

江苏里下河地区洪涝灾害演变趋势与成灾机理分析

叶正伟^{1,2}, 许有鹏¹, 徐金涛¹

(1 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093; 2 淮阴师范学院地理系, 江苏 淮安 223001)

摘要: 江苏里下河地区是相对封闭的水网地区, 洪涝频繁。研究该地区洪涝演变趋势和成灾机理对区域防洪减灾具有重要意义。里下河地区洪涝演变趋势表现在洪涝类型的多样性, 高水位日益频繁、高水位发生机率加大, 致灾暴雨频率增大等方面。在自然成因方面, 流域暴雨是成灾的主要原因, 锅底洼的形态是洪涝发生的地貌大背景, 水系的复杂格局也加剧了洪涝的程度和频度。在人类活动方面, 不合理的圩垸垦殖导致湖荡萎缩, 减弱了水体调蓄能力; 闸坝建设引起河道淤积、排涝能力降低致使洪水位趋高; 城镇化改变下垫面性质的水文效应也是洪涝频繁的主要因素。

关 键 词: 洪涝灾害; 成灾机理; 演变趋势; 里下河; 江苏

中图分类号: P426 616 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2009)06-0880-06

里下河地区是苏北淮河下游的相对封闭水网区, 洪涝灾害严重。近年来, 里下河洪涝的灾情受到较多关注^[1~3], 对典型洪涝年的雨情特征和降水关系的探讨也成为热点^[4~6]。诸多学者分析了里下河的多年降水变化^[7~8], 并结合水位特征探讨降水对洪涝的影响^[9,10], 且在人类活动与洪涝关系方面的分析也逐渐展开^[10]。然而, 在当前苏北经济快速发展的背景下, 人类活动影响的加剧^[11~13], 洪涝灾害的成灾因子变得更为复杂, 洪涝的演变趋势也具有更大的不确定性。因此, 有必要全面探讨里下河地区洪涝灾害的演变趋势, 揭示洪涝灾害的复杂成灾机理, 从而为该地区防灾减灾提供科学依据, 保障苏北经济平稳发展。

1 江苏里下河地区概况

里下河地区位于江苏北部, 119°08' ~ 120°56'E, 32°12' ~ 34°10'N。其范围为里运河以东, 苏北灌溉总渠以南, 扬州至南通 328 国道及如泰运河以北, 海堤以西。以通榆河为界, 可划分为里下河腹部和沿海垦区两部分, 总面积 19 068 km²。该地区地势四周高、中间低, 腹部有溱潼、兴化、建湖三大洼地, 地面高程仅 1.0~1.5 m (废黄河口基面, 下同)。里下河水域面积约占总面积的 10%, 腹部河网密布, 流向不定^[1]。排水除由江都抽水站抽排

入长江外, 主要由射阳河、黄沙港、新洋港、斗龙港四港排水入黄海。该地区季风气候明显并且受海洋性气候影响, 多年平均降水量 1 025 mm, 汛期 5~9 月雨量约占年雨量的 70%。里下河地区行政区域上包括淮安、盐城、泰州和扬州的部分地区, 是江苏的主要粮棉生产基地。

2 里下河地区洪涝灾害演变趋势

2.1 洪涝灾害类型的多样性

里下河洪涝灾害的类型具有多样性特征, 按成灾降水来源, 可划分为本地降水洪涝和上游客水汇聚型洪涝; 按降水性质, 可划分为梅雨洪涝型和台风洪涝型。同时, 由于里下河与海相通, 洪涝还受潮汐顶托作用^[14], 因此表现出复杂的多样性洪涝类型。

里下河 2006 年洪涝是典型的本地降水型洪涝。2006 年梅雨期里下河梅雨量 300~500 mm, 降雨中心在里下河北部大丰。永兴 1 h 降雨超历史达 114 mm, 多站 24 h 降雨超历史, 其中运东闸雨量最大, 为 250.5 mm, 造成里下河中北部河道水位陡涨, 最高水位超历史。

淮河客水汇集加之梅雨降水导致大洪涝出现是上游客水汇聚型洪涝的主要表现形式。2003 年汛期 6 月 21 日入梅, 梅雨期面平均降雨量 580 mm,

收稿日期: 2009-03-23 修订日期: 2009-06-12

基金项目: 江苏省自然科学基金项目 (BK2006133)、国家自然科学基金重点项目 (40730635)、水利部公益性行业科研专项经费项目 (200701024)、国家自然科学基金项目 (40571025, J0630535)、高校博士点基金 (2006084019) 资助。

作者简介: 叶正伟 (1973-), 男, 安徽黄山人, 博士研究生, 讲师, 从事水文与水资源方面的研究。E-mail: leafyaz@163.com

同时淮河出现大洪水, 客水汇集, 使得该区域洪涝严重^[3 8]。同样, 1954年和 1991年的洪涝也都是由于上游来水汇集, 导致淮河下游里下河地区流域性洪涝出现。

梅雨洪涝型是里下河洪涝的主要形式, 大洪涝如 1954、1991、2003和 2006年等都是由梅雨所致。1954年梅雨长达 49 d 面平均雨量 641 mm。同样, 1991年大洪水梅雨期长达 56 d 连续暴雨多, 暴雨中心兴化站雨量 1 301 mm, 降雨 1 000 mm 以上面积达 4 680 km²^[3]。

台风降水致灾类型往往是由梅雨后紧接台风降水所致。典型台风降水致灾类型为 1962年和 1965年洪涝。1962 年台风暴雨, 里下河 19 000 km² 面积平均降雨 874 mm, 溱潼站最大 24 h 雨量 374 mm, 汇水总量 42 3 10⁸ m³。又如 1965年, 梅雨紧接台风暴雨, 暴雨中心大丰闸站 36 h 雨量达 841 mm^[5]。

2 2 高水位的发生日益频繁

里下河地区洪水呈现出在高水位频繁出现的趋势。以兴化站为例, 1954年最高水位 3 09 m, 而 1991年为 3 35 m, 成为近 50多年内最高水位。且 2003、2006、2007年兴化的最高水位分别为 3 24、3 01和 3 13 m, 都在 3.0 m 以上, 说明洪水表现出高水位出现的几率加大。而里下河海拔在 3 0m 以下的地区面积达 79.8%, 因此高水位必然造成该地区出现洪涝。同时, 在高水位频繁趋势下, 还

表现出同等雨量但水位不断趋高的特点。如 1991年, 兴化梅雨总量 1 310.8 mm, 最高水位 3 34 m, 而 2003年的梅雨量仅为 1991年的 50%, 但最高水位却为 3 24 m^[4 5]。此外, 高水位持续的天数也显著偏多, 1991、2003、2006和 2007年水位上涨并维持在 2.0 m 以上的天数分别为 45、25、13和 12 d^[3]。

从洪水位来看, 高重现期的洪水水位也越来越频繁。2003年, 兴化最高水位 3 24 m, 重现期 34 a 射阳镇 2003年最高水位 3 3 m, 重现期 50 a 射阳河阜宁、射阳河闸站最高水位分别为 2 46 m 和 2 11 m, 重现期分别为 97 a 和 67 a^[3 8 10]。可见, 高水位逐渐增多, 尤其高重现期降水和高洪水位的叠加, 导致近年来里下河频繁出现大洪涝。

2 3 致灾暴雨频率日趋增大

暴雨降水是里下河洪涝的主要成因。在全球变暖的背景下^[15], 里下河地区暴雨频率呈增加趋势, 以里下河代表站东台站 1953~2008年间 50 mm 暴雨日数及相应暴雨总量为例 (图 1), 由图可见, 东台站暴雨日数呈波动增加趋势, 且自 1980 s 以来, 暴雨日数和暴雨量都较高, 说明强降雨越来越频繁。并且里下河最大 15 d 降水量与洪涝也存在较好的对应关系, 年降雨量及最大连续 15 d 降雨量变化趋势表明, 年降雨量序列存在 26、15和 6 a 的多尺度周期变化^[8], 最大 15 d 降雨量序列存在 21 a 左右的周期变化, 显示出致灾暴雨存在显著的高频周期性。

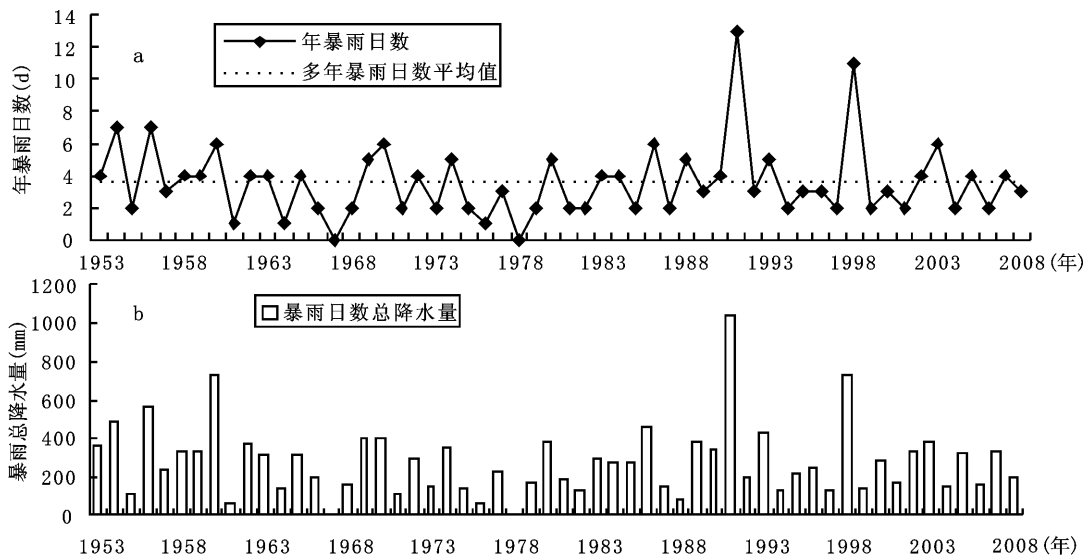


图 1 东台站暴雨日数 (a) 和相应的暴雨总量 (b)

Fig. 1 Number of rainstorm days (a) and its corresponding precipitation (b) in Dongtai station

3 洪涝灾害的成灾机理

3.1 暴雨降水是成灾的主要原因

里下河地区处于亚热带向温暖带过渡的地带,多年平均降雨量为 1 025 mm,最大年雨量 1991 年 1 624 mm^[13],但降雨量主要集中在 6~8 月。里下河汛期最大 15 d 降雨量是洪涝的主要水量构成^[3],典型洪涝降水与最高水位存在较好的对应性关系(表 1),由表 1 可知,高水位同降水尤其与最大 15 d 降雨量对应性关系显著。

表 1 典型洪涝年份降水与洪涝水位^[3,10]

Table 1 Precipitation and floodwater level in typical flooding years (modified from references 3 and 10)

站点	1954 年	1962 年	1965 年	1991 年	2003 年	2006 年	2007 年
面平均降水量 (mm)	641	874	841	930 4	580	373. 7	398
最大 15 d 降水量 (mm)	316. 1P	375. 2	308 9	533 6	428. 8	366. 4	337 7
最大 7 d 降水量 (mm)	195. 1	301. 7	261 7	341 2	265. 2	286. 0	257 2
最大 30 d 降水量 (mm)	503. 2	501. 5	533 5	660 8	560. 7	437. 5	415 1
兴化最高水位 (m)	3. 06	2. 91	2. 88	3. 35	3. 24	2. 99	3. 13

降水偏多的主要天气原因。

3.2 锅底洼 是成灾的地貌大背景

里下河腹部是洪涝最为严重的区域,腹部是里下河平原,四周高,中间低,呈碟型。同时,水面又被分割成许多湖荡沼泽,射阳湖和大纵湖周围湖滩地面高程仅 1 m 左右。由湖滩向外缘地势逐渐增高,高程为 3~5 m,周边长江北岸沙嘴与黄淮三角洲沙嘴地面高程在 5 m 以上,淮安楚州区、江都城区附近地面高程约 6~7 m(表 2),表现为典型的锅底洼 地貌。

影响里下河地区降水的天气系统复杂,但主要是 6 月梅雨和 7~9 月间台风暴雨^[1]。1991 年夏季副热带高压西伸北抬,脊线稳定在 23°N 附近,由于副高稳定少动,流域受副高边缘西南暖湿气流控制,同时中纬度西伯利亚冷空气侵入,冷暖气流交汇,造成江淮流域长时间的暴雨天气。受此影响,兴化市 1991 年的梅雨期长达 57 d,梅雨总量为 1 302 mm,是平均梅雨量的 5.7 倍^[16,17]。说明副热带高压的活动异常、中高纬阻塞、热带对流活动偏弱及南北冷暖气流交汇等大气环流系统是造成

由表 2 可知,里下河腹部总面积 11 722 km²,地面高程 2.5 m 以下的面积占全区总面积 59%;高程 3.0 m 以下占 80.2%。其中,沿里运河、灌溉总渠自流灌区面积 2 340 km²,除有部分属自灌区坡地外,其余大部分也已建圩,高程 3.0 m 以下占 32.5%。圩区总面积 9 382 km²,高程 2.0 m 以下占 40.1%,2.5 m 以下占 72.6%,3.0 m 以下的占到 93.2%。可见里下河腹部地貌是典型周围高中间低的洼地形态,这种地貌形态不利洪水排泄,导致洪涝频繁。

表 2 腹部地区不同地面高程面积

Table 2 Areas with different altitudes in inner Lixiahe region

地面高程 (m)	圩区		自灌区		合计	
	面积 (km ²)	%	面积 (km ²)	%	面积 (km ²)	%
1.5 以下	1669.1	17.8			1669.1	14.2
1.5~2.0	2095.7	22.3			2095.7	17.9
2.0~2.5	3047.5	32.5	97.1	4.1	3144.6	26.9
2.5~3.0	1929.6	20.6	560.3	23.9	2489.9	21.2
3.0~3.5	363.1	3.9	595.2	25.5	958.3	8.2
3.5~4.0	126.0	1.3	370.7	15.8	496.7	4.2
4.0~5.0	135.0	1.4	444.0	19.0	578.0	4.9
5.0 以上	16.0	0.2	272.7	11.7	288.7	2.5
合计	9382	100	2340	100	11722	100

3.3 水系格局复杂导致洪涝频繁

作为相对封闭的水网地区,里下河水系格局复杂,水网交错,加上地势较低,自排能力较弱,使得

洪水难以排泄,也加剧了洪涝的发生。虽经治理后具有相对完独立的引排水系统,但这种封闭式流域格局仍然是洪涝多发的主要影响因素。20 世纪 50

年代后,洪泽湖大堤加固,苏北灌溉总渠和入海水道的修筑加固了里运河堤防,成为防御淮河洪水以及海潮侵袭的屏障;加之通扬公路沿线水系的封闭等,使里下河成为相对封闭但格局复杂的水系。

而里下河腹部外围,也是河网纵横交错,形成以射阳河、新洋港、黄沙港、斗龙港四港入海的自流排水体系。同时,里下河灌区西南边缘建有江都水利枢纽,沿通榆河一线又分别建设了贾家集、富安、安丰、东台、草埕等抽水站。沿海垦区既是排泄里下河腹部洪涝水的入海通道,但也是独立排水区,自排入海。四港洼地还建有圩区,同时也均建闸控制,有 22 个自排区。可见,里下河地区水系格局十

分复杂,闸坝众多,是洪涝多发的水系因素。

3 4 河道淤积致使水位趋高

里下河地区河道淤积严重,过水断面减少,影响行洪和排涝。主要排水出路 四港 由于建闸后潮波变形,造成港道淤积,港道排涝能力急剧下降。2006 年汛前 四港 闸下港道淤积 $5\,020\,4\,10^4\,\text{m}^3$,过水能力大大降低。垦区也由于港道淤积,独立自排功能无法实现,东台新港闸、三仓闸、竹港闸先后淤废,川东港闸也接近淤废;王港闸、三里闸、四卯酉闸淤积也日益加剧(表 3)。从表 3 可以看出,各地淤积严重,因此,由于淤积导致排涝能力降低是洪涝水位趋高的又一重要因素。

表 3 沿海部分挡潮闸闸下港道淤积情况

Table 3 Accumulation of mud in harbors along coast caused by dam construction

闸名	闸下港道 长度 (km)	平均过水面积 (m^2)			河床容积 ($10^4\,\text{m}^3$)			河床平均 淤高 (m)
		建闸初	现有	减少	建闸初	现有	减少	
射阳河	15 2	2290	875	1415	3480 9	1334. 9	2146. 0	1 0
黄沙港	13 7	654	354	300	896 0	486. 5	409. 5	0 6
新洋港	10 6	1841	304	1537	1951 6	320. 2	1631. 4	5 3
斗龙港	6 7	521	258	263	349 1	172. 3	176. 8	2 2
川东港	12 0	105	15	90	126 0	18. 0	108. 0	1 0
梁垛河	0 43	111	1	110	5 39	0. 05	5. 34	1 0
梁垛南闸	0 42	190	0	190	9 34	0. 00	9. 34	2 0
方塘河	0 36	153	60	93	6 57	2. 13	4. 44	1 3
双洋闸	1 60	119	49	70	13 07	7. 82	5. 25	1 3
运粮河	1 80	144	96	48	26 60	17. 30	9. 30	1 8
环洋洞	0 60	87	22	65	6 44	1. 31	5. 13	1 2
射阳港	0 46	52	0	52	2 39	0. 00	2. 39	2 0
运棉河	0 6	297	111	186	19 34	6. 64	12. 70	1 8
利民河	1 24	207	118	89	26 08	14. 68	11. 40	1 9

同时,里下河腹部地区排水主要靠动力抽排,但圩内抽排动力有限,目前拥有抽排动力 $42\,32\,10^4\,\text{kW}$,总抽排流量为 $6\,100\,\text{m}^3/\text{s}$,排涝的模数为 $1.04\,\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$,折合圩内排水仅 $89.4\,\text{mm}/\text{d}$ 与里下河地区暴雨降水量相比,无法及时排出涝水,因而演变成区域洪水。1991 年里下河腹部地区 6 月 28 日到 7 月 12 日共 15 d 向外排水量仅占产水量的 44.3%,有 55.7% 涝水滞积于里下河腹部,造成严重洪涝^[5,17],可见,河道淤积和外排能力有限也导致洪涝增多。

3 5 湖荡萎缩导致调蓄能力减弱

圩垸垦殖导致里下河尤其是腹部地区水体调蓄能力急剧下降。里下河腹部圩区在 1962 年时有圩子 12 515 个,而目前圩区仅为 1 398 个,圩堤总长度 13 239 km,保护面积为 $5\,885.93\,\text{km}^2$,区圩垸

概况见表 4。由表可知,从现状圩堤高程上看,在 4.0 m 以上的占 88.1%,4.5 m 以上的占 62.9%;有圩口闸 10 683 个,圩口闸顶高程在 3.5 m 以上的占 73.3%,4.0 m 以上占 16.8%。同时,里下河还有 1 252 个敞口,可见圩垸活动导致河湖水位抬高,防汛压力加大。

此外,人类活动导致滞涝面积不足也是洪涝多发的另一原因^[19,20]。由于圩垸垦殖,湖荡范围在逐渐缩小,20 世纪 50 年代有湖荡面积约 $1\,024\,\text{km}^2$,到 1997 年只剩下 $38.4\,\text{km}^2$,致使调蓄防洪库容由 20 世纪 50 年代的 $20\,10^8\,\text{m}^3$ 锐减到目前仅约 $1\,10^8\,\text{m}^3$ 。目前,大于 $0.5\,\text{km}^2$ 的湖荡由 1950 年的 51 个锐减至 1991 年的 24 个。可见湖荡面积明显减少,滞涝面积严重不足,导致湖荡调蓄能力丧失,必然致使河网水位升高,加剧洪涝灾害。同时,

表 4 里下河腹部圩区及抽排基本情况

Table 4 Dyke and embankment and pump power in inner Lixiahe region

项目	扬州	盐城	泰州	南通	淮安	合计
圩区个数	333	421	515	95	34	1398
圩堤长度 (km)	2665	4991	4322	751	510	13239
圩内水面积 (km ²)	119. 9	437. 0	325. 0	46. 5	7. 0	935. 4
敞口 (个)		582	420	2501252		
圩区抽排动力 (10 ⁴ kW)	8. 26	17. 00	15. 35	1. 37	0. 34	42. 32
总抽排流量 (m ³ / s)	1201	2469	2125	242	62	6100

由于有的滞涝圩内居住人口较多,事实上已难以实现滞涝功能,使得滞涝面积减少和实际滞涝可利用率剧减。

3.6 下垫面城镇化的水文效应导致汇水增多

随着里下河地区城市化的发展,不透水面增加,必将导致径流系数增加,产水率加大^[21~24]。目前里下河地区不透水面积约为 468 km²,由于地表不透水面积增加,使得绿地减少,减少了雨量的下渗,导致径流汇集时间缩短,增加了径流量,出现相同频率降水但汇流增加的局面,加重了洪涝程度。1991年 15 d降水 78.10⁸ m³,产水量 64.310⁸ m³,径流系数为 0.82,沿海垦区的径流系数为 0.76^[5,17],反映了典型城镇化水文效应的影响。

同时,由于里下河农田推广麦套稻种植方式,导致汛期田间可能持水幅度大大减少,这也导致了河流水位居高,并且由于农田排涝能力下降,也造成田间积水受涝时间加长。随着拦蓄水工程和抽排能力增大,主干道汇水加快,加之一些地区盲目向干流抢排,则又导致干流量壅集,难以容纳大量下泄涝水,水位上涨加快,加重了涝灾灾害。

4 小 结

里下河地区作为相对封闭的交错水网区域,近年来洪涝灾害频繁。洪涝灾害演变趋势也较复杂,表现为洪涝灾害的类型具有复杂的多样性特征,近年来高水位的发生日益频繁、高重现期水位逐渐增多,致灾暴雨频率增大。

而在洪涝成灾机理上,里下河地区洪涝灾害是自然因素和人类活动叠加效应的结果,近年来这种效应更为显著。在自然因素方面,暴雨降水是成灾的主要原因,而锅底洼的形态是导致洪涝发生的地貌大背景,复杂的水系格局加剧了洪涝的频度和程度。人类活动影响方面,不合理的圩垸垦殖导致湖荡萎缩,由此减弱了水体调蓄能力;闸坝建设引起河道淤积和排涝能力减弱致使洪水位日益趋高;城

镇化对下垫面性质改变所产生的水文效应也是洪涝频繁的重要因素。因此,应当从自然和社会两方面探讨防洪减灾研究,以确保该地区持续发展。

参考文献:

[1] 水利部淮河水利委员会. 淮河志(第二卷)淮河综述志[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[2] 石英杰. 里下河地区 06.7 涝灾成因分析[J]. 治淮, 2007(5): 12~13.

[3] 闻余华, 唐运忆, 黄利亚, 等. 江苏省里下河地区 2003 年暴雨分析[J]. 水资源研究, 2005, 26(2): 27~28.

[4] 陈晓玲, 朱大奎, 丛日霞. 江苏沿海里下河洼地的涝灾及其发生机理[J]. 海洋科学, 1997(1): 64~68.

[5] 王宗德. 1991 年里下河腹部地区梅雨灾害的启示反思和展望[J]. 江苏水利科技, 1993(1): 12~18.

[6] 田 辉, 黄万春, 马开玉. 里下河地区梅雨量的可能异常和变化规律[J]. 气象科学, 1998, 18(3): 262~265.

[7] 陈家华, 陆菊中. 江苏省里下河地区梅雨洪涝灾害成因与规律的探讨[J]. 气象科学, 1998, 18(2): 167~173.

[8] 陈锡林, 闻余华, 黄利亚, 等. 里下河地区降雨量多时间尺度分析[J]. 水文, 2008, 28(3): 83~8.

[9] 钱余根, 周国华, 张长湘. 江苏里下河地区降水与水位的关系[J]. 气象, 1999, 25(8): 31~33.

[10] 陈锡林, 闻余华, 罗俐雅. 里下河地区暴雨与致涝关系分析[J]. 江苏水利, 2008(4): 17~18, 20.

[11] 张可远, 欧向军, 沈正平. 江苏省主要经济带产业转换与空间相互作用研究[J]. 地理科学, 2007, 27(5): 648~654.

[12] 仇方道, 朱传耿, 修连军, 等. 淮海经济区县域经济差异变动的空间分析[J]. 地理科学, 2009, 29(1): 56~63.

[13] 甘小荣. 江苏里下河腹部地区洪涝灾害成因与防治对策[J]. 人民长江, 2007, 38(6): 85~86, 92.

[14] 俞肇元, 袁林旺, 谢志仁. 江苏沿海海面的多尺度波动过程和趋势预测[J]. 地理科学, 2008, 28(1): 94~99.

[15] 杨素英, 孙凤华, 马建中. 增暖背景下中国东北地区极端降水事件的演变特征[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 224~228.

[16] 毕宝贵, 矫梅燕, 廖要明, 等. 2003 年淮河流域大洪水的雨情、水情特征分析[J]. 应用气象学报, 2004, 15(6): 681~686.

[17] 钱步东, 范钟秀. 1991 年 6~7 月太湖及里下河地区连续暴雨过程中雨团活动分析[J]. 水科学进展, 1994, 5(3): 193~

- 199.
- [18] 秦铭荣, 刘 方, 朱建国, 等. 里下河地区汛期 (6~7) 旱涝特征分析 [J]. 气象科学, 1996, **16** (3): 285~290
- [19] 谭少华, 倪绍祥, 周 飞. 苏北里下河地区湿地资源可持续发展的思考 [J]. 农村生态环境, 2003, **19** (3): 61~64
- [20] 吴小根, 王爱军. 人类活动对苏北潮滩发育的影响 [J]. 地理科学, 2005, **25** (5): 614~620
- [21] 李子君, 李秀彬. 近 45 年来降水变化和人类活动对潮河流域年径流量的影响 [J]. 地理科学, 2005, **28** (6): 809~813
- [22] 袁 雯, 杨 凯, 吴建平. 城市化进程中平原河网地区河流结构特征及其分类方法探讨 [J]. 地理科学, 2007, **27** (3): 401~407
- [23] 汪小钦, 王钦敏, 励惠国, 等. 黄河三角洲土地利用/覆盖变化的微地貌区域分异 [J]. 地理科学, 2008, **28** (4): 513~517
- [24] 张丽娟, 李文亮, 张冬有. 基于信息扩散理论的气象灾害风险评估方法 [J]. 地理科学, 2009, **29** (2): 250~255.

Flood Changing Trend and Flooding Mechanism in Lixiahe Region, Jiangsu, China

YE Zheng-wei^{1,2}, XU You-peng¹, XU Jing-tao¹

(1. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093

2. Department of Geography, Huaiyin Normal University, Huai'an, Jiangsu 223001)

Abstract Located in the north Jiangsu, East China, Lixiahe region is a relatively closed region with frequent flood. It is of great importance to discuss flood changing trend and flooding mechanism for them mitigation strategy in Lixiahe region. Results based on the analysis of the historical flood in the region show that flood types are complex, which have a diverse characteristics: high water level occurs frequently, recently, especially with high recurrence interval of flood water level, and frequency of the causative storm is increasing significantly. We view the flooding mechanism of the Lixiahe region a coupling effect of the natural factors and human factors. For natural factors, certainly the storm precipitation plays the most basic role in the flooding mechanism, the bowl-shaped topography is the main background of flood, and the interlaced complex water system makes flood appear more easily. And more irrational anthropogenic activity is another part for the flooding mechanism, the building of dyke and embankment greatly decreases the lake area, which evidently weakens the capacity of the lake and water body accumulation of mud resulting from dam construction and the low standard of drainage system makes the continuance of high flooding water level, and the increase of runoff coefficient caused by hydrological effect of urbanization like the increase of imperviousness with the sprawl of urban also leads to great flood in Lixiahe region. Therefore, to ensure the sustainable development for this region, both natural and social factors for flood mitigation should be considered scientifically.

Key words flood; flooding mechanism; changing trend; Lixiahe Region; Jiangsu