7		8		12	6
白马湖	7		8		12	2
高邮湖	7		8		1	2
邵伯湖	7		8		1	2
石臼湖	6		7		12	1
洪湖	7		7		12	1
涌湖	7		7		12	1, 2
太湖	6	9	7	10	12	3
阳澄湖	6	9	7, 9		12	2

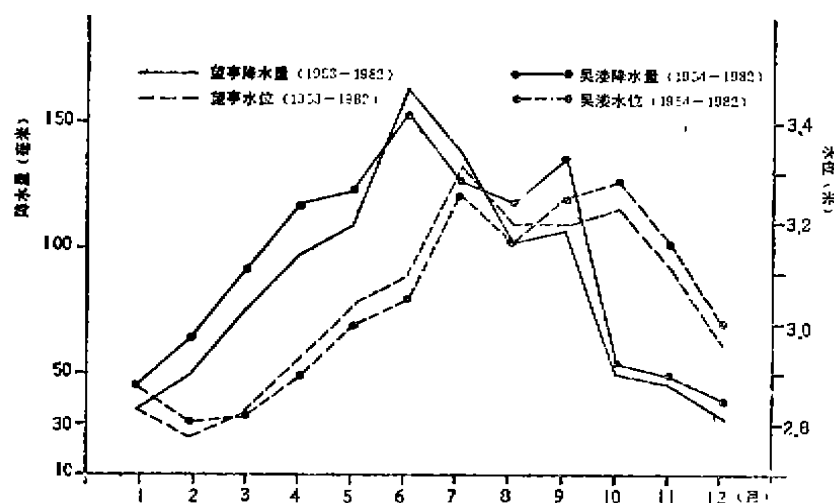


图 3 太湖降水量与水位年过程关系

月，苏南西部和苏北湖泊降水量和水位年过程曲线均为单峰型，只是后者峰值滞后于前者 1 个月，后者的最低值多数湖泊滞后于前者 1—2 个月；苏北部分湖泊，如骆马湖、洪泽湖等因受闸门控制，最小月平均降水量与最低月平均水位出现月份已无相关。

四、结 语

长江是苏南、苏北湖泊不同降水量特征的一条十分明显的界线，诸如年降水量苏南湖泊在 1000 毫米以上 (1030—1200 毫米)，而苏北湖泊则在 1000 毫米以下 (850—950 毫米)；汛期降水量占年降水量的百分率苏南湖泊 $< 55\%$ (49—55%)，而苏北湖泊则多数 $> 60\%$ (60—68%)；最大月平均降水量苏南湖泊 < 200 (140—190) 毫米，多数出现在 6 月，而苏北湖泊 > 200 (205—235) 毫米，出现在 7 月；苏南湖泊 6、7 月份的降水量相差不大，而苏北湖泊 7 月降水量几乎是 6 月的 1 倍等等。降水量年过程苏南太湖及其以东的湖泊为双峰型，其他湖泊均为单

峰型。年降水量的离散系数, 苏南湖泊在0.18—0.22之间, 苏北湖泊介于0.22—0.32之间, 表明前者的年降水量比后者均一; 从月降水量的离散系数来看, 除8月苏北湖泊降水比苏南均一外, 其余月份苏南比苏北均一; 江苏湖泊月降水量离散系数较大, 容易造成干旱、洪涝灾害。太湖的降水效应使太湖湖岸上年降水量比远湖陆面上减少20.0毫米左右, 仅占年降水量的3%。由此可推估出, 江苏湖泊的降水效应不太显著。江苏湖泊最高月平均水位出现时间滞后于最大月平均降水量1个月; 最低月平均水位出现时间多数湖泊滞后于最小月平均降水量1—2个月。

参 考 文 献

- [1] 欧阳海、沈雪芳、聂大林: 江苏省水分资源分析及其分区, 中国农业气候资源和农业气候区划论文集, 气象出版社, 1986.8.
- [2] 中国科学院《中国自然地理》编委会: 中国自然地理(气候), 69—70页, 科学出版社, 1984.
- [3] 濮培民, 徐爱珍: 湖陆风的个例分析, 海洋与湖沼, 17(5), 科学出版社, 1986.
- [4] 范钟秀: 新安江水库对气候影响的初步分析, 海洋湖沼研究文集, 49—50页, 江苏科学技术出版社, 1986.
- [5] 王洪道主编: 中国湖泊水资源。6—7、115—117页, 农业出版社, 1987.
- [6] 陆鸿宾, 抚仙湖的气候特征, 海洋湖沼通报, (4), 山东海洋湖沼学会、青岛海洋湖沼学会出版, 1984.
- [7] S. J. Bolsenga, Lake-Land Precipitation Relationships Using Northern Lake Michigan Data, Journal of Applied Meteorology Vol. 16, Published by American Meteorological Society, 1977.11.

PRECIPITATION AND ITS EFFECT OF MAIN LAKES IN JIANGSU PROVINCE

Lu Hongbin

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica)

Abstract

The precipitation characteristics of main lakes in Jiangsu Province are analysed. It is shown that the Yangtze River is a very evident boundary line for different precipitation characteristics of various lakes in Jiangsu Province. For example, the annual lake precipitation is over 1000mm (1030—1200) in south Jiangsu but less than 1000mm(850—950) in north Jiangsu, and the difference of monthly lake precipitation in Jun. and in Jul. is unevident in South Jiangsu, whereas the monthly lake precipitation in Jul. is almost twice as that in Jun. in North Jiangsu. A quantitative estimation is made on the precipitation effect of Taihu lake and it is suggested that the precipitation effect of the lakes in Jiangsu Prov. is not significant, with only a little reduction of precipitation over the lakes. The annual precipitation over the lakes varies similarly as their water level does, but with a phase-lead about a month.

Key words: Jiangsu Prov. lake, precipitation precipitation effect