

登陆广东热带气旋中尺度降水分布变化特征^①

林爱兰¹ 丁伟钰¹ 万齐林¹ 梁建茵¹ 何溪澄²

(1. 广州热带海洋气象研究所, 510080; 2. 广东省气象局)

提 要

利用每小时地面观测资料和卫星遥感资料,以1999~2001年在珠江三角洲地区登陆的热带气旋为研究对象,从合成分析和个例分析两方面揭示了登陆广东热带气旋降水的中尺度特征及其分布变化。结果表明,热带气旋登陆前后中尺度强降水分布发生明显变化,登陆后降水不对称性加大;热带气旋登陆后中尺度强降水分布随时间变化,登陆后第10个小时之前,中尺度强降水基本上分布于热带气旋中心附近;而热带气旋登陆第10个小时之后,中尺度强降水具有明显的“离心”或“偏心”特征。

关键词: 热带气旋 中尺度降水 卫星遥感资料

引 言

在热带气旋中经常出现局地性强烈天气^[1],在小范围地区带来狂风暴雨,酿成灾害,它们的范围一般最大不超过200~300km,最小的只有几十米,是热带气旋内的中小尺度系统。近年来不少专家从观测资料

或数值实验研究了热带气旋中尺度暴雨的发生、发展^[2~4],这些工作基本针对个例进行。本工作利用广东地面站自记资料每小时降水量及静止卫星(GMS5)三个通道(波长6.7、11、12 μm)每小时遥感资料,对多个热带气旋进行分析,反映热带气旋中尺度降水分布在

^① 科技部2000年社会公益研究专项“登陆的南海热带气旋灾害预警技术研究”、广东省科技攻关项目“珠江三角洲热带气旋、暴雨预警信号发布关键技术研究”、科技部重点公益性研究项目“我国登陆台风灾害的监测及预报技术研究”(2001DLA20026)及广东省重点科技攻关项目“卫星资料在海洋气象监测和预报上的综合应用”(99M05002G)共同资助。

登陆前后的变化特征。

1 所选个例及资料

本文所用资料为广东省 86 个常规地面站自记资料每小时降水量,同时利用日本静止卫星(GMS5)三个通道(波长 6.7、11、12 μm)每小时遥感资料,反演成雨强后再作分析。有关具体反演方法于另文给出。

为了使现有地面观测资料尽可能覆盖热带气旋降水落区,本文选 1999~2001 年在珠江三角洲地区登陆的 6 个热带气旋(9903、9908、9909、9910、0013、0104)为研究对象。

2 热带气旋登陆后中尺度降水分布变化

2.1 动态合成分析

利用地面观测资料,分析 6 个热带气旋登陆后(选热带气旋登陆后第 3 小时至中心移出广东省境内之前 2 小时的时段)每小时中尺度强降水分布,这里根据文献[5]将每小时大于或等于 6.3mm 的降水区定义为中尺度强降水。分析发现,热带气旋登陆后中尺度强降水分布随时间变化。登陆后第 10 个小时之前,中尺度强降水基本上分布于热带气旋中心附近;而热带气旋登陆第 10 个小时之后,则中尺度强降水具有明显的“离心”或“偏心”特征。图 1 是 6 个热带气旋登陆后第 3 小时至第 10 小时中尺度降水概率(中尺度降水频数与总时次的百分比)动态合成分布图。由图可见,中尺度强降水主要分布在热带气旋中心 150km 半径范围内以及 150km 之外的东侧。所选 6 个热带气旋中有 3 个(9908、9910、0104)登陆后在广东省境内维持 10 个小时以上,图 2 是 9908、9910、0104 号热带气旋登陆后第 11 个小时至中心移出广东省境内之前 2 小时时段的中尺度降水大于 20% 概率动态合成图。由图可见,登陆后第 10 个小时之后,9908 号(虚线)热带气旋中尺度降水主要在东南方位,9910 号(实线)热带气旋中尺度降水主要在东北方位,0104 号(阴影)热带气旋中尺度降水则主要在 150km 之外的东北、东南、西南方位,即 9908、9910 号具有“偏心”特征,0104 具有“离心”特征。另外,这几个热带气旋有共同的一

点:中心的西北方位(尤其 110km 之外)极少出现中尺度强降水。

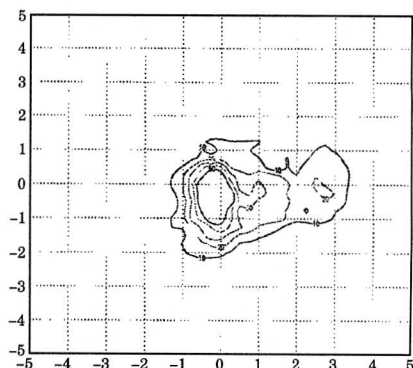


图 1 热带气旋登陆后第 3~10 小时中尺度降水概率动态合成分布图

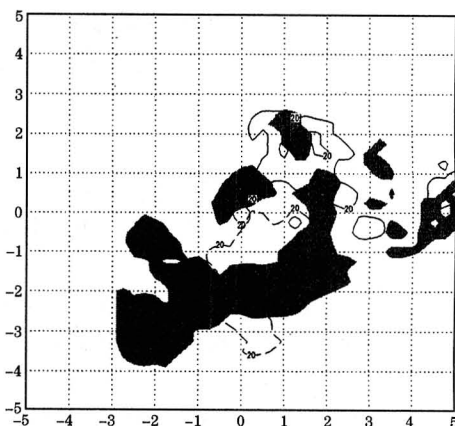


图 2 9908(虚线)、9910(实线)、0104(阴影)热带气旋登陆后中尺度降水大于 20% 概率动态合成叠加图

2.2 个例分析

9908 号热带气旋是本文所选个例中在广东省境内维持时间最长的热带气旋(共 36 小时),造成广东降水时间长,过程降水量大。在以热带气旋中心为原点的相对坐标中,9908 号热带气旋登陆后第 10 个小时之前,中尺度强降水基本上分布于热带气旋中心附近;而热带气旋登陆第 10 个小时之后,则中尺度强降水具有明显的“偏心”特征,中尺度降水主要在热带气旋中心的东方位。那么是否强降水在广东某地区滞留呢?从固定地图坐标的 9908 号热带气旋登陆前后 54 个小时

(1999年8月22日00时~24日05时)中尺度降水区叠加图(图略)可明显看出,中尺度降水主要维持在珠江口及附近地区,热带气旋在23日21时开始移出广东,但该地区强降水继续维持8个小时。粤东地区也有一定的强降水,但频数比珠江口附近地区少。粤北地区基本无强降水。图3是珠江口以西、珠江口以东、粤东三个区域平均降水演变曲线。图中表明,过程开始时降水的加强从东向西传播,而结束时降水的减弱则从西向东传播;在降水过程内,三个区域时雨量没有一致的变化趋势,说明雨团基本相互独立,雨团空间尺度属中尺度。

对3个区域降水分别进行小波分析表明,珠江口以西降水具有明显12小时左右的主要周期振荡,珠江口以东降水具有6小时左右的主要周期振荡,这从时间尺度上进一步证明热带气旋降水的中尺度特征。

3 登陆前后热带气旋中尺度强降水分布的变化

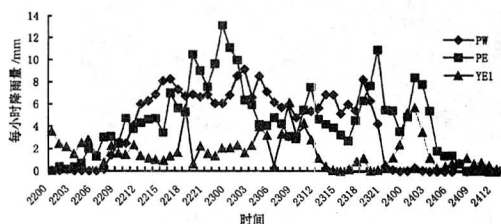


图3 1999年8月22~24日珠江口以西(PW)、珠江口以东(PE)、粤东(YE1)区域平均降水演变曲线

以上是利用广东省地面观测的分析结果。然而热带气旋是移动性强的天气系统,仅有陆地观测降水资料不能全面客观地反映热带气旋本身的整体降水及登陆前后的变化。因此有必要利用高时空分辨率的卫星遥感资料。本节应用静止卫星(GMS5)三个通道(波长6.7、11、12 μm)遥感资料反演热带气旋降水,比较分析表明,卫星遥感资料反演的降水比地面观测值量级偏小,但能较好地反映降水的空间分布、时间变化特征。有关具体反演方法于另文给出。

3.1 登陆前后热带气旋平均降水分布的变化

图4分别是6个热带气旋登陆前12个小时(左)和登陆后12个小时(右)动态合成平均降水分布图。比较这两幅图可以看到,登陆前,热带气旋降水主要表现为南北不对称,南侧(尤其西南方位)降水范围明显大并且强降水也分布于距中心110km内的南侧;登陆后,热带气旋降水不仅南北不对称,东西方向也明显不对称,一般强度的降水在东侧范围较大,较强的降水在南侧范围较大,而强降水则在距中心110km内的西侧;另外,登陆后热带气旋较强的降水范围有所缩小。

3.2 登陆前后热带气旋中尺度强降水分布的变化

从每小时降水分布图可以发现,热带气旋强降水(每小时大于6.3mm)具有中尺度

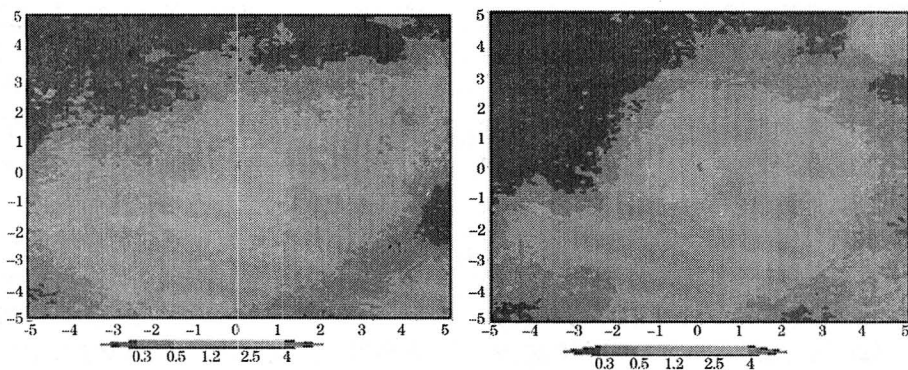


图4 热带气旋登陆前(左)和登陆后(右)动态合成降水分布

特征,即水平尺度在 20~200km 范围内,时间尺度为几小时到十多小时。由于卫星反演的降水量级偏小,与地面观测比较,卫星反演值大于 2.0 区域基本对应地面观测大于 6.3mm 的区域,因此把卫星反演值大于 2.0 确定为中尺度强降水。

图 5 分别是 6 个热带气旋登陆前(左)和登陆后(右)12 个小时中尺度强降水出现概率(频数与总时次的百分比)分布图。登陆前,中尺度强降水在南侧 110km 内出现概率最大(大于 40%),登陆后,中尺度强降水在西侧 110km 内出现概率最大(大于 30%)。可见,中尺度强降水出现概率分布基本与平均降水分布类似,说明中尺度强降水出现概率大(小)对应平均降水大(弱)。比较两图表

明,热带气旋登陆之前 12 个小时中尺度强降水出现概率比登陆后的大,这可能由于陆地比海面摩擦大、水汽少的缘故。另外有两点值得注意:第一,大于 10% 的区域在东、东南侧范围远比其它方位范围大,但有明显的间隙,呈现不连续的带状分布,体现了热带气旋登陆后在东、东南侧的螺旋雨带结构,而在登陆前则没有,这估计与地形有关;第二,在热带气旋内圈(半径约 110km)西半圆的中尺度强降水出现概率比东半圆大。这两点与地面观测结果相当吻合。当然,地面观测在热带气旋南侧的范围有限,未能反映热带气旋全貌。由此也说明了卫星反演的热带气旋降水分布不仅具有与地面观测的一致性,而且比地面观测更具有全面性。

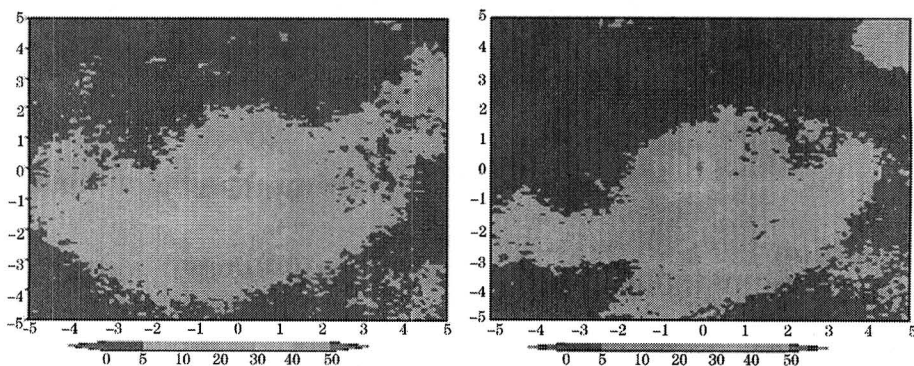


图 5 个热带气旋登陆前(左)和登陆后(右)中尺度强降水出现概率分布图

上述分析表明:热带气旋登陆前后降水分布发生明显变化。登陆前,热带气旋中心的南侧降水强度及范围比北侧大,中尺度强降水在南侧 110km 内出现概率最大(大于 40%),表现出明显的南北不对称;登陆后,热带气旋较强的降水范围有所缩小,一般强度的降水在东侧范围较大,而较强的降水则在中心附近偏西侧,中尺度强降水在西侧 110km 内出现概率最大(大于 30%),大于 10% 的区域在东、东南侧范围大,并呈现不连续的带状分布,这种分布特征估计与地形有关,热带气旋登陆后降水不仅南北不对称,东西方向也明显不对称。

4 结 论

(1) 热带气旋登陆后中尺度强降水分布随时间变化。登陆后第 10 个小时之前,中尺度强降水基本上分布于热带气旋中心附近;而热带气旋登陆第 10 个小时之后,中尺度强降水具有明显的“离心”或“偏心”特征。

(2) 个例分析证明了热带气旋强降水在空间和时间上都具有中尺度特征。

(3) 热带气旋登陆前后中尺度强降水分布发生明显变化。登陆前,中尺度强降水在南侧 110km 内出现概率最大(大于 40%),表现出明显的南北不对称;登陆后,中尺度强降水在西侧 110km 内出现概率最大(大于

30%),大于10%的区域在东、东南侧范围大。

(4) 热带气旋登陆后降水不对称性加大。

参考文献

- 1 陈联寿,丁一汇.西太平洋台风概论.北京:科学出版社,1979:462.
- 2 江敦春,党人庆,朱志宏.台风暴雨中尺度系统与结构的

- 数值研究.热带气象学报,1997,13(2):168~172.
- 3 陈久康,丁治英.高低空急流与台风环流耦合下的中尺度暴雨系统.应用气象学报,2000,11(3):271~281.
- 4 李志楠,郑新江,赵亚民等.9608号台风低压外围暴雨中尺度云团的发生发展.热带气象学报,2001,(2).
- 5 Winkler, JA, B R Skeeterb, P D Yamamoto. Seasonal Variation in the Diurnal Characteristics of Heavy Hourly Precipitation across the United States. Mon. Wea. Rev., 1988,116:1641—1658.

Distribution and Variation Characteristics of Mesoscale Precipitation of Tropical Cyclones

Lin Ailan¹ Ding Weiyu¹ Wan Qilin¹ Liang Jianyin¹ He Xicheng²

(1. Guangzhou Institute of Tropical and Oceanic Meteorology, CMA, Guangzhou, 510080;

2. Guangdong Meteorological Bureau)

Abstract

Distribution and variation characteristics of mesoscale precipitation of tropical cyclones landed in Guangdong are studied with the data of hourly precipitation from satellite and surface observation. The results indicate that the distinct variation of mesoscale precipitation distribution between before and after tropical cyclones landfall occurs. Mesoscale precipitation distribution became more asymmetrical after tropical cyclones landfall varies with time. The mesoscale precipitation distributes quasi-symmetrically near the center of tropical cyclones in 10 hours after landfall. But it happens after 10 hours that mesoscale precipitation distributes asymmetrically near the center of tropical cyclones or far away center of tropical cyclones.

Key Words: tropical cyclone mesoscale precipitation distribution satellite sounding data