

南半球夏季风的爆发和撤退日期

Minoru Tanaka

(日本气象研究所)

摘要 采用 15 年(1978 年 4 月—1992 年 12 月)经纬网格为 1 度的地球静止卫星 5 天平均高云量资料对印度尼西亚、澳大利亚和新几内亚地区的夏季风季节循环、爆发和撤退日期进行分析。对上述资料的分析表明,用平均高云量大于 30% 的区域能定义热带对流区(ITCZ)云的季节循环。11 月与 ITCZ 相联系的高云区在爪哇和新几内亚北部增强,随后 12 月—1 月这些高云区向印度尼西亚东部和澳大利亚区域扩展。

关键词 南半球夏季风,爆发日期,撤退日期

1 引言

夏季风雨的爆发是对印度尼西亚农业有影响的重要事件。Boerewa(1926)和 de Boer(1948)首次对印度尼西亚地区季风进行了分析。他们的研究给出了降水的季节循环和干季的爆发和结束日期。其后,Hardjwinata 和 Muharjoto(1982)分析了 1978—1980 年 2134m 高空偏西风出现和印度尼西亚雨季的关系。他们得出结论说 10 天降水量大于 50mm 的区域大约与偏西风的范围一致。Eguchi(1983)分析了 1978 年 10 月—1979 年 9 月印度尼西亚卫星云迹风矢量得到的低层风(地面到 700hPa)和降水分布的关系。

南半球夏季风的系统研究一直只局限在澳大利亚地区。对该地区季风的分析首先是由 Troup(1961)进行的。他指出随着副热带急流向极移动季风明显爆发。

Murakami 和 Sumi(1982)利用全球大气研究计划第一期全球试验(FGGE)/冬季风试验(WMONEX)1978—1979 年资料,分析了澳大利亚夏季风的爆发和季内振荡。Daridson 等(1982,1984)进行了类似的研究,重点研究了澳大利亚季风的爆发。最近,Hendon 等(1989)分析了 1987 年澳大利亚季风试验(AMEX)期间季风爆发的大气环流。这些研究表明澳大利亚季风爆发期间 850hPa 西风的爆发和 200hPa 东风的强度增强。

Nicholls 等(1982)和 Nicholls(1984)研究了澳大利亚季风爆发日期的年际变化。最近 Holland(1986)研究了 1952—1982 年的季风爆发和撤退日期。Hendon 和 Liebmann(1990)又对 1957—1987 年季风爆发日期作了类似的研究。Holland(1986)根据达尔文的平滑的 850hPa 纬向风时间序列把西风第一次(最后一次)出现定义为季风爆发(撤退)日期,而 Hendon 和 Liebmann(1990)使用这些风资料和澳大利亚内 15°N 以北台站的区域平均降水量重点分析了大尺度分量。

McBride(1987)、Manton 和 McBride(1992)对澳大利亚季风最近研究作了全面的评述。

本文将研究印度尼西亚、澳大利亚和新几内亚(赤道~20°S, 100°E~170°E)南半球夏季风的爆发(撤退)日期和季节循环。本文所确定的爆发和撤退日期将与 Matsumoto(1992)绘制的 ECMWF 850hPa 和 200hPa 风资料进行比较。

2 资料

本文资料取自日本气象厅气象卫星中心的经纬网格为 1 度的地球静止卫星(GMS)5 天平均高云量资料。

所用的资料年限从 1978 年 4 月到 1992 年底。高云量由云顶温度低于 400hPa 气候平均温度的云覆盖的总网格面积的百分比来表示。资料中还有缺测时段,即 1978 年 4 月 21~25 日,1978 和 1979 年 6 月 30 日~7 月 4 日,1979 年 1 月 21~25 日,1984 年 5 月 31 日~6 月 29 日。

每年 73 个候,计算了每个候的平均高云量,由于有缺测资料,所以平均值为 6~15 年的平均。然后采用 1-2-1 滤波方法滤掉了小于约 7.5 天的高频噪声。

风资料取自 Matsumoto(1991 年)绘制的 45°N 到 20°S, 60°E 到 160°E 9 年(1980—1988 年)5 天平均经纬网格为 2.5 度的 ECMWF 850hPa 和 200hPa 的风分布图。

3 印度尼西亚、澳大利亚和新几内亚的夏季风季节

图 1 给出三个地区高云量的变化例子。实线表示 1-2-1 平滑资料,点线表示根据 23 个候(5 天平均)三角平均过滤掉季内变化后所获得的平滑季节循环。平滑掉了小于 60 天周期短期振荡的 95% 以上(Burroughs, 1978)。

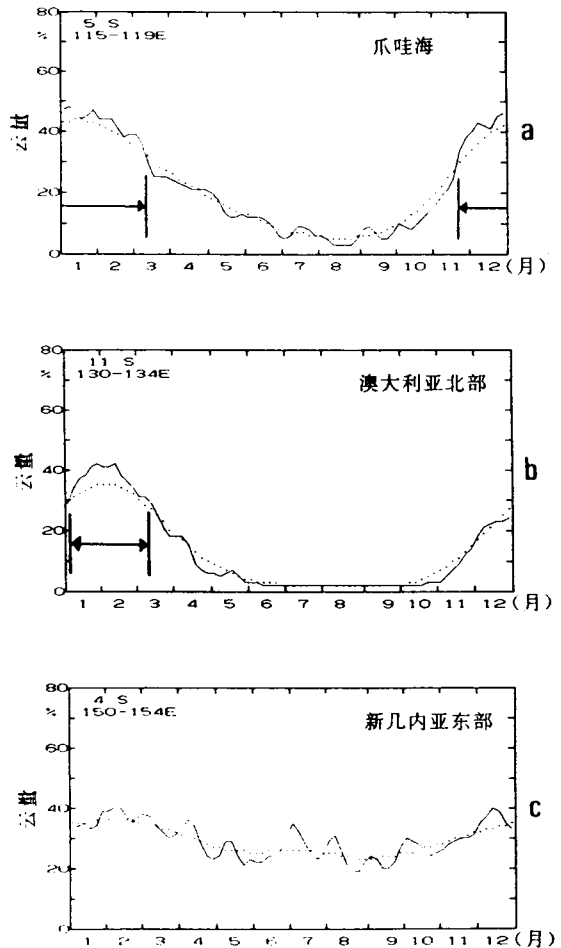


图 1 平均高云量(%, 1978—1992 年)时间序列, a) 5°S, 115°—119°E; b) 11°S, 130°—134°E; c) 4°S, 150°—154°E。实线表示 1-2-1 平滑的高云量,点线表示用 23 个候三角滑动平均滤掉季内变化获得的季节循环。箭头表示本文确定的季风季节

在爪哇海(5°S, 115°~119°E),季节循环变幅较大(近于 35%),而季内振荡很小,振幅近于 5%。在个别年份中,季内振荡较大。澳大利亚北部(11°S, 130°~134°E),季节振荡较大(近于 35%),而季内振荡近于 10%。冬季季内振荡较弱。最后,我们来看一下新几内亚东部(4°S, 150°~154°E)情况,季节循环很小(5%),这些年份中都能观测到季内振荡。

由于季风是一种季节现象,我们可以用 23 个候三角平均方法过滤掉季内变化的方法(见图 1 中点线),计算了印度尼西亚、澳大利亚、新几内亚以及北半球太平洋西部地区的季节循环变幅(图 2)。赤道

表 1 130°E 用 1-2-1 过滤的地球静止气象卫星(GMS)高云量*

南纬	12月					1月					2月					3月						
	6	11	16	21	26	31	5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	1	6	11	16	21
5	24	32	32	28	26	28	30	33	35	35	36	36	35	33	31	33	32	27	26	27	25	21
6	25	32	32	29	28	28	31	33	35	36	38	37	35	34	33	34	32	26	25	24	23	19
7	24	32	32	30	30	29	31	35	35	36	38	38	37	35	34	33	31	28	27	27	25	19
8	24	31	30	28	27	29	34	37	38	38	38	39	39	38	36	35	32	30	28	28	26	22
9	21	26	25	25	24	26	33	37	37	37	37	39	38	38	36	35	34	30	26	24	24	22
10	19	23	22	22	23	24	30	36	37	37	38	38	37	38	38	34	32	29	26	24	23	21
11	20	23	22	23	24	26	32	37	40	40	40	41	39	41	43	39	37	34	31	29	26	23
12	24	26	27	28	28	29	36	42	43	43	46	47	44	44	47	45	41	37	35	34	30	25

* 箭头为 Holland(1986)确定的达尔文夏季风时段,箭头上的黑点为 Hendon 和 Liebmann(1990a)确定的季节平均爆发日期(1月4日);实线为本研究中用 30% 阈值确定的热带季风爆发日期;顶行的日期为每候的最后一天。

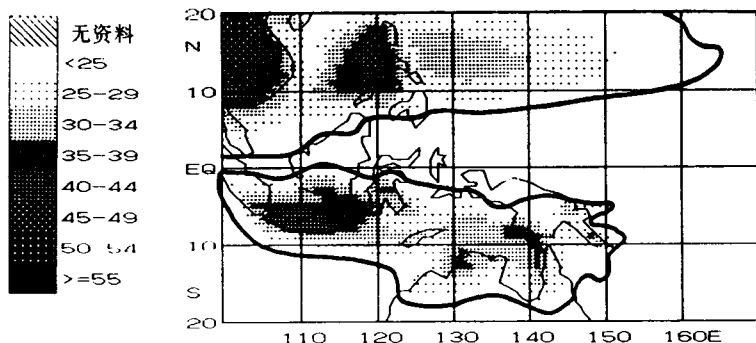


图 2 用 23 个候三角滑动平均获得的平均(1978—1992 年,陆地地区 1987—1992 年)高云量的季节循环变幅(%).粗线表示 20% 的数值,左侧表示云量的标尺

以北的计算值与 Tanaka(1992)的类似。南半球的季节循环变幅在爪哇海、帝汶海以及新几内亚以南地区最大,而在班达海和珊瑚海附近较小。

根据 Tanaka(1992),用季节循环变幅大于 20% 的区域定义为热带(ITCZ)季风区域。这样定义有效地删除了靠近赤道季节循环较小的区域。图 2 中粗线表示确定的南半球季风区域,包括印度尼西亚南部、澳大利亚北部和新几内亚南部。向东扩展的范围比 Murakami 和 Sumi(1982)用 850hPa 西风所定义的区域小,这是由于 150°E 以东季节循环的变幅小。

表 1 给出 130°E 达尔文附近的季风爆发和撤退日期。Holland(1986)定义的达尔文(12.4°S, 130.9°E)的气候平均爆发(撤退)日期是 12 月 24 日(3 月 7 日)。Hendon 和 Liebmann(1990a)确定的为 12 月 25 日,他们没有确定出撤退日期。

本研究中,15 年平均的高云量与上述这些爆发日期资料进行了比较(表 1)。在 12°S 达尔文附近 12 月 22—26 日平均高云量为 28%,3 月 7—11 日为

34%,1 月 1—5 日为 36%。Hendon 和 Liebmann(1990a)根据气候学的平均资料确定的季风爆发日期(1 月 4 日)与平均高云量大于 30% 的第一候相一致。季风爆发和撤退的平均日期(Holland, 1986)比平均高云量大于 30% 的第一候和最后一候约早 10 天。

由于气候平均所确定的爆发日期方法上类似于本研究,用平均高云量大于 30% 的第一候(最后一候)定义为澳

大利亚夏季风的爆发(撤退)日期。爆发和撤退日期之间的持续期间规定为夏季风季节,在图 1a 和图 1b 中用箭头表示。

4 澳大利亚夏季风的爆发和撤退期间高云量的空间分布

图 3 给出 11 月 2 日到 3 月 31 日夏季风的爆发和撤退时段的高云量的空间分布。这些图给出了用 1-2-1 过滤的平均高云量的变化情况。

图 3a(图略)给出印度尼西亚西部、马来西亚以及新几内亚中部山区 11 月 2—6 日高云量大于 30% 的分布。这些云区是马来西亚的初冬季风雨季,爪哇西部南半球夏季风云和新几内亚山区对流云。到 11 月 22—26 日(图 3b),爪哇东部、苏拉威西岛西部和新几内亚北部的高云量很快增加。

图 3c 为 12 月 7—11 日的分布。4°S 附近有一条高云量大于 30% 的云带。在班达海和新几内亚南部

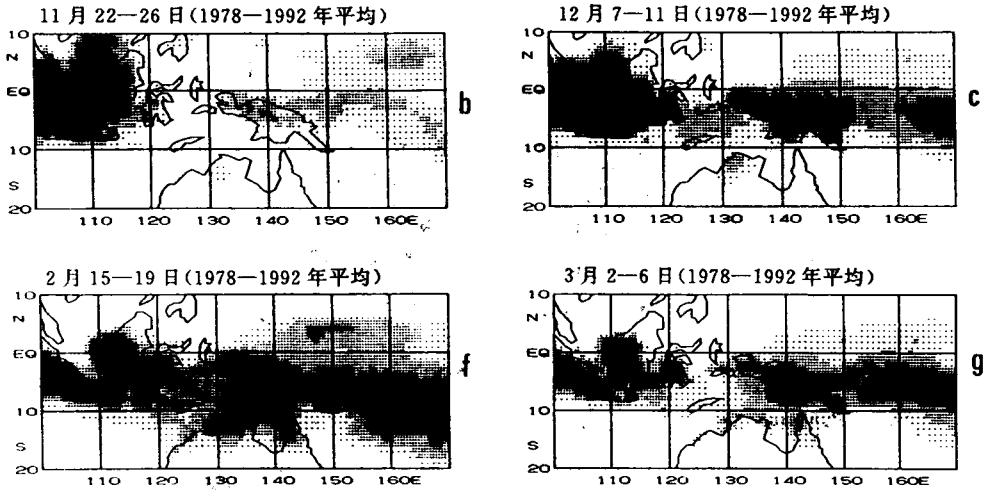


图3 1-2-1 过滤的平均高云量的空间分布,标尺见图2

高云量增加。1月1—5日(图3d,略)达尔文附近和卡奔塔利亚海湾东北部高云量增加。

图3e(图略)给出1月21—25日的分布。2月中旬以前澳大利亚北部地区高云量达到季节最大值。2月15—19日(图3f),云量中最大值出现在10°S, 160°E附近,这个时期之后,在帝汶海附近和澳大利亚北部的云量开始减少。

图3g给出3月2—6日的分布。帝汶海高云量减少。3月27—31日(图3h,略)澳大利亚北部和印度尼西亚东部云量减少。5月5—10日(图略)新几内亚海岸高云量减少。

5 用高云量确定的南半球夏季风的爆发和撤退日期

根据第3节定义的夏季风爆发(撤退)日期,图4和图5绘制了夏季风爆发(撤退)日期图。为了强化大尺度分布特点,删掉了孤立的小区。图4给出热带季风的爆发日期。新几内亚中部和澳大利亚北部的爆发日期比同纬度的邻近地区早15—60天。爆发日期向南推进的速率有明显变化。11月17日—12月11日和12月27日—1月10日向南推进很快。这两段之间,12月12—26日向南推进得非常慢。第一次快速推进是爪哇东部、班达海和新几内亚南部夏季风的爆发时期;第二次快速推进是澳大利亚北部夏季风的爆发时期。

图5给出盛夏之后夏季风的撤退日期。新几内亚和苏拉威西岛陆地上的对流云发展,那里的撤退日期比同纬度邻海晚60天以内。夏季风撤退日期的

向北移动表明撤退速率有明显变化。班达海撤退日期为2月25日—3月1日,澳大利亚北部为3月17—26日,这一段时间季风撤退得最快。

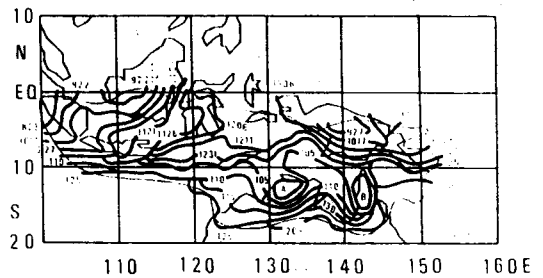


图4 用平均高云量大于30%阈值定义的热带季风爆发日期。粗曲线上的日期为每候的最后一天,“A”表示爆发日期为12月15日以前,“B”表示爆发日期为12月26日以前;细曲线是本研究中确定的热带季风区域的季节循环变幅20%外边界

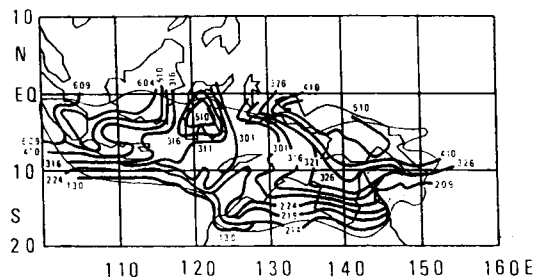


图5 同图4,但为热带季风撤退日期

6 用高空风确定的南半球夏季风的爆发和撤退日期

在热带季风区,夏季风爆发具有低层偏西风和高层偏东风的大尺度逆转的特性。因此,可根据欧洲中期天气预报中心的9年的5天平均格点风资料中同时观测到850hPa的西风 and 200hPa的东风来定义夏季风。于是,上述条件的第一候(最后一候)定义为澳大利亚夏季风的爆发(撤退)日期。两者中间的持续时间(至少连续3个候)定义为夏季风季节。

图6和图8给出了采用这种方法确定出来的夏季风爆发(撤退)日期。Matsumoto(1991)分析的东边界是在160°E。图6是夏季风的爆发日期。这张图表明夏季风的爆发日期向南推进更呈纬向分布,11月12日—12月1日和1月6—15日向南推进得最快。

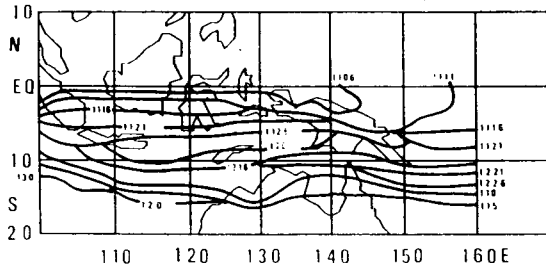


图6 根据850hPa西风和200hPa东风同时出现确定的夏季风爆发日期。资料为1980—1985年平均,其它同图4

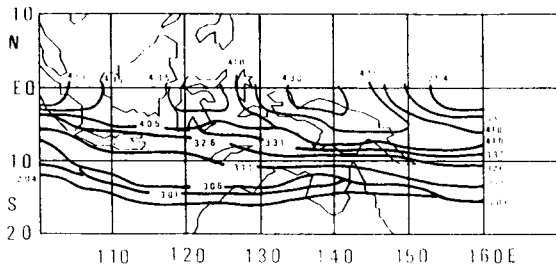


图8 同图6,但为夏季风撤退日期

图7(图略)给出图4和图6爆发日期的差。在新几内亚内陆和澳大利亚北部云量确定的爆发日期比用风确定的爆发日期早10—30天。另一方面,在佛罗勒斯海和班达海用云确定的爆发日期要晚30多天。

图8给出夏季风的撤退日期。撤退日期等值线呈纬向分布,新几内亚北部地区除外,那里大岛的地形影响是重要的。可以看到澳大利亚北部3月2—11

日,在赤道和7°S之间的印度尼西亚地区3月22日—4月15日撤退得最快。

图9(图略)给出图4和图8撤退日期的差。新几内亚内陆、澳大利亚北部、苏拉威西岛和加里曼丹岛南部用云确定的撤退日期比用风确定的撤退日期迟10—50天。另一方面,在班达海用云确定的撤退日期要早30多天。

在苏门答腊岛南部和爪哇岛西部用云确定的爆发(撤退)日期早(迟)于用风确定的爆发(撤退)日期。

7 印度尼西亚、澳大利亚和新几内亚地区夏季风的季节划分

第5节中指出热带季风的爆发和撤退日期的推进与撤退速率有显著的变化。这些变化量可能跟云量突变和季内振荡与季节循环之间的锁相有关系。曾用南半球夏季风区高云量的年变化来研究这种变化。

图10给出图2所定义季风区域(3°—14°S, 101°—150°E)内用1-2-1方法平滑过的高云量。可以看到,在爆发期间有三次快速增加时段(11月2—6日,12月27—31日和1月25—31日),而有两次缓慢或者稍微减少时段。在撤退期间,有三次快速减少时段(2月25日—3月1日,3月17—21日和4月11—15日),两次缓慢减少时段。

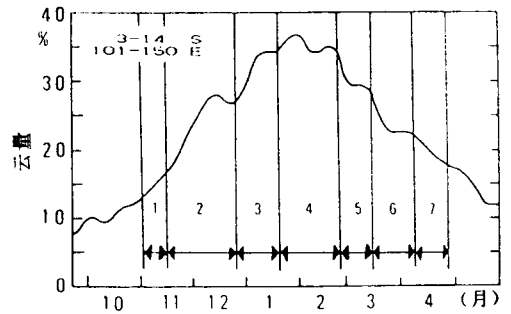


图10 3°—14°S, 101°—150°E 平均高云量(%)时间序列(1978—1992年,大陆地区1987—1992年平均)。实线为1-2-1平滑的高云量;箭号和数字表示本文定义的南半球夏季风的7个阶段

在爆发期间11月22—26日和1月1—5日的高云量中增加率两次最大的时间间隔约为40天。在撤退期间2月25日—3月1日和3月17—21日高云量中的减少率两次最大的时间间隔约为20天。此

外,2月5—9日还可见到一个较弱的减少率峰值。

这些波动变化揭示出季内振荡和季节循环的 40 天振荡和 20 天振荡(在撤退期间)之间有锁相现象。虽然在个别年份中季内振荡的变幅可以很大,但是,季内振荡和季节循环之间的锁相关系比北半球夏季小得多(Tanaka,1992)。

高云量的这些波动变化指出,主要根据高云量的突变,南半球夏季风可划分出 7 个阶段。图 10 中的箭号表示每个阶段的开始和结束。根据南半球夏季风第一次(最后一次)出现(图 6 和图 8)确定为第 1(第 7)阶段的开始(结束)。其它阶段是由高云量的增加(减少)率中的变化来定义的(图 10)。每一阶段开始高云量有一次快速增加(减少),并且一直持续到下一次快速增加(减少)的开始之前。下面给出每个阶段与夏季风云(风)的关系和近似日期:

第 1 阶段 11 月 2—16 日,4°S 以北用风确定的夏季风爆发。

第 2 阶段 11 月 17 日—12 月 26 日,印度尼西亚东部和中部以及新几内亚南部用云和风确定的夏季风都爆发。

第 3 阶段 12 月 27 日—1 月 20 日,澳大利亚北部用云和风确定的夏季风都爆发。

第 4 阶段 1 月 21 日—2 月 24 日,盛夏情况。印度尼西亚和澳大利亚云量大于 30% 的区域很大。澳大利亚北部用云确定的夏季风缓慢撤退。

第 5 阶段 2 月 25 日—3 月 16 日,帝汶海用云确定的夏季风快速撤退;澳大利亚北部用风确定

的夏季风撤退。

第 6 阶段 3 月 17 日—4 月 10 日,印度尼西亚中部和东部以及澳大利亚北部用云确定的夏季风撤退。

第 7 阶段 4 月 11—30 日,新几内亚南部大多数地区用云确定的夏季风撤退,用风确定的夏季风撤退。

8 结论

对 5 天平均地球静止气象卫星高云量资料的 15 年平均分析,揭示出印度尼西亚、澳大利亚和新几内亚南半球夏季风详细的季节演变。用云确定的夏季风爆发(撤退)表示出一系列的突然扩展(收缩),可能与诸如 20 天和 30—60 天季内振荡和季节循环之间的锁相有关,与北半球夏季(Tanaka,1992)相比较,这种锁相关系要小。

与用风确定的夏季风爆发和撤退期相比较,表示出澳大利亚北部大陆、新几内亚、苏拉威西岛和加里曼丹岛南部的对流云增加。在本研究所分析的地区内地球静止气象卫星高云量资料有均一的、连续的观测值。另一方面,降水和欧洲中期天气预报中心的风资料主要集中在海岛和陆地的孤立观测值上。因此,根据地球静止气象卫星高云量资料得到的爆发和撤退日期是夏季风的更可信赖的指标。

于淑秋译自 *J. Met. Soc. Japan*, Vol. 72, No. 2, 1994, 255—266,

朱福康校