

北半球1月和7月纬偏场遥相关 结构分析^{①②}

衣育红^③ 潘桃

(中国科学院兰州高原大气物理研究所)

黄建平 丑纪范

(兰州大学大气科学系)

提 要

本文利用1951—1986共36年资料对北半球500hPa 1月和7月纬偏场的遥相关结构进行了分析。结果表明：冬季纬偏场的遥相关结构与位势高度场的遥相关结构一致，都存在5种呈经向分布的遥相关型。但在夏季，位势高度场中的遥相关现象不明显，纬偏场中却存在4种呈纬向分布的遥相关型。对比纬偏场1月和7月的遥相关结构，发现两者存在明显差异。

关键词 高度的纬偏场 遥相关

1、引 言

自从Wallace和Gutzler^①利用单点相关法发现了北半球冬季500hPa高度场中存在5种遥相关型以来，遥相关现象越来越引起了人们的注意，许多作者从观测、理论和数值模拟几个方面对此进行了深入的研究^{②-④}。但是这些研究基本上限于冬季。这并不意味着冬季以外的季节遥相关现象就不存在，只是由于所采用的资料和分析方法使它们没有被揭示出来，本文在这方面进行了一些探索。

由于长期天气异常具有驻波性，因此在进行遥相关分析时应设法把这种性质突出出来，纬偏场正是具有这种良好性质的统计量^⑤，它不仅能够突出环流异常的驻波性质，而且还能够反映海陆热力差异的异常对环流异常的影响。

基于上述原因，本文利用1951—1986年纬偏场资料研究了北半球1月和7月500hPa的遥相关结构。这里纬偏场 $\bar{z}' = \bar{z} - \bar{z}'$ 、 \bar{z}'' 是月平均高度场 \bar{z} 的纬向平均。高度资料取自国家气象局整理的1951—1986年北半球10—80°N，10°×10°网格点资料。

① 1988年7月29日收到，1989年2月22日收到修改稿。

② 本文属国家教委高等学校博士点专项科研基金32860410课题。

③ 现在地址：北京大学地球物理系。

在分析遥相关结构时采用文献[1]中的单点相关图方法。这里自由度为 34, 置信水平为 99% 的显著性相关系数为 0.42。

2、冬季 1 月 500 hPa 纬偏场的遥相关

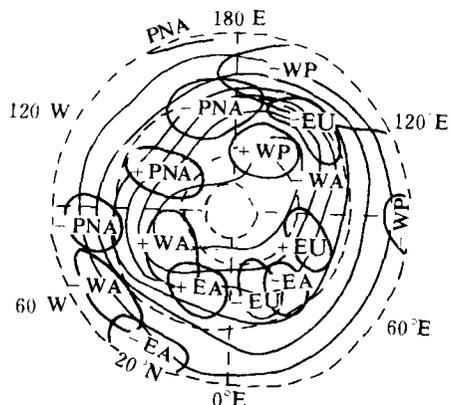


图 1 冬季月平均 500 hPa 高度资料主要的同时遥相关型示意图

粗线包围的区域表示在相关统计分析中得到的 $|r| > 0.6$ 的 5 个最强的分布类型的中心。正负号表示每个类型内部相关的含义; 相同(不同)的符号中心相互之间正(负)相关。细线表示冬季 500 hPa 月平均高度

Fig. 1 The teleconnection map of 500 hPa winter mean height field (from Wallace et al., 1981).

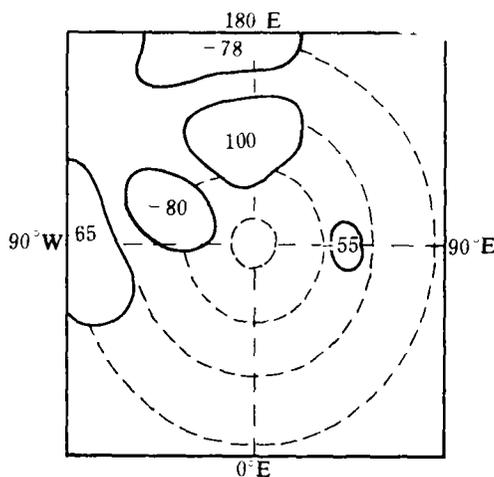


图 2 以(50°N, 170°W)为基点和全场各点 50 hPa 纬偏场的同期单点相关图

阴影区表示与远处格点相关系数 $|r| > 0.5$ 的相关区, 负号表示负相关, 无负号为正相关,

图中所示的相关系数均扩大 100 倍。

Fig. 2 Single-point correlation map of zonal anomaly field of monthly mean height for the grid point (55°N, 170°W) to all the rest points in January. Shaded areas show the regions where $|r| > 0.5$, the $|r|$ are amp lified by 100 time.

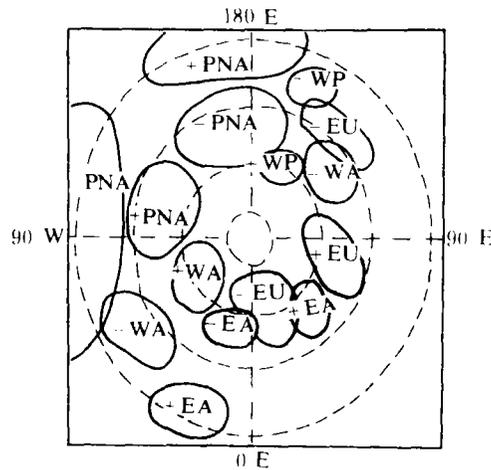


图 3 1月 500 hPa 纬偏场主要的同时相关类型示意图

粗实线为 5 个型指数与局地 500 hPa 高度相关系数 ±0.5 的等值线, +、- 号为每个强相关区的内部相关关系。圆点表示遥相关型最强相关中心。

Fig. 3 Schematic diagram of mainly correlation patterns of zonal anomaly field of 500 hPa monthly mean height in January. The thick lines show five teleconnection patterns and the regions where $|r| > 0.5$, the black circles are the centers of correlation.

文献[1]对北半球冬季月(12, 1, 2月)500 hPa 高度场的遥相关结构的分析结果见图 1。他们使用了 1962—1977 年共 45 个月的 500 hPa 高度资料, 得到 5 个遥相关型。1) 大西洋东部型(EA), 2)太平洋北美型(PNA), 3)大西洋西部型(WA), 4)太平洋西部型(WP), 5)欧亚大陆型(EU)。

为了比较纬偏距平场和文献[1]中遥相关结构的差异, 我们首先考察了 PNA 型在纬偏场中的反映。图 2 是以 PNA 型的一个强相关中心(50° N, 170° W)为基点的单点相关图。从图中我们可以看到基点附近区域与加拿大西部(50° N, 110° N)和太平洋中部(30° N, 170° W)区域呈明显的强负相关。相关系数分别达-0.80 和-0.78。与墨西哥湾区域呈强的正相关。最大相关系数为 0.68。这种遥相关型的分布与文献[1]中的 PNA 型的分布十分一致。

为了进一步考察纬偏场和高度场遥相关结构的差异, 我们计算了全场 288 个点的单点相关图, 综合统计得到纬偏场全场遥相关分布, 如图 3 所示。

由图 3 我们可清楚地看到文献[1]中的 5 种遥相关型在纬偏场中亦存在, 而且位置基本不变。但是纬偏场中的遥相关型与文献[1]中的遥相关型相比, 强度有所变化, 如图 1 和图 3 所示。

对比图 1 和图 3, 我们可看到: 在图 1 中加拿大西部格点与美国东南格点间负相关可达-0.72, 而图 3 中只有-0.66; 在图 1 中, 其与太平洋中部地区负相关为-0.86, 而图 3 中为-0.82。变化最大的是太平洋西部型中格点间的负相关, 在图 1 中可达-0.85, 而在图 3 中只有-0.57。其它遥相关型强度也有变化, 但差异不大。

从上面的分析说明: 文献[1]中从月平均距平场得到的遥相关型在月平均纬偏场中也能得到。虽然遥相关强度有些变化, 但其地理位置不变, 基本形式都是一致的。

3、夏季 7 月 500 hPa 纬偏场的遥相关

为了研究夏季 500 hPa 遥相关的结构, 我们对 7 月全场各点(288 个)作单点相关图综合统计得到图 4 和图 5。由图 4 和图 5 可看到: 夏季 500 hPa 纬偏场存在 4 种强相关中心, 下面分别讨论之。

3.1、东太平洋-红海型(EPR 型)

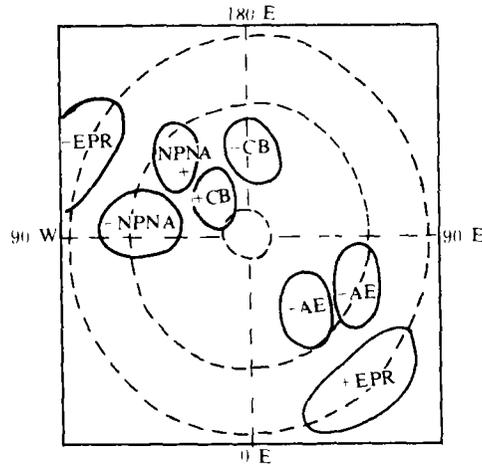


图 4 夏季 7 月 500 hPa 纬偏场主要的同时相关型示意图

实线是相关系数 $r = \pm 0.6$ 等值线

Fig. 4 As Fig. 3, but for July. The solid lines are the isograms with the values of $r = \pm 0.6$.

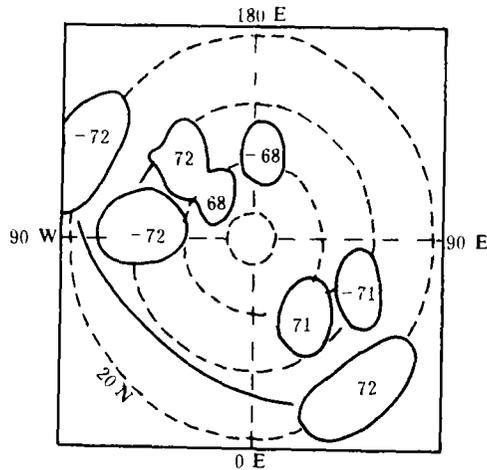


图 5 夏季 7 月 500 hPa 纬偏场主要的同时相关型示意图

阴影区表示与远处格点强的负相区, 阴影区高达-0.6

Fig. 5 As Fig. 4 but for showing the correlation degree.

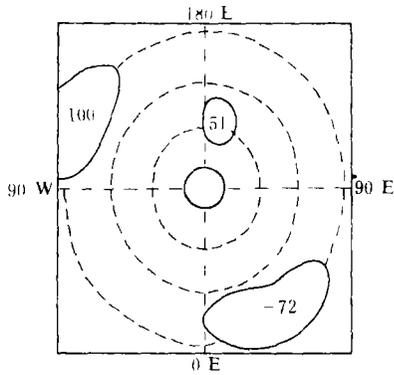


图 6 以(20° N, 120° W) 为基点的单点相关图

Fig. 6 As Fig.2 but for the point (20° N, 120° W) in July .

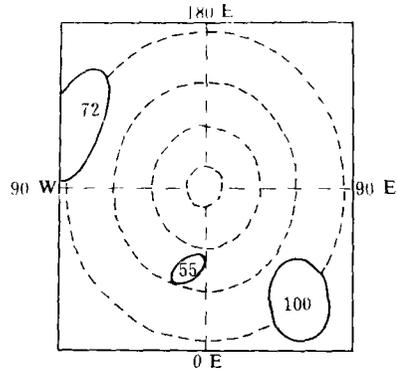


图 7 以(20° N, 40° E) 为基点的单点相关图

Fig. 7 As Fig. 6 but for the point (20° N, 40° E).

表 1 东太平洋-红海型所在格点间的相关系数

Table 1 Correlation coefficients among grld points in East Pacific-Red Sea (EPR) pattern.

相关系数		东太平洋区域各格点				
		20° N 130° W	20° N 120° W	20° N 110° W	20° N 100° W	10° N 110° W
红海区域各格点	20° N 20° E	-0.62	-0.58			
	20° N 30° E	-0.50	-0.66	-0.52		
	20° N 40° E	-0.53	-0.72	-0.67		-0.64
	20° N 50° E		-0.67	-0.66	-0.54	-0.49
	20° N 60° E		-0.52			

表 2 北太平洋-北美型所在格点间的相关系数

Table 2 As Table 1 but for North Pacific-North America (NPNA) pattern.

相关系数		北太平洋区域各格点				
		50° N 140° W	50° N 130° W	50° N 120° W	40° N 140° W	40° N 130° W
北美大陆各格点	50° N 100° W	-0.60	-0.59		-0.44	-0.55
	50° N 90° W	-0.55	-0.72	-0.50		-0.54
	50° N 80° W		-0.50	-0.51		
	40° N 110° W	-0.52			-0.57	
	40° N 100° W		-0.67	-0.59		
	40° N 90° W		-0.54	-0.70		
	40° N 80° W			-0.58		
	30° N 90° W			-0.60		
50° N 110° W				-0.62		

图 6 和图 7 分别以(20° N, 120° W)和(20° N, 40° E)为基点的单点相关图。由图 6 和图 7 可以看到: 在(20° N, 120° W)和(20° N, 40° E)附近的格点间呈明显强的负相关。最大相关系数可达-0.72, 其下垫面是墨西哥南部的东太平洋区域和介于非洲和亚洲之间的红海附近区域。另外, 在表 1 中给出了它们所在格点间相关系数的分布情形。

3.2、北太平洋-北美型(NPNA 型)

作各点单点相关图时, 我们发现在格点(50° N, 130° W)和(50° N, 90° W)附近区域之间呈明显的负相关。最大相关系数可达-0.72, 其下垫面是北太平洋和北美大陆称北太平洋-北美型。此遥相关型颇似 PNA 型中北太平洋中部与北美大陆的加拿大西部格点间的负相关。但 NPNA 型没有象 PNA 型那样在高低纬之间也存在强相关。这一点从图 8 和图 9 上看得十分清楚。表 2 给出了这个遥相关型所在格点间的相关系数。

3.3、亚欧型(AE 型)

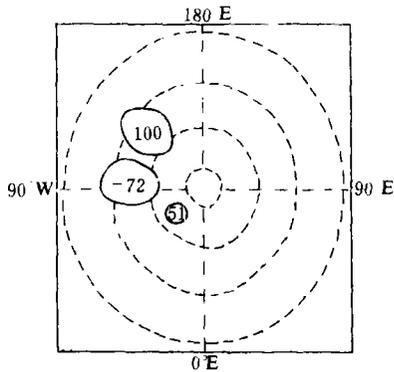


图 8 以(50° N, 130° W)为基点的单点相关图

Fig. 8 As Fig. 6 but for the point(50° N, 130° E).

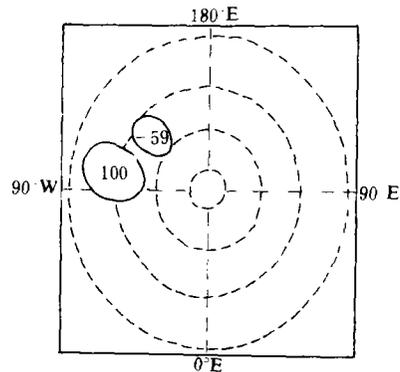


图 9 以(40° N, 100° W)为基点的单点相关图

Fig. 9 As Fig. 6 but for the point(40° N, 100° W).

表 3 亚欧型所在格点间的相关系数

Table 3 As Table 1 but for Asia-Europe (AE) pattern.

相关系数	东欧区域各格点					
	60° N 30° E	60° N 40° E	60° N 50° E	60° N 60° E	50° N 30° E	50° N 40° E
亚洲西部区域各格点						
60° N 70° E	-0.58				-0.47	
50° N 80° E	-0.57	-0.49				
40° N 50° E					-0.50	
40° N 60° E	-0.53	-0.56	-0.45		-0.71	-0.63
40° N 70° E	-0.55	-0.70	-0.66	-0.56	-0.59	-0.70
40° N 80° E	-0.42	-0.57	-0.59	-0.54		-0.55

亚欧型是在青藏高原西部与东欧大平原之间存在的强的负相关。最大相关系数可达-0.71。此遥相关型在位置上很象冬季EU型中亚洲北部与欧洲西部之间的负相关。但冬季EU型由3个强相关中心(60°N, 10°E), (60°N, 80°E)和(40°N, 130°E), 而AE型只有两个强相关中心, 而且中心之间距离较近。从图10和图11中可清楚地看到: 两个互为负相关的系统紧靠一起, 两中心(40°N, 60°E)和(50°N, 30°E)仅相隔30个经度, 故为了与冬季EU型区别, 我们称之为AE型。由表3给出了此遥相关型所在格点间的相关系数情况。

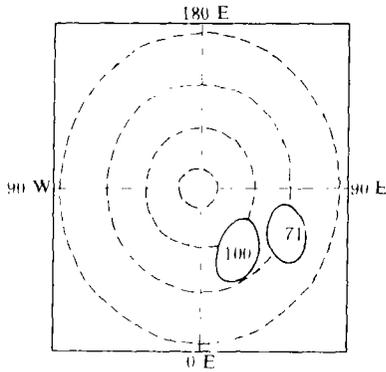


图 10 以(50°N, 30°E)
为基点的单点相关图

Fig. 10 As Fig. 6 but for the
point (50°N, 30°E).

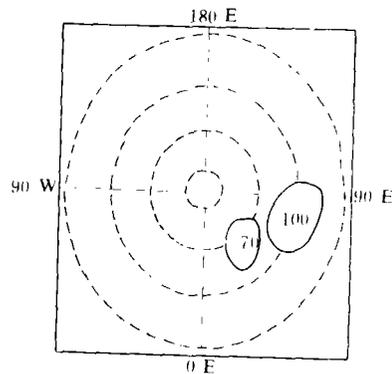


图 11 以(40°N, 70°E)
为基点的单点相关图

Fig. 11 As Fig. 6 but for the
point (40°N, 70°E).

3.4. 加拿大-白令型(CB)

此型是在加拿大北部区域与阿留申群岛北部的白令海域之间存在的负相关, 称之为加拿大-白令型。其间相关系数最大可达-0.68(点(60°N, 170°E)与(70°N, 130°W))

表 4 加拿大-白令型所在格点间的相关系数

Table 4 As Table 1 but for Canada-Bering Sea (CB) pattern.

相关系数		加拿大西部格点				
		70°N 150°W	70°N 140°W	70°N 130°W	70°N 120°W	70°N 110°W
白 令 海 域 各 格 点	60°N 150°E	-0.53	-0.46			
	60°N 160°E	-0.63	-0.58	-0.51		
	60°N 170°E	-0.57	-0.67	-0.68	-0.56	
	60°N 180°E		-0.54	-0.63	-0.58	-0.49
	50°N 170°E	-0.48	-0.57	-0.62	-0.56	-0.48
	50°N 180°E		-0.51	-0.57	-0.51	

之间的相关系数)。图 12 和图 13 分别是以点(60° N, 170° E)和(70° N, 130° E)为基点的相关图。它们可直观地反映此遥相关型的位置。由表 4 给出了它们所在格点间的相关系数分布情况。

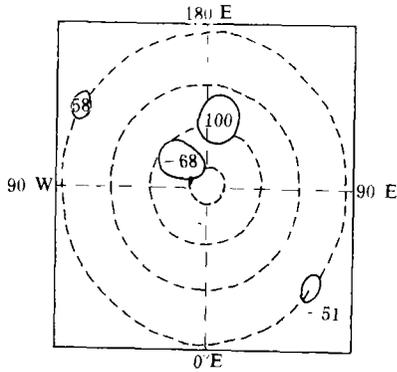


图 12 以(60° N, 170° E)为基点的单点相关图

Fig. 12 As Fig. 6 but for the point (60° N, 170° E).

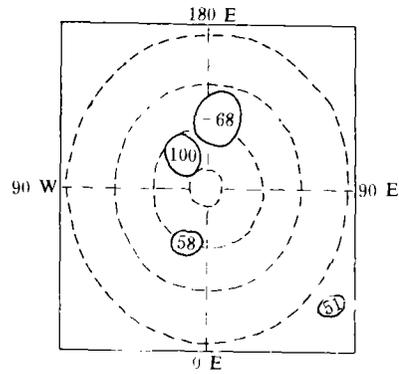


图 13 以(70° N, 130° W)为基点的单点相关图

Fig. 13 As Fig. 6 but for the point (70° N, 130° W).

表 5 冬季 500 hPa 纬偏距平场各纬度间的相关系数

Table 5 Correlation coefficients of zonlly anomaly fields of height among various latitudes in January.

	80° N	70° N	60° N	50° N	40° N	30° N
70° N	0.84					
60° N	0.35	0.73				
50° N	-0.45	-0.33	0.18			
40° N	-0.48	-0.66	-0.59	0.52		
30° N	-0.34	-0.57	-0.69	-0.08	0.67	
20° N	-0.04	-0.16	-0.10	-0.09	-0.01	0.49

表 6 夏季 500 hPa 纬偏距平场各纬度间的相关系数

Table 6 As Table 5 but for July.

	80° N	70° N	60° N	50° N	40° N	30° N
70° N	0.48					
60° N	-0.23	0.33				
50° N	-0.23	-0.20	0.40			
40° N	-0.02	-0.13	0.05	0.71		
30° N	-0.04	-0.09	0.12	0.44	0.69	
20° N	0.04	-0.04	0.16	0.35	0.33	0.77

综上所述,夏季纬偏场中也存在强的遥相关,其分布特点是呈纬向型,其中EPR型呈纬向对称分布;另3种遥相关型虽有经向分布趋势,差异却不大,最大经向差为10个纬度,而冬季遥相关型分布特点是呈经向型,例如PNA型中高低纬之间的相关中心间隔可达30个纬度。WP型、WA型及EA型均呈明显的经向分布。那么夏季的遥相关在以往的文献中为什么没有明确地指出呢?这可能与我们所用的资料有关。由于纬偏场资料突出了纬向海陆分布差异。这样便使原高度场中夏季不明显的呈纬向分布的遥相关现象被突出出来,而对冬季无多大影响。另外,我们又分析了冬季和夏季500 hPa纬偏距平场各纬度之间的相关系数,见表5和表6。表中更清晰地显示出冬、夏遥相关的分布特点。例如,冬季 40°N 与 70°N 间的相关系数为 -0.66 ,夏季时为 -0.13 ;冬季 30°N 与 60°N 间相关系数为 -0.69 ,而在夏季为 0.12 。

4、结 束 语

通过对冬季和夏季的代表月1月和7月500 hPa纬偏场的遥相关分析,得到了1月和7月遥相关结构。其特点是:冬季遥相关结构呈明显经向分布,夏季呈纬向分布。冬季高低纬之间相互作用明显,而夏季高低纬之间相互作用不明显。

本文结果初步显示了遥相关现象的季节变化。我们认为研究遥相关现象的时间演变以及时空四维遥相关对于认识环流异常的形成与演变是十分重要的。不足的是这里我们只分析了两个月的结果,许多工作尚待进一步研究。

参 考 文 献

- (1) Wallace, J. M. and Gutzler, D. S. ; Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere Winter, *Mon. Wea. Rev.*, 1981, Vol. 109, No. 4, 784—812.
- (2) Gambo, K and K, Kudo, Teleconnections in the zonally asymmetric height field during the Northern Hemisphere Summer, *J. Meteor. Soc. Japan*, 1983, Vol.61, No. 6, 829—837.
- (3) 王盘兴等, 北半球1月500 hPa高度场遥相关结构分析, 南京气象学院学报, 1986年, 第3期.
- (4) Hoskins, B. J. 等, 大气中大尺度动力过程(孙照勃等译), 北京: 气象出版社, 1987, 53—173.
- (5) Wang Panxing, et al. , Wave boundary Middle- and-low and Middle- and-high latitude circulations and seasonal transformation of Northern Hemisphere mean circulation, *Advance in Atmospheric Sciences*, 1987, Vol.4, No. 1, 55—65.

TELECONNECTIONS OF THE ZONAL ANOMALY FIELD OF 500 hPa HEIGHT OVER THE NORTHERN HEMISPHERE IN JANUARY AND JULY

Yi Yuhong Pan Tao

(Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics, Academia Sinica)

Huang Jianping Chou Jifan

(Department of Atmospheric Science, Lanzhou University)

Abstract

The teleconnection structures of zonal anomaly fields of 500 hPa height over the Northern Hemisphere in January and July were studied by using a 36-year period data set (1951–1986). The results show that in January the teleconnection structures in zonal anomaly fields of monthly mean height are the same as that in their own monthly mean height field, but in July, the teleconnections in their own height fields are not so obviously, however, in zonal anomaly fields of them there exist four significant teleconnection patterns which present the zonal symmetric feature. The intercomparisons of the teleconnections of the zonal anomaly fields of height in January with that in July show there are seasonal variation in these phenomena.

Key words: Zonal anomaly field of height; Teleconnections