

1997年中国夏季旱涝和北半球平流层平均环流分析*

陈兴芳 艾琬秀

(国家气候中心,北京 100081)

提 要

通过分析对应我国夏季三类降水型的北半球 50 hPa 平均环流场特征,表明 1997 年我国夏季降水异常的 50 hPa 环流特征,主要是从冬到夏大范围高度场偏高,极地涡旋冬季弱春季强,太平洋高压冬春异常加强。

关键词:夏季降水 50 hPa 高度场 异常

引 言

众所周知,平流层平均环流较之对流层平均环流要平稳得多,基本上以纬向气流占绝对优势.但是平流层平均环流同样也有着明显的不同时间尺度的气候变化,其中之一就是有规则的季节变化,一般冬季是低涡西风环流系统,夏季相反是高压东风环流系统,冬末春初(2~4月)和夏末秋初(8~9月)是冬夏环流的转换季节.除此以外,还有一种与季节关系不大的 QBO,在低纬赤道上空平流层东西风位相的准两年振动,平均周期为 26 个月.观测事实表明,无论是季节变化还是 QBO,也都存在着明显的年际变率.近年来已有一些工作研究了北半球 30 hPa 冬春平均环流的遥相关特征以及与我国气候变化的某些关系^[1~3],结果表明极区高纬的高度距平与中纬度的高度距平存在着符号相反的遥相关关系.文献[4]研究赤道平流层风的 QBO 与我国 7 月的降水关系后指出:西风位相年长江流域降水偏少,北方和华南降水偏多;东风位相年正好相反,长江流域降水偏多,华南和黄河中下游降水偏少.

本文从 1997 年我国夏季降水的异常来分析 50 hPa 平均环流的变化特点,从中揭示平流层中低层平均高度场异常变化与我国夏季旱涝的可能关系.本文使用的北半球 50 hPa 月平均高度 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 经纬度格点资料由两部分组成,1958~1991 年是德国柏林自由大学出版资料,1992~1997 年是中国气象局国家气象中心客观分析资料.

1 1997 年夏季我国降水异常与 50 hPa 平均环流场关系的分析

1.1 1997 年夏季我国的降水分布和旱涝

* 本文为国家“九五”重中之重科技项目 96-908-04-04-4 专题工作。
1997-12-11 收到,1998-03-02 收到修改稿。

图1是1997年6~8月我国夏季降水距平百分率分布图,降水分布的主要特点是北少南多,我国北方大部地区降水显著偏少,气温异常偏高,不少地方出现了历史上少有的连续高温天气,干旱严重.同时,由于夏季风较弱,雨带长期滞留在南方,江南和华南地区降水较多,部分地区发生洪涝.从而出现了北方干旱高温、南方洪涝凉夏的异常气候.

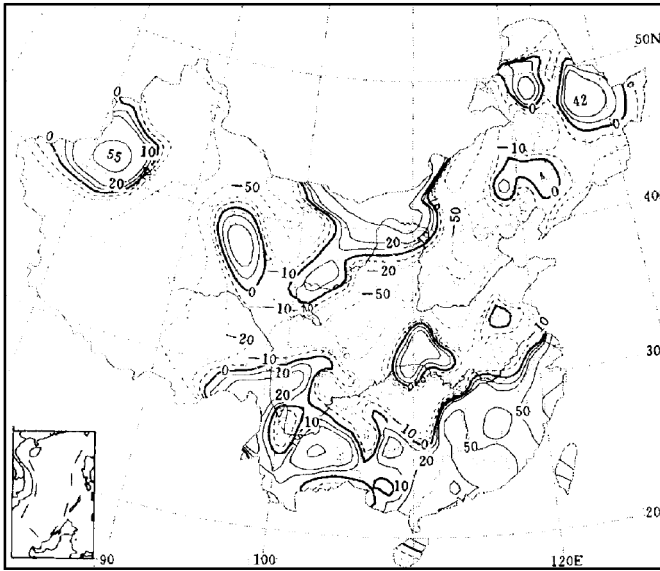


图1 1997年6~8月我国降水距平百分率图

1.2 夏季不同降水型的 50 hPa 平均环流特征

按照国家气候中心目前使用的全国夏季降水三种分布类型^[5],将1958年以来的年份分成北方类降水(17年)、黄淮类降水(12年)和南方类降水(11年)3组,计算相应的夏季北半球50 hPa平均高度距平合成图.由图2(a、b、c)可以看出,夏季不同的降水分布型其50 hPa平均高度距平场的分布有如下特点:①我国夏季降水主要多雨区在长江以北时(黄淮类和北方类降水),50 hPa平均高度距平场以负距平为主,其中黄淮类降水更显著,尤其是中低纬地区几乎全为负距平.相反,主要多雨区在南方时,50 hPa平均高度距平场明显偏高,整个北半球几乎都是正距平,中低纬度偏高更大.②对于北方类降水,夏季50 hPa平均高度距平场上的特点是,大陆地区几乎全为负距平,主要的负距平在亚洲东部至太平洋沿岸,负距平中心在我国东北地区附近上空.大西洋和西太平洋南部地区为正距平.显然东亚地区强大的负距平表明夏季50 hPa高压东风环流系统在亚洲地区减弱最显著(图2a).③对于黄淮类降水,夏季整个50 hPa平均高度场异常偏低,最强的负距平区在南亚一带,负中心在伊朗高原上空.另一个特点是,在北半球范围一片负距平场中,仅在北美高纬和亚洲高纬的东部上空各有一个正距平中心,其中东亚的正距平较北美的正距平范围要大些.表明在夏季50 hPa高压东风环流系统较弱的情况下,在东亚和北美上空局地加强(图2b).④对于南方类降水,夏季50 hPa整个平均高度场异常偏高,除了北美高纬地区有一块负距平外都是正距平,且随纬度降低正距平逐步增大.在北半球范围内,亚

洲地区正距平最强,正距平中心在青藏高原和伊朗高原上空.表明夏季 50 hPa 平均环流上空高压东风环流系统较强,并且在亚洲高原上空异常加强(图 2c).

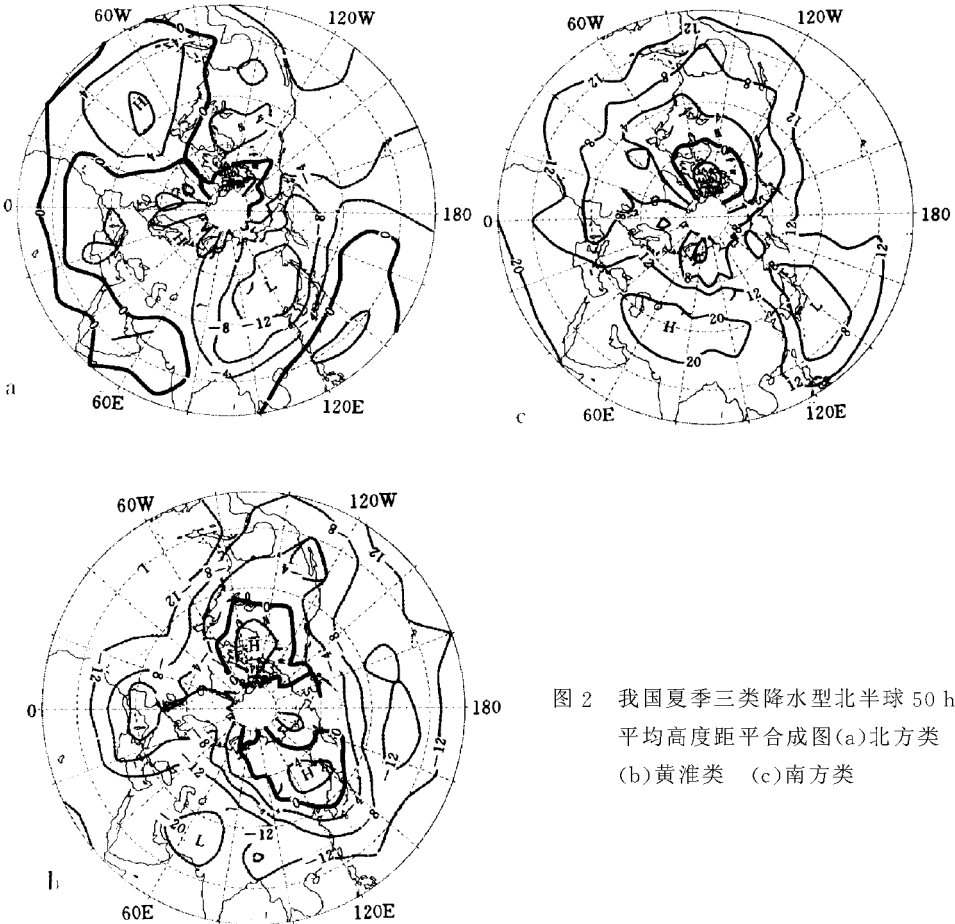


图 2 我国夏季三类降水型北半球 50 hPa 平均高度距平合成图(a)北方类 (b)黄淮类 (c)南方类

通过计算三类降水型的 50 hPa 高度距平方差以及相应正距平频次百分率分布图,表明图 2 中不同降水型平均高度距平场上的主要特征具有一定的代表性.在这三类降水的 50 hPa 距平方差图中,方差较小的是黄淮类降水,方差相对较大的是北方类降水.图 3 是北方类降水夏季 50 hPa 高度距平方差分布图,可以看到方差值一般小于 5 dagpm,只有少数区域达到 6 dagpm,在东亚至西太平洋的主要特征区,方差值比图 2(a)的平均高度距平值(>12 dagpm)要小得多.同时,在正距平频次百分率分布图上(图略),最大负距平频次百分率中心位于 110°E,50°N,其值为 71%,可见与图 2(a)中东亚的主要负距平区是一致的.对于黄淮类和南方类降水的情况也一样.

1.3 1997 年夏季北半球 50 hPa 平均环流场的异常变化及其对我国降水的影响

图 2 的分析结果表明,我国夏季降水的分布趋势与北半球夏季平流层平均环流的异常变化有一定的关系,尤其是亚洲和西太平洋地区相关更显著.当北半球 50 hPa 平均高

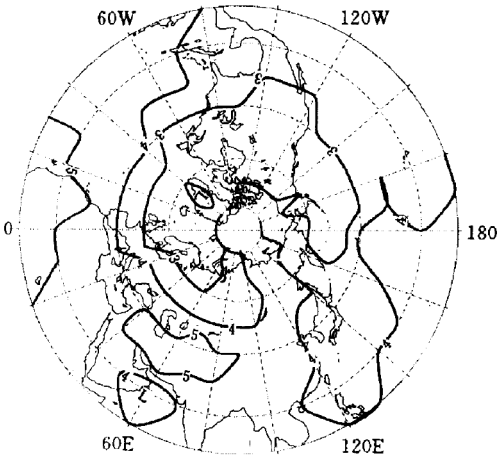


图3 我国夏季北方类降水的北半球
50 hPa 高度距平方差图

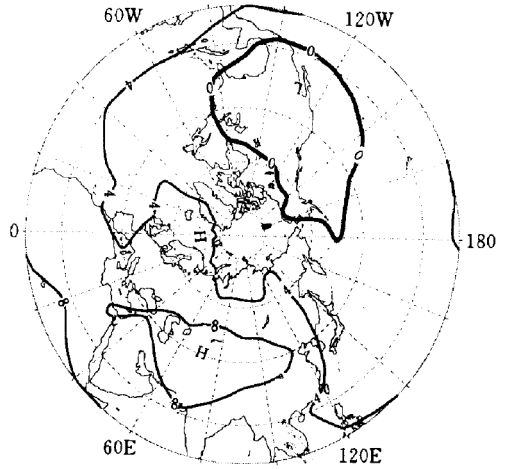


图4 1997年6~8月北半球50 hPa
平均高度距平面图

度大范围偏低时,我国夏季雨带相应偏北,如果同时东亚地区高度距平异常偏低时,可能出现北方类降水,如果东亚地区相反为正距平时可能出现黄淮类降水.当北半球50 hPa平均高度大范围偏高时,特别是亚洲高原地区距平异常偏高时,我国夏季雨带相应偏南,可能出现南方类降水.

那么,1997年夏季北半球50 hPa平均环流场的变化情况又是如何呢?从6~8月的分月平均环流场来看,6月份极区和高纬为正距平,中低纬以负距平占优势,主要负距平中心在北美和大西洋;7月份除北美为负距平外,整个北半球几乎都是正距平,低纬地区正距平值最大;8月份中高纬大部地区为负距平,低纬为正距平,亚洲高原地区也为较明显的正距平区.虽然1997年夏季50 hPa平均环流场的变化不是很稳定,月际变化较大,但3个月的平均环流有一个共同特点,就是夏季高压东风环流系统都是偏向于亚洲和高原地区,而北美地区相应减弱,这在1997年6~8月北半球50 hPa平均高度距平面图(图4)上有清楚的反映,在亚洲地区是较明显的正距平,高原附近地区是正距平中心,也是整个北半球正距平值最大的地区.与此相反,北美附近地区是负距平区.同时,从图4上还可以注意到,1997年夏季50 hPa北半球高度距平场上,除了北美—太平洋沿岸地区为负距平外,几乎都为正距平.显然,按照上述我国夏季降水与同期北半球50 hPa平均高度场的关系,图4与图2(c)有着极为相似的分布趋势,所不同的是1997年夏季50 hPa高度距平的变化幅度要小些,北美的负距平区较平均情况位置东移、范围扩大.

2 1997年冬春50 hPa平均环流演变特点与我国夏季降水关系分析

按照夏季3种降水类型,分析前期冬春北半球50 hPa高度距平合成图的变化情况,发现不同的降水型相应前期12月至翌年5月的50 hPa平均高度距平场有着不同的分布

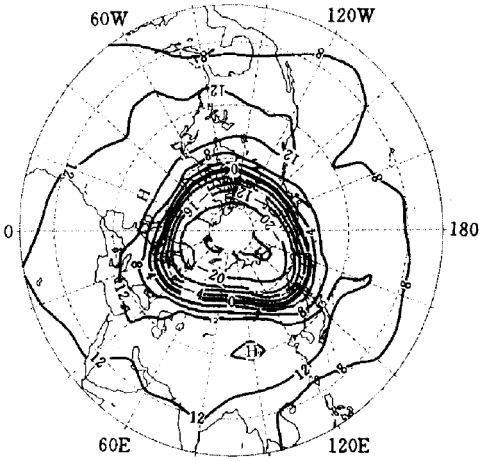


图5 1997年3~5月北半球50 hPa 平均高度距平图

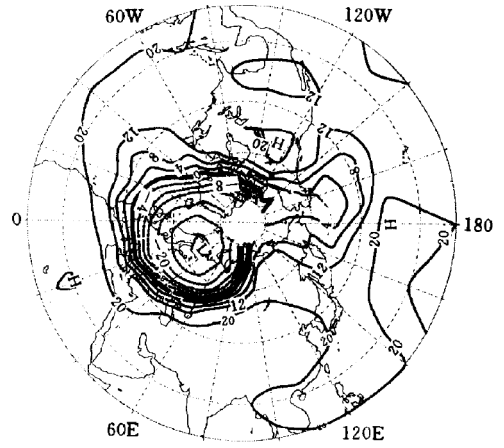


图6 我国夏季南方类降水型前期3~5月 北半球50 hPa 平均高度距平合成图

特点,其中春季更加显著.就3~5月北半球50 hPa 平均高度距平场来说,北方类降水对应春季高度距平场为西正东负,即东半球负距平,负中心在东亚,西半球是正距平,正中心在格陵兰一带.黄淮类降水正好相反,春季50 hPa 平均高度距平场为东正西负,即东半球中高纬为正距平,正中心在亚洲,西半球是负距平,负中心在北美东部.南方类降水则是另外一种分布形式,为北负南正型,整个北半球50 hPa 高度距平以正距平占优势,但中高纬地区有一个较强的负距平区,主要分布在欧洲至极区,负中心在北欧.

图5是1997年3~5月北半球50 hPa 平均高度距平图,由图可以看到其距平场的主要分布特点是,极区高纬为负距平,负中心在极地,中低纬都是正距平,正中心在亚洲高原地区.图6是我国夏季南方类降水的前期春季北半球50 hPa 平均高度距平合成图,对照图5和图6,可以看到他们是比较相似的,距平场分布为北负南正的形式,只是负距平的位置有些偏移.因此,这也表明1997年春季50 hPa 平均环流的异变,对我国夏季南方类降水也是有一定指示意义的.为进一步了解1997年冬春50 hPa 平均环流与我国夏季降水分布型的相关性,对12月至翌年5月50 hPa 平均环流总趋势、极涡和太平洋高压环流系统的演变特点进行对比分析.

2.1 1997年冬春50 hPa 平均高度场演变特点与我国夏季降水分布

上述分析表明,北半球50 hPa 高度距平的变化具有大尺度的特点,为了表征我国夏季降水与前期12月至翌年5月50 hPa 平均高度场的演变趋势,计算了北半球范围格点资料中正、负距平格点数分别占总格点数(288)的百分率,然后再计算正负格点百分率之差,以此表示整个北半球50 hPa 平均高度场偏高(正差值)或偏低(负差值)的总趋势.表1列出了这些统计数据.由表1可见,我国夏季三类降水型其前期12月至翌年5月50 hPa 平均高度距平场总趋势的变化是不同的.当夏季降水为中间多南北少时(黄淮类),冬春北半球50 hPa 平均高度场偏低;相反,冬春平均高度场异常持续偏高时,夏季降水为南

方类. 北方类降水则介于两者之间, 冬春 50 hPa 平均高度场为偏高趋势.

表 1 我国夏季三类降水型前期 12 月至翌年 5 月及 1996 年 12 月~1997 年 5 月北半球 50 hPa 平均高度距平场正、负距平格点数占总格点数的百分率差(%)

	月 份					
	12	1	2	3	4	5
北方类降水	-31	39	33	2	-20	-3
黄淮类降水	-84	-44	-31	-15	-43	-81
南方类降水	80	51	19	46	30	87
1996~1997 年	90	94	41	34	41	74

1996 年 12 月~1997 年 5 月北半球 50 hPa 平均高度距平场出现了持续异常的偏高, 从表 1 可以看到, 6 个月的百分率差值都非常大, 显然, 1996~1997 年冬春北半球 50 hPa 平均高度场的异常变化, 与南方类降水的前期环流演变特点是比较相似的.

2.2 1997 年冬春 50 hPa 极涡强度演变特点与我国夏季降水分布

用 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}\text{N}$ 二个纬圈上 50 hPa 的高度距平累加值作为极涡的强度指数, 计算夏季 3 种降水型前期 12 月至翌年 5 月的极涡强度指数, 反映我国夏季不同降水型前期北半球 50 hPa 极涡强度的演变特征. 由表 2 可见, 3 种降水型相应冬春极涡强度的持续性有一定的变化特征. 对于黄淮类降水, 冬春极涡一般较强(负值), 主要在前冬(12、1 月)和春季后期(4、5 月); 相反, 对于北方类降水, 极涡为偏弱趋势, 主要在隆冬(1、2 月); 对于南方类降水, 则表现为极涡强度季节变异大, 冬季(12、1 月)极涡异常减弱, 后冬至前春(2~4 月)极涡异常加强.

1996 年 12 月~1997 年 5 月 50 hPa 北半球极涡强度的演变特点是, 12 月至翌年 1 月极涡指数值很大, 即极涡异常减弱, 2~4 月极涡指数值持续为负值, 3~4 月负值很大, 表明春季极涡异常加强. 显然, 1997 年冬春北半球 50 hPa 极涡的演变过程与南方类降水的情况比较吻合.

表 2 我国夏季三类降水型前期 12 月至翌年 5 月及 1996 年 12 月~1997 年 5 月北半球 50 hPa 极涡强度指数

	月 份					
	12	1	2	3	4	5
北方类降水	-3710	6811	2501	-1382	3727	346
黄淮类降水	-2796	-10337	-405	2919	-1610	-1903
南方类降水	6513	3518	-2096	-1531	-2118	1551
1996~1997 年	3727	1404	-1121	-2718	-3017	726

2.3 1997 年冬春 50 hPa 太平洋高压强度演变特点与我国夏季降水分布

用 $140^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{W}$ 、 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 范围内 50 hPa 高度距平累加值作为太平洋高压的强度指数, 通过计算和分析 3 种夏季降水型前期冬春月份的太平洋高压强度指数, 反映我国夏季不同降水型前期太平洋高压的演变特征. 表 3 的数值表明, 当太平洋高压冬春持续偏弱时, 我国夏季降水偏北(北方类或黄淮类), 当太平洋高压冬春持续偏强时, 我国夏季降水为南方类. 虽然这种对比关系对于黄淮类和北方类降水还不是很突出, 但是对于南

方类降水则是非常明显的.也就是说,当北半球 50 hPa 太平洋高压在冬春持续异常加强时,对应我国夏季雨带偏南,为南方类.

1996 年 12 月~1997 年 5 月北半球 50 hPa 太平洋高压高度变化的特点是冬春持续加强,从太平洋高压强度指数的月际变化来看,与南方类降水的情况极为一致.

表 3 我国夏季三类降水型前期 12 月至翌年 5 月及 1996 年 12 月~1997 年 5 月北半球 50 hPa 太平洋高压强度指数

	月 份					
	12	1	2	3	4	5
北方类降水	-122	-32	-71	-56	-151	-23
黄淮类降水	-184	-165	-283	-404	-285	-83
南方类降水	307	196	348	460	437	109
1996~1997 年	104	106	217	256	170	25

3 小 结

(1)我国夏季降水 3 种分布类型在北半球 50 hPa 平均环流场上有一定的反映,这种不同降水型的平流层环流的差异,在亚洲至西太平洋地区更加明显.不同降水型与 50 hPa 高度场的对应关系不仅同期有,而且早在春季就有相应的表现.当春季北半球 50 hPa 平均高度距平场在东亚为异常负距平,且夏季持续异常负距平时,我国夏季雨带偏北,为北方类降水.反之,当春夏季东亚 50 hPa 平均高度距平为异常正距平时,我国夏季降水为黄淮类.当春季 50 hPa 平均高度异常偏高,夏季继续异常偏高时,我国夏季雨带偏南,为南方类降水.

(2)1997 年夏季我国出现了北方炎热干旱南方雨涝凉夏的异常气候,这可能与北半球平流层环流的异常变化也有一定关系.1997 年春夏季北半球 50 hPa 高度场在中低纬大部地区持续偏高,太平洋高压环流异常加强,亚洲高原地区高度场异常偏高,50 hPa 平均高度距平场的这种分布特征,与我国夏季南方类降水的环流特征是完全一致的.

(3)我国夏季 3 种降水型与北半球 50 hPa 平均高度场的不同对应关系中,注意到春季环流的季节变化比较重要,同时东亚和亚洲高原地区高度场的异常变化是最为关键的区域,而这些也是对流层平均环流与我国夏季降水关系中的重要方面,这也说明本文分析的平流层环流与我国夏季降水的关系不是偶然的.这种关系的物理联系将在以后的工作中作进一步的研究.

致谢:南京气象学院葛玲教授提供 1958~1991 年 50 hPa 格点资料,仅致谢意.

参 考 文 献

- 1 葛玲,贾子冰. 北半球早春 30 hPa 遥相关特征、起因及其与赤道海温异常. 南京气象学院学报, 1995, **18**(3): 337~343.
- 2 葛玲,假拉. 北半球冬季 30 hPa 遥相关特征及其与我国气候异常. 南京气象学院学报, 1995, **18**(4): 524~529.
- 3 葛玲,假拉. 早春 30 hPa QBO 与北半球月平均高度场遥相关型. “八五”长期天气预报理论和方法的研究, 北京: 气象出版社, 1996. 55~60.
- 4 廖荃荪,王永光. 赤道平流层纬向风准两年振荡与我国 7 月主要雨带位置和东亚环流的关联. 应用气象学报, 1998, **9**(1): 104~108.
- 5 廖荃荪,陈桂英,陈国珍. 北半球西风带环流和我国夏季降水. 长期天气预报文集, 北京: 气象出版社, 1981. 103~104.

ANALYSIS OF SUMMER DROUGHT/FLOOD IN CHINA AND 50 hPa MEAN CIRCULATION OVER THE NORTHERN HEMISPHERE IN 1997

Chen Xingfang Ai Wanxiu

(*National Climate Center, Beijing 100081*)

Abstract

Through analysing the features of 50 hPa mean circulations over the Northern Hemisphere for three summer rainfall patterns in China, it is shown that the features of 50 hPa circulation for summer precipitation anomaly over China in 1997 are mainly expressed as the higher geopotential height of large area from winter to summer, and weaker polar vortex in winter and stronger in spring, and strengthening for the Pacific high anomaly in winter and spring.

Key words: Summer precipitation 50 hPa height field Anomaly