

确定东亚—西北太平洋地区夏季副热带 季风建立和活动范围的一种方法^{*1}

廉毅^{1,2} 沈柏竹^{1,2} 高杳亭^{1,2} 李尚锋^{1,2}

1 中高纬度环流系统与东亚季风研究开放实验室, 长春, 130062

2 吉林省气象科学研究所, 长春, 130062

摘 要

文中利用 1948—2002 年 NCEP/NCAR 全球再分析资料, 1958—2002 年 ECWMF 再分析资料, 中国国家气候中心的 618 个测站 1961—2005 年的逐日降水量资料, 采用作者确定的东亚夏季风(EASM)建立标准, 探讨东亚夏季风在南海爆发以后继续向北和向东推进活动范围、建立、持续和撤退的时空分布特征, 结果表明: (1) 给出东亚—西北太平洋地区的东亚夏季副热带季风(EASSM)的定义, 计算其建立时间(候)和空间分布, 发现 EASSM 除继续向北推进的方向外, 在 20°—25°N 还有明显向东的分支, 以及向西稍偏北的分支, 107.5°E 以西的季风建立等时线梯度十分密集, 而以东的等时线梯度很小, 季风建立的等时线的总体以 110°—115°E 为轴心、明显向中国华北和东北地区凸起的近于折线的分布, 表明 EASSM 先在中国大陆建立, 而同纬度的中国近海和西北太平洋地区的夏季副热带季风后建立; (2) 撤退的等时线则近于与建立的等时线相反分布, 沿 120°E 的方向凸向南, 表明中国东北地区和近海地区先撤退; (3) 给出东亚—西北太平洋地区 EASSM 建立的等值线的空间分布, 我们尝试定义了 < 35% 概率等值线的地区为其影响的边缘地带, 北边界始于黑龙江省北部 48°N 附近向东南经由黑龙江省南部和俄罗斯滨海省, 穿过日本海止于日本北海道南部, 其西边界由东北向西南沿中蒙边境止于青藏高原。20 世纪 90 年代北部边缘地带与多年平均比偏南 3—5 纬度, 而西部边缘变动较小, 只向东偏了 1 个经度。

关键词: 东亚—西北太平洋地区, 夏季副热带季风, 建立和撤退, 活动范围。

1 引 言

Ramage^[1] 给出了亚洲—澳大利亚季风(A-AM)区覆盖的范围(30°S—40°N, 40°—170°E)。陈隆勋和金祖辉^[2-3]、Tao 和 Chen^[4] 提出了东亚地区存在一个独立于印度季风环流系统^[5] 的东亚季风环流系统(EAMCS), EAMCS 包含了南半球澳洲季风、南海—西太平洋热带季风、中国大陆副热带季风和高纬环流的相互作用。Zhang Renhe 等^[6] 认为东亚夏季风(EASM)是指东亚地区 20°—40°N、100°—140°E 的副热带季风。Murakami 等^[7] 单独提出了西北太平洋季风(WNPSM), 主要指超过菲律宾海和它附近的海上季风。Lau K M 等^[8] 给出了印度夏季风和东亚夏季

风以及 WNPSM 建立的平均日期, 其北界可达中国大陆 40°N 和日本的 40°N 附近。之后, Lau K M 等^[9] 在研究亚洲季风区域组成成分的动力和边界强迫特点一文中, 提出亚洲夏季风可分成南亚季风(SAM)和东—东南亚季风(EAM)两个子系统。2004 年 11 月国际气象组织在中国杭州召开的 IWM—III 季风工作会议上, 首次将东亚季风建议为东亚—西北太平洋季风的称谓^[10] (East Asian-Western North Pacific monsoon), 它是亚洲—澳大利亚季风(A-AM)的一部分, 定义 105°E 以东和赤道至 45°N 之间的区域作为 A-AM 副系统。尽管定义的名称有所不同, 但共同关心的是不论哪个称谓的季风, 它的影响范围的确定是很重要的科学问题, 一方面从其活动范围可分清性质,

* 初稿时间: 2006 年 10 月 20 日; 修改稿时间: 2007 年 7 月 10 日。

资助课题: 国家自然科学基金(40275019, 40575047)、中国气象局科研重点项目“现代气候变化对吉林省西部荒漠化影响的监测和评估研究”、吉林省重点课题(20020417, 990218)。

作者简介: 廉毅, 从事全球变化区域响应、气候与环境研究。E-mail: lianyil103@sina.com

另一方面即对季风的年际和年代际变化的研究也是很有意义的,进而为预测季风活动的强弱奠定基础。近几年,东亚夏季风活动的西界和北界的研究不仅引起大气科学而且还引起相邻学科学者的关注,因为东亚季风边缘研究有利于加深认识季风以及中国生态系统在过渡带的特性^[11-13],季风环流的强弱变化控制着气候界线空间摆动的范围和方向^[14],以及涉及到中国北方农牧交错带的地理界定及其生态问题^[15],更重要的是夏季风的活动边界也反映了夏季风的年际和年代际变化,它与东亚主要雨带的季节进程及早涝密切相关^[16]。

季风定义决定着季风影响的大致区域,而有关季风边界的确定则是一件复杂且细致的研究工作,目前对其边界的确定大体可以分3种:(1)动力边界,以风的变化为主,不仅是指同层风向的显著变化,还包含高低层风的切变^[17];(2)热力边界,以气团的性质,如用 θ_{sc} 的某一阈值作为气团属性外包线的抵达范围来表明季风可抵达区域;(3)大都以降水量或水汽输送和收支作为指标对季风雨季的开始给予定义^[18-19]。

Zhu Qiangen 等^[20]明确指出南海季风为热带季风性质,中国大陆夏季风为副热带季风(SM),王慧等^[21]详细分析了西北太平洋季风区(5° — 25° N、 120° — 160° E)的气候学特征。本文依据 850 hPa 候平均南风风速和假相当位温(θ_{sc})的阈值定义东亚—西北太平洋地区(EA-WNP)的东亚夏季副热带季风(EASSM)建立和撤退时间(候)的标准^[22-23],计算了 102.5° — 147.5° E 每隔 5 个经度, 20° — 50° N 每隔 5 个纬度的东亚和西北太平洋的 EASSM 建立、持续和撤退时间(候),为 EA—WNP 的 EASSM 活动范围确定了观测计算的一个标准,本文还给出了其建立的概率分布,以一定的阈值,确定其活动的西和北边界带。

2 资料和方法

文中利用 1948—2002 年 NCEP/NCAR 全球再分析资料、1958—2002 年欧洲中心(EC)的客观分析资料计算 850 hPa 候平均资料,作沿 102.5° 、 105° 、 107.5° 、 112.5° 、 117.5° 、 122.5° 、 127.5° 、 132.5° 、 137.5° 、 142.5° 、 147.5° E 的时间-纬度剖面图,当假相当位温 θ_{sc} 336 K 等值线和南风 ≥ 4 m/s 等值线同时越过某一纬度时,我们曾定义为该纬度的地区东亚夏季风建立的

日期(候)^[22-23],本文确定东亚—西北太平洋地区 20° N 及以北地区 θ_{sc} 336 K 持续跨越该纬度的候数与多年平均持续候数比值的标准化值,定义为当年的沿某一经圈上相应纬度的夏季副热带季风强度指数

$$I_{SM\varphi_j} = \frac{(s_j - \bar{s})}{\sqrt{\sum_{j=1948}^{2002} \frac{(s_j - \bar{s})^2}{n}}} \quad (1)$$

$$s_j = \frac{h_j}{\bar{h}} \quad (2)$$

$n=55$ (1948—2002 年样本数); h_j 为某一年东亚夏季副热带季风建立之后 θ_{sc} 336 K 越过某一纬度持续候数; $\bar{h}$ 为 1948—2002 年 θ_{sc} 336 K 越过某一纬度平均持续候数;式(1)中 s_j 为某一年某一纬度 θ_{sc} 336 K 的持续候数(h_j)与平均持续候数($\bar{h}$)的比值;其平均值为

$$\bar{s} = \frac{\sum_{j=1948}^{2002} s_j}{n} \quad (3)$$

文中所用 618 个测站 1961—2005 年逐日降水量资料取自中国国家气候中心。

3 东亚夏季副热带季风建立、持续和撤退的时空分布特征

3.1 建立的时空分布特征

从利用 NCEP 资料计算的东亚大陆和西北太平洋地区 1948—2002 年间东亚夏季副热带季风(EASSM)(20° N 及以北)建立的平均日期(候)(图1)可见,东亚夏季副热带季风(EASSM)于 26 候(5月上旬)自 20° N、 110° E 建立以来,继续推进建立的等时间(候)线的分布和主要前进方向,其特征:(1)东亚大陆至中国近海和西北太平洋 EASSM 等时线分布,总体呈“凸”形状,36—40 候等时线在中国大陆 35° N 附近明显向北突起, 107.5° E 以东的等时线自中国大陆至海洋区呈西北—东南走向,在海洋区域近于纬圈平行,表明 107.5° E 以东的东亚大陆 EASSM 建立时间显然早于同纬度的中国近海和西北太平洋海域,东亚大陆的 EASSM 建立的等时线梯度密集,西北太平洋的等时线梯度小而且比较均匀(20° — 25° N 除外)。(2)在 20° — 25° N、 102.5° — 147.5° E 区域,以 107.5° E 为轴心等时线向东西两个方向呈经向分布, 107.5° E 以西的等时线梯度很大,其前进方向以西北方向为主,34 候(6月中旬)西端

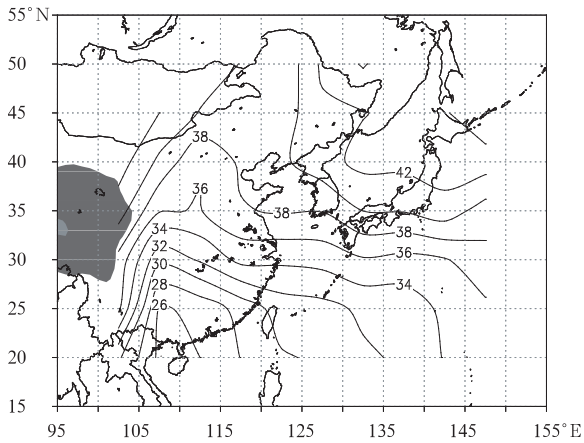


图1 1948—2002年东亚大陆和西北太平洋地区东亚夏季副热带季风(20°N及以北)建立的平均日期(候)的空间分布
(阴影区为地形等高线在3000 m及以下的区域)

Fig. 1 Spatial pattern of the mean onset date (pentad) of the EASSM (north of 20°N) over the East Asian continent-Northwest Pacific region in 1948–2002
(dark area: topography of above 3000 m)

点位于 25°N、102.5°E, 越过该点后等时线前进方向转向北, 止于 35°N、102.5°E 的 40 候(7 月中旬末)

等时线的西端点; 107.5°E 以东的等时线梯度很小, 等时线的主要前进方向向东, 止于 34 候等时线(25°N、142.5°E)。(3) 25°N、102.5°—147.5°E 及以北地区, EASSM 建立的等时线有两个主要前进方向: 一个是东亚大陆 EASSM 主要向北的推进方向, 32 候等时线向北突出的部分先到达 30°N 以北之后, 向北突出的等时线逐渐转向北北东方向, 34 候(6 月中旬)到达长江流域, 38 候(7 月上旬末)等时线“凸”向华北地区以北, 到达 42°N、112.5°E, 比同纬度的陆地要早 1—2 候, 40 候(7 月中旬末)等时线与 38 候分布类同, 已推进到中国东北地区, 以及中国西北地区的东部, 40 候等时线转向东扩展到整个中国东北地区, 西边的 40 候等时线穿越中国西北地区东部和蒙古东部地区, 成东北—西南向的斜线止于中国的 37°N、102.5°E, 东边的 40 候等时线近于南北向贯穿中国东北地区中部, 经朝鲜半岛中部入日本海; 另一个等时线前进方向是沿 25°N 向东, 该等时线止于 26°N、147.5°E, 亦表明 EASSM 可能达到西北太平洋副热带地区的东界。

从 1961—2005 年中国 618 个测站候降水量差值分布(图 2)可见, 第 26 候(即东亚夏季副热带季

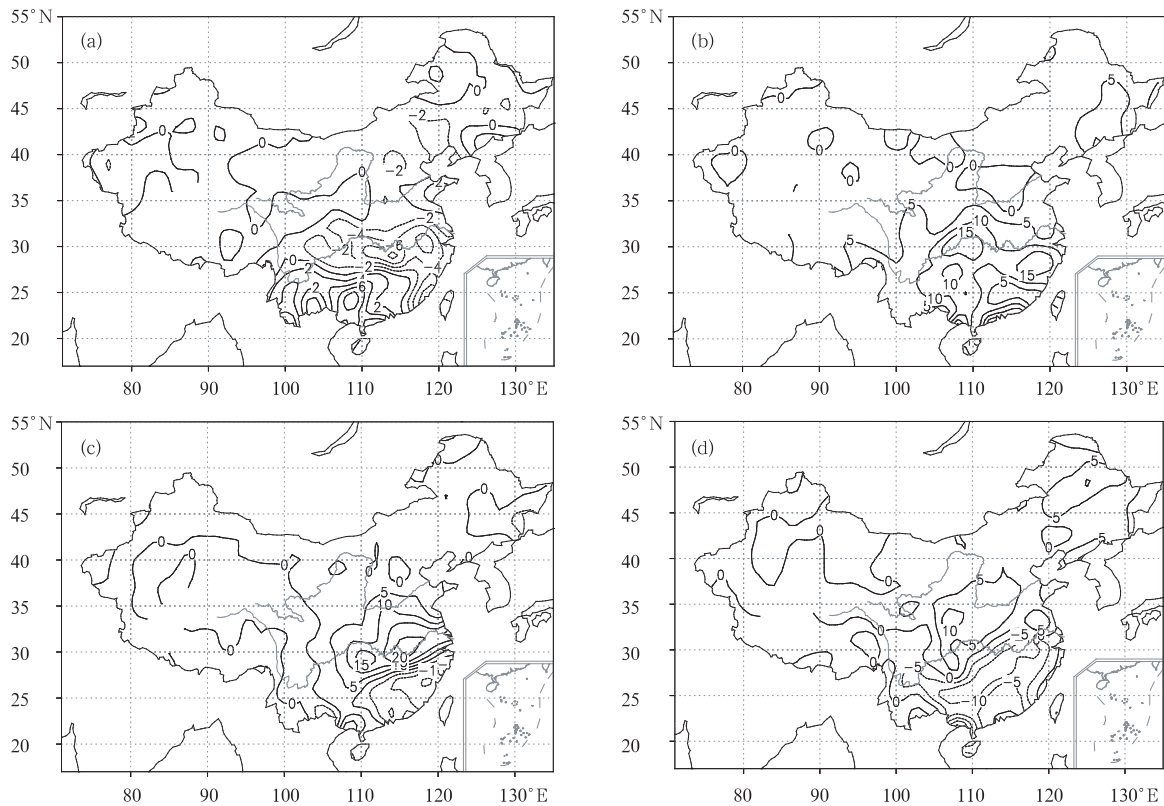


图2 1961—2005年中国618测站的候降水量差值(单位:mm)分布

(a. 第26候减25候, b. 第30候减29候, c. 第35候减34候, d. 第37候减36候)

Fig. 2 Pentad precipitation differences distribution of 618 stations in China from 1961 to 2005
(a. 26th minus 25th pentad, b. 30th minus 29th pentad, c. 35th minus 34th pentad, d. 37th minus 36th pentad)

风在中国大陆建立的第 1 候)的降水量比第 25 候增加 8—10 mm 地区为广西的 20° — 25° N, 110° E 以西的地区(图 2a);第 30 候的降水量比第 29 候显著增加 15—20 mm 的为长江中游地区(28° — 32° N, 110° E),而 115° — 120° E 的 15—20 mm 正差值区则位于长江中下游以南的浙江南部、江西省和福建省的北部地区(图 2b);第 35 候与 34 候的降水量正差值 15—20 mm 区域位于长江中下游地区,其外包线 5 mm 凸向西北方向的河南省和山西省南部地区(图 2c);第 37 候与第 36 候降水量的正差值 5—10 mm 区域中心位于 35° N、 115° E。图 2a—图 2d 的候降雨量增加区域与图 1 第 26 候、30 候、35 候、37 候东亚夏季副热带季风先建立区域是相当吻合的。

3.2 平均持续时间的空间分布特征

利用 NCEP 资料计算的东亚夏季副热带季风在东亚大陆、中国近海和西北太平洋地区建立并且平均持续的时间(候)的空间分布(图 3)可见,其持续的等时线与建立的等时线(图 1)分布大体相似,从大陆至海洋的等时线呈西北—东南走向,表明东亚大陆持续的时间比同纬度海上的持续时间长,中国大陆华北及以南 EASSM 平均持续时间均在 6 个候(1 个月)以上, 35° N 以北等时线以 112.5° E 为轴心向东西两侧呈递减趋势,中国东北地区的 EASSM 持续等时线明显“凹”向华北地区,中国东北地区

的持续时间与朝鲜半岛东北部、日本海和日本的本州岛中北部相近,大都为 2—4 候,中国的长江流域及以南地区 EASSM 持续时间大都在 10 候以上, 25° N 以南的大陆和海域平均持续的等时线近于呈经向分布, 118° E 以东的海域等时线梯度很大,等时线从 18 候迅速衰减到 132° E 的 6 候,中国大陆的广西和广东省持续 20 候以上,为东亚地区夏季副热带季风影响时间最长的地区。

3.3 平均撤退的时空分布特征

利用 NCEP 资料计算的东亚大陆、中国近海和西北太平洋地区 1948—2002 年 EASSM 撤退的平均日期(候)的空间分布(图 4)可见,EASSM 撤退的等时线和建立等时线(图 1)分布大体相反, 25° N 以北,等时线从中国东北地区“凹”向中国黄海和东海的等时线,为撤退等时线主要撤退方向,表明中国东北地区和中国近海地域先于同纬度中国内蒙古东部、华北、华中和日本岛地区撤退,沿 35° N 自西向东,横跨 54—49 候等时线,撤退时间可相差 6 候,中国东北地区和中太平洋地区 EASSM 撤退最早,为 44—46 候(8 月上旬—中旬),中国华北地区平均日期为 8 月末(48 候),长江流域撤退日期为 50—52 候(9 月上旬—中旬),日本的大部地区和朝鲜半岛撤退日期为 46—48 候(8 月中旬—8 月末),中国的广西和广东地区为 54 候,撤退的时间最晚。

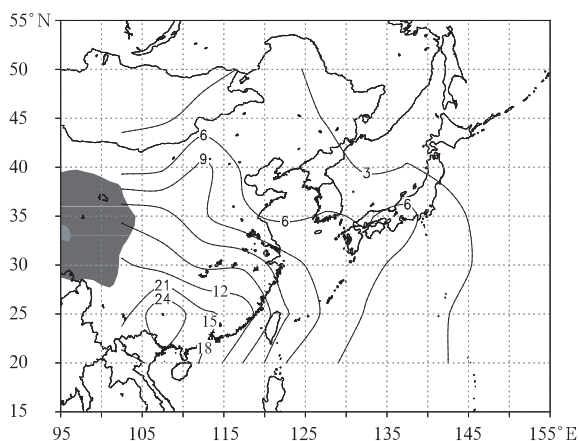


图 3 东亚—西北太平洋地区东亚夏季副热带季风建立后持续的平均时(候)空分布
(阴影区为地形等高线在 3000 m 及以上的区域)

Fig. 3 Spatial pattern of the mean duration (pentad) of the EASSM (north of 20° N) over the East Asian continent-China offshore waters-Northwest Pacific region in 1948–2002 (dark area; topography of above 3000 m)

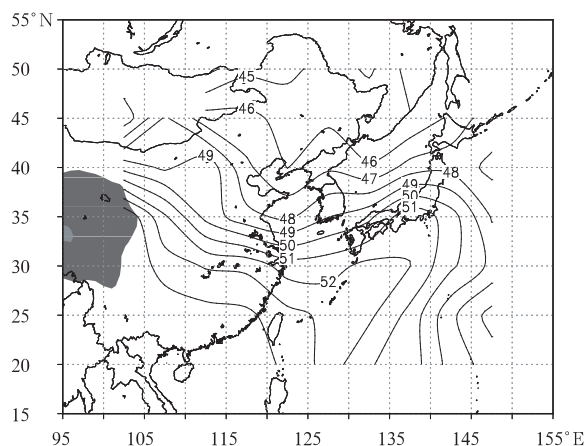


图 4 东亚—西北太平洋地区 1948—2002 年东亚夏季副热带季风撤退的平均日期(候)的空间分布
(阴影区为地形等高线在 3000 m 及以上的区域)

Fig. 4 Spatial pattern of the mean withdrawal date (pentad) of the EASSM (north of 20° N) over the Eastern Asian continent-China offshore waters-Northwest Pacific region in 1948–2002 (dark area; topography of above 3000 m)

4 东亚夏季副热带季风建立的不同地带的划分

图 5 为利用 NCEP 和 EC 资料计算的东亚大陆和西北太平洋地区 1948—2002 年 EASSM 建立的范围。从图 5a 可见,西边界为 102.5°E ,与青藏高原的东边界基本一致,南边界以 20°N 开始,北边界为 50°N ,超过 50°N 计算已没有太大的意义,东边界到 147.5°E 。东亚大陆—西北太平洋地区夏季副热

带季风建立的概率为 25% 的等值线,西界点为 37°N 、 102.5°E ,东界点为 43°N 、 147.5°E ,近于成向北凸的折线,概率为 35% 的等值线近于 25% 等值线平行,稍向南移大约一个纬距,我们称 $<35\%$ 概率等值线的地区为 EA—WNP 的 EASSM 影响的边缘地带,其西边界由黑龙江省北部 48°N 向西南方向沿中蒙边境止于青藏高原的东北边界(地形高度 3000 m, 36°N 、 103°E 附近),其北边界始于黑龙江省 48°N 附近向东南经由黑龙江省南部和俄罗斯滨海

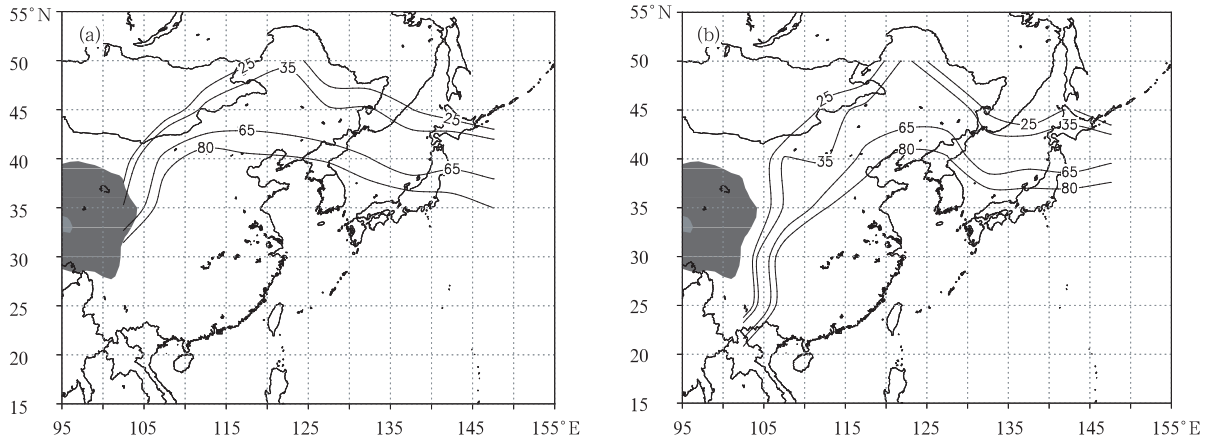


图 5 东亚—西北太平洋 1948—2002 年 EASSM 建立的概率分布^[22-23]

(a. NCEP 资料, b. EC 资料;阴影区为地形等高线在 3000 m 及以上的区域)

Fig. 5 Probability contours (%) range of the EASSM onset over the Eastern Asian continent-Northwest Pacific region calculated from (a) the NCEP/NCAR (1948—2002) and (b) ECMWF (1958—2001) datasets

(The computational methods refer to Lian and Shen et al^[22-23] (dark area; topography of above 3000 m))

带季风建立的西部和北部边缘地带平均变化(图 6)可见,90 年代西部边缘地带比多年平均偏东 1 个多经度,而北边缘位置却偏南约 3—5 纬度,表明 90 年代 EA—WNP 的 EASSM 北部边缘地带比西部边缘地带变化大。

省,穿过日本海止于日本北海道南部(42°N 、 145°E 附近);概率为 65% 的等值线,西界点为 34°N 、 104°E ,北界点为 43°N 、 117°E ,东界点为 35°N 、 147.5°E ,近于成向北凸的折线,将 $\geq 35\%$ 和 $\leq 65\%$ 的地区称之为 EA—WNP 的 EASSM 中度影响的地区,或称拉锯式影响地区; $>65\%$ 概率等值线的地区我们称之为东亚夏季副热带季风(EASSM)主要影响地区,即,EA—WNP 的 EASSM 主要活动区。从图 5b 可见,与图 5a 在 120°E 以东结果大体相近,但是 EASSM 在 120°E 以西中国大陆的主要活动区比图 5a 要偏东一些,特别是青藏高原对 EASSM 的边界效应比图 5a 反映的更为偏东。为了便于同期比较,还用 NCEP 1958—2001 年资料作了与图 5b 相同内容的“东亚大陆和西北太平洋 1958—2001 年间 EASSM 建立范围”(图略,与图 5a 基本类同)。

5 EASSM 西部和北部边缘地带的平均位置年代变化

由 EA—WNP 20 世纪 50—90 年代及其各个年

代 EASSM 的西部和北部边缘地带平均变化(图 6)可见,90 年代西部边缘地带比多年平均偏东 1 个多经度,而北边缘位置却偏南约 3—5 纬度,表明 90 年代 EA—WNP 的 EASSM 北部边缘地带比西部边缘地带变化大。

6 结论和讨论

(1) 本文按作者曾定义的东亚夏季风建立的标准,以某一经度和纬度的 850 hPa 候平均图上 θ_{se} 达到 336 K 和南风 $\geq 4 \text{ m/s}$ 为阈值,利用 NCEP 资料,给出东亚—西北太平洋地区的东亚夏季副热带季风(EASSM)的定义,计算了 1948—2002 年 EA—WNP 的 EASSM 建立的平均时间(候)等时线空间分布,表明 EASSM 自南海北部(20°N)建立以后,在 35°N 以南,主要沿 110°E 稍偏西的方向向北推进,广西要稍早于广东,长江中游地区要早于长江中下游地区,在 35°N 以北,华北西南部稍早于华北东部,最后止于中国东北地区(于第 42 候)。经分析中国 618 个测站 1961—2005 年 EASSM 建立前后的

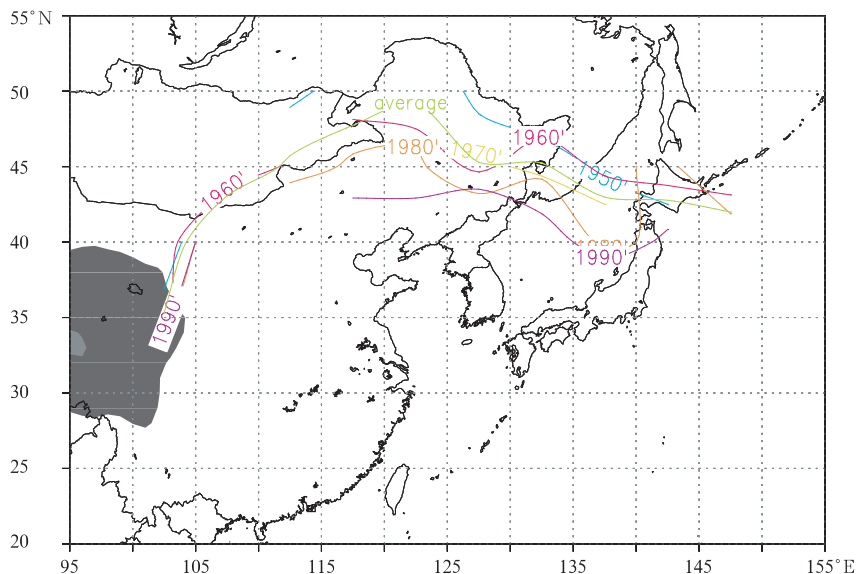


图 6 EA—WNP 20 世纪 50—90 年代及各年代 EASSM 的西部和北部边缘地带的平均变化分布

(阴影区为地形等高线在 3000 m 及以上的区域)

Fig. 6 The average and interdecadal change in the west and north edges of EASSM over the Eastern Asian continent-Northwest Pacific region from 1950s to 1990s (dark area: topography of above 3000 m)

候降水量正差值区与上述结论相匹配;除了继续向北推进的方向外,还有向西稍偏北的分支,107.5°E 以西的季风建立的等时线十分密集,而以东的等时线梯度很小,这与 107.5°E 以西青藏高原的地形高度高和阻挡有关。在 20°—25°N 还有明显向东的分支,这与西太平洋副热带高压从 5 月下旬逐渐向东撤和北进有关。总的分布表明,EASSM 先在大陆建立,而同纬度的中国近海和西北太平洋地区的夏季副热带季风后建立。与梁潇云等关于青藏高原对亚洲夏季风爆发位置及强度影响结果相近^[24]。

(2) 撤退的日期等时线则近于与建立等时线的相反分布,沿 120°E 的方向凸向南。表明中国东北地区 and 近海地区先撤退。

(3) 以 EA—WNP 的 EASSM 建立的概率等值线的空间分布,设阈值确定 EA—WNP 的 EASSM 活动范围。我们尝试定义 <35% 概率等值线的地区为其影响的边缘地带,其西边界由黑龙江省北部 48°N 附近向西南方向沿中蒙边境止于青藏高原的东北边界;北边界始于黑龙江省北部 48°N 附近向东南经由黑龙江省南部和俄罗斯滨海省穿过日本海,止于日本北海道南部(42°N、145°E),建立概率 ≥35% 和 ≤65% 地区为 EA—WNP 的 EASSM 中

度影响地区,或称拉锯式影响地区,主要位于东北地区中部,建立时间大都在第 40 候左右(7 月中旬),影响的候大都为 4、5 候,撤退时间大都在第 45 候(8 月中旬)以前;建立概率 >65% 的地区为 EA—WNP 的 EASSM 主要活动地区,建立的候大都在第 38 候(7 月上旬),影响时间 ≥6 候,撤退时间大都在第 46 候(8 月中旬末)以后。EA—WNP 的 EASSM 西部和北部边缘地区年代平均位置表明,北部边缘位置 20 世纪 90 年代比多年平均偏南 3—5 纬度,而西部边缘地区只比多年平均偏东 1 个纬度,与文献[25]所分析的中国东北地区中南部 1961—2000 年年降水量线性负倾向,而西北地区中部为正倾向结果基本一致。

(4) 用 EC 的再分析资料计算的结果表明,与 NCEP 的结果在 120°E 以东分布大体相近,而以西差异较大,利用 EC 计算的 EASSM 在中国大陆的主要活动区要比 NCEP 计算的范围偏小和偏东,可能是 EC 的客观分析对青藏高原的边界效应反映较为强烈,我们认为 NCEP 计算结果比 EC 更接近东亚夏季风活动实际。

(5) 本文提出了以观测计算每个经度和纬度夏季副热带季风建立时间(候)为核心的,给出建立概

率分布的阈值,来确定 EA—WNP 的 EASSM 活动的西和北边界带的一种方法,有可能为进一步研究夏季风的季内振荡提供较客观的参照标准。

参考文献

- [1] Ramage C S. Monsoon Meteorology. New York: Academic Press, 1971:296pp
- [2] 金祖辉,陈隆勋. 夏季东亚季风环流系统的中期变化及印度季风系统的相互关系//全国热带季风学术会议文集编写组. 昆明:云南人民出版社,1982:204-215
- [3] 陈隆勋. 东亚季风系统的结构及其中期变化. 海洋学报,1984(6):744-785
- [4] Tao Shiyun, Chen Longxun. A review of research on the East Asian summer monsoon in China//Chang C-P, Krishnamurti T N. Monsoon Meteorology. Oxford University Press, 1987:60-92
- [5] Krishnamurti T N, Bhalme H N. Oscillation of a monsoon system. Part I: Observational aspects. J A S, 1976, 33: 1937-1954
- [6] Zhang Renhe, Akimasa Sum, Masahido Kimoto. Impact of El Nino on the East Asian monsoon: A diagnostic study of the '86/87 and '91/92 events. J Meteor Soc Japan, 1996, 74: 49-62
- [7] Murakami M, Matsumoto J. Summer monsoon over the Asian continent and Western North Pacific. J Meteor Soc Japan, 1994, 72(5):719-745
- [8] Lau K M, Yang S. Climatology and interannual variability of the southeast Asian summer monsoon. Adv Atmos Sci,1997, 14:141-162
- [9] Lau K M, Kim K M, Yang S. Dynamical and boundary forcing characteristics of regional components of the Asian summer monsoon. J Climate, 2000, 15:306-325
- [10] Wang Bin, Li Tim, Ding Y-H, et al. East Asian-Western North Pacific monsoon a distinctive component of the Asian-Australian monsoon system//The 3rd International Workshop on Monsoon (IWM-III) (1) The Reviews on the Current State of Research/Forecasting of Monsoon. Hangzhou China, 2-6 November 2004: 27-68
- [11] 徐袁,钱维宏. 东亚季风边缘活动带研究综述. 地理学报, 2003,58(增刊):138-146
- [12] 汤绪,钱维宏,梁萍. 东亚夏季风边缘带的气候特征. 高原气象,2005,25(3):375-381
- [13] 杨建平,丁永建,陈仁升等. 近 50 年中国干湿气候界线波动及其成因初探. 气象学报,2003,61(3):364-373
- [14] 杨建平,丁永建,陈仁升等. 亚洲季风与中国干湿、农牧气候界线之关系. 地理科学,2005,25(4):441-447
- [15] 赵哈林,赵学勇,张铜会等. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题. 地球科学进展,2002,17(5):739-747
- [16] 丁一汇等. 南海季风试验与东亚夏季风. 气象学报,2004,62(5):561-586
- [17] 陈桦,丁一汇,何金海. 亚洲夏季风指数的重新评估与季风的长期变化. 气象学报,2006,64(6):770-789
- [18] 高辉等. 关于确定南海夏季风建立日期的讨论//何金海等. 南海夏季风建立日期的确定与季风指数. 北京:气象出版社, 2001:1-41
- [19] Sun Li, et al. The impacts of moisture transport of East Asian monsoon on summer precipitation in Northeast China. Adv Atmos Sci,2007,24(4):606-618
- [20] Zhu Qiangen, He Jinhai, Wang Panxing. A study of circulation differences between East-Asian and Indian summer monsoons with their interaction. Adv Atmos Sci, 1986, 3(4): 466-477
- [21] 王慧,丁一汇,何金海. 西北太平洋夏季风的气候学研究. 气象学报,2005,63(4):418-430
- [22] 廉毅,沈柏竹,高枫亭. 东亚夏季风在中国东北区建立的标准、日期及主要特征分析. 气象学报,2003,61(5):548-558
- [23] 廉毅,沈柏竹,高枫亭等. 关于确定东亚夏季风强度指数的探讨. 气象学报,2004,62(6):782-789
- [24] 梁潇云,刘屹岷,吴国雄. 青藏高原对亚洲夏季风爆发位置及强度的影响. 气象学报,2005,63(5):799-805
- [25] 廉毅,沈柏竹,高枫亭等. 中国气候过渡带干旱化发展趋势与东亚夏季风、极涡活动相关研究. 气象学报. 2005,63(5):740-749

A METHOD DESCRIBING THE SUBTROPICAL SUMMER MONSOON ACTIVE DOMAIN IN THE EAST ASIA-NORTHWEST PACIFIC REGION

Lian Yi^{1,2} Shen Baizhu^{1,2} Gao Zongting^{1,2} Li Shangfeng^{1,2}

*1 Laboratory of Research for Mid-High Latitude Circulation System
and East Asian Monsoon, Changchun 130062*

2 Institute of Jilin Meteorological Science, Changchun 130062

Abstract

The NCEP/NCAR global reanalysis data from 1948 to 2002, the ECMWF reanalysis data from 1958 to 2002, the National Climate Center (NCC) daily precipitation data at 618 stations in China, and the onset criterion of the East Asian subtropical summer monsoon (EASSM) defined by author, are used to investigate the northward and eastward marching domain of EASSM after its onset in the South China Sea, as well as the spatial-temporal distributive features of the onset, persistence, withdrawal of the EASSM. The results show that (1) except the northward marching main body of EASSM, there are also an eastward marching embranchment and a northwestward marching embranchment between 20° – 25° N; and the isochrones of onset date are very dense west of and sparse east of 107.5° E, displaying a north-convex polygonal line pattern along 110° – 115° E toward North China and Northeast China, which indicates the onset of the EASSM first over China mainland, and then successively over China offshore waters and the Northwest Pacific region at same latitudes. (2) The isochrones of withdrawal date are, on the contrary, a southward-convex polygonal line pattern with its convex points approximately along 120° E, suggesting the withdrawal of the EASSM first in Northeast China and China offshore waters. (3) The area with an influence probability of less than 35% is called the marginal influence region of the East Asia-Northwest Pacific EASSM. The north marginal region starts from 48° N in the north of Heilongjiang Province, goes southeastwards through Primorsky Kari in Russia and the Sea of Japan to Southern Hokkaido, and the west marginal region goes along the China-Mongolia border southwestwards to the Tibet Plateau. In the 1990s, the north marginal region was 3–5 latitudes south of the normal position, but the west marginal region only one longitude east of the normal.

Key words: East Asia-Northwest Pacific region, Summer subtropical monsoon, Onset and withdrawal, Active domain.