

- 11 Takeda T, Tanikawa T, Agata W, et al. Studies on the ecology and geographical distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses. I. taxonomic and geographical distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses in Japan with special reference to climatic conditions. *Jap J Crop Sci*, 1985, 54(1): 54~64
- 12 Cavagnaro J B. Distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses at different altitudes in a temperate arid region of Argentina. *Oecologia*, 1988, 76: 273~277
- 13 Li M. Distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> Cyperus (Cyperaceae) species in Europe. *Photosynthetica*, 1993, 28: 119~26
- 14 村田吉男
- 15 Cerling T E, Harris J M, MacFadden B J, et al. Global vegetation change through the Miocene/Pliocene boundary. *Nature*, 1997, 389(11): 153~158

(1998-03-17 收稿, 1998-07-01 收修改稿)

## 东亚夏季风环流异常指数及其年际变化

黄 刚 严中伟

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

**摘要** 利用影响东亚夏季风的东亚-太平洋(EAP)大气遥相关型的概念, 定义了一个东亚夏季风环流异常指数, 并利用最新的资料来研究, 进一步指出该指数可以很好的表征东亚地区(特别是江淮地区)夏季的一些气候要素场的年际变化特征.

**关键词** 东亚夏季风 季风环流异常指数 EAP(东亚-太平洋)大气遥相关型 年际变化

季风指数是衡量季风强弱的一个标准, 也是研究季风年际变化所必须的, 因此关于季风指数的定义是目前国际上关于季风研究的一个重要问题. 由于我国处于东亚季风区, 因此东亚季风指数一直倍受人们的重视. 长期以来, 许多学者都对这一问题进行了深入的研究<sup>[1~6]</sup>, 并提出了诸多定义. 但勿容置疑, 由于研究者的侧重点不同, 因此不同的东亚夏季风指数之间存在着较大的差异. 就某一指数而言, 它只能反映东亚夏季风变化的某些方面特征. 实际上, 东亚地区夏季气候异常的变化是在大的、特殊的环流异常背景下发生的, 因此有必要从大尺度环流异常的角度来研究东亚夏季风变化的问题. 研究表明<sup>[7,8]</sup>, 东亚夏季气候变化与 EAP 大气遥相关型有密切的联系. 本文的出发点就是从 EAP 大气遥相关型的强、弱变化着手来定义一个反映东亚夏季风环流异常的指数, 并进一步证明这一环流指数不仅可以描述东亚夏季风降水的年际变化, 而且还可描述其他一些与夏季风有关的气候要素场的年际变化.

### 1 资料和方法

美国 NCAR/NCEP 的月平均再分析资料(1958~1996年)是一份最新的四维同化资料, 因此本研究采用了该资料的高度场、风场、相对湿度场和温度场月平均资料, 以及中国 160 个台站(1951~1996年)的降水、温度资料及美国 NMC(1946~1957年)月平均 500hPa 位势高度场资料. 本研究利用上述观测资料, 采用了统计相关分析、合成分析的方法研究了东亚地区夏季 500hPa 位势高度场异常型的年际变化, 并定义一个东亚夏季风环流异常指数, 讨论此指数与

我国东部地区的夏季风降水和其他与夏季风有关的气候要素变化的关系,具体研究区域为江淮区域(29~33 N,114~125 E)和华北区域(34~40 N,110~125 E)。

### 2 东亚夏季大气环流异常指数及其相关指数的定义

由于 EAP 大气遥相关型与东亚夏季风气候关系密切<sup>[7,8]</sup>,因此本文依据黄荣辉等人<sup>[7,8]</sup>提出的 EAP 大气遥相关型的概念,定义了一个东亚夏季风环流异常指数  $I_{EAP}$ ,也可简称为 EAP 指数,并借助于这个环流指数来研究夏季东亚地区季风环流的年际变化及其与东亚夏季风区的一些气候要素场变化的关系。 $I_{EAP}$ 具体定义方法如下:

$$I_{EAP} = \text{Nor}(-0.25 Z_s(20^\circ \text{N}, 125^\circ \text{E}) + 0.50 Z_s(40^\circ \text{N}, 125^\circ \text{E}) - 0.25 Z_s(60^\circ \text{N}, 125^\circ \text{E})), (1)$$

其中  $Z = Z - \bar{Z}$  ( $Z$  为某年夏季该点的 500hPa 位势高度,  $\bar{Z}$  为气候平均态),  $Z_s = Z \sin 45^\circ \sin \varphi$ ,  $\varphi$  为纬度,  $\text{Nor}(X)$  为对  $X$  进行标准化处理。

此外,为了研究该指数与东亚夏季风的北界以及与水汽场的输送的关系,还定义了华北地区夏季南风面积指数,即 35~40 N,110~125 E 区域内的经向风 31m/s 的格点总数,并进行标准化处理。尽管区域固定,但夏季南风有着整体移动的特征,故该指数实际上是反映南风 1m/s 线的进退情况,利用它可以反映东亚夏季风向北推进的程度。另外受涂长望等人<sup>[9]</sup>工作的启发,利用其提出的假相当位温的概念,参考文献[10]的计算方法,计算了假相当位温场的变化,定义了华北地区其强度指数为华北地区假相当位温的代数和,并进行标准化处理,利用该强度指数可以反映东亚夏季风向北的水汽场输送的强度。由于 700 hPa 季风流场及水汽场特征明显,故以上 2 个指数均采用 NCEP/NCAR 的 700 hPa 上的资料求得。

### 3 计算结果分析

图 1 是利用(1)式计算所得到的 1946~1996 年的  $I_{EAP}$  环流指数的年际变化,图中表明了东亚夏季风环流异常的年际变化非常显著。从图 1 可看到此指数确实能够反映历史上几个重要的灾害年,例如 1954,1980,1983,1991 年的江淮流域的严重洪涝灾害对应于图 1 所示的 EAP 指数 -1;相反,1994,1961,1978 年的江淮流域严重的旱灾对应于 EAP 指数 1,这说明此指数和江淮流域的夏季风降水有密切关系。虽然 1991 年指数值偏大,但也已达到低指数年的标准。究其原因,可能是由于 1991 年江淮地区从 5 月份就进入雨季,到 7 月中旬雨季结束。事实上,6,7 月份 EAP 指数为较大的负值,而 8 月份 EAP 指数为较强的正值,这样夏季平均的环流指数就偏大。

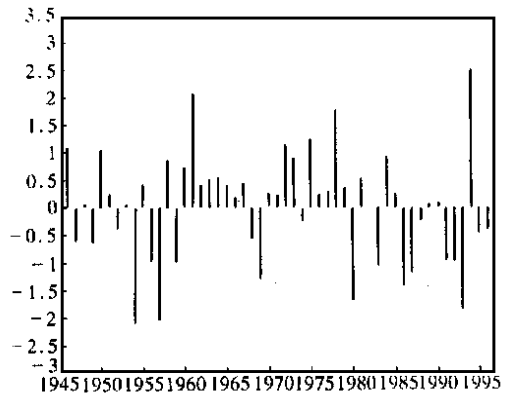


图 1 东亚夏季风环流异常指数  $I_{EAP}$  的年际变化(1946~1996 年)  
横坐标为年,纵坐标为标准化数值

为了研究高低  $I_{EAP}$  指数的环流场的变化,采用合成分析的方法分别对高、低指数年东亚夏季 500 hPa 高度场距平进行合成分析。其中高指数年选取指数 1 的年份,低指数年选取指数 -1 的年份。图 2 分别表示高、低指数年合成的夏季 500 hPa 高度场距平。从图 2 可明显看出高指数年合成 500 hPa 距平分布与低指数年合成的分布在东亚地区有相反的形式。当  $I_{EAP}$  值

为高值时,西太平洋副热带高压偏北,江淮流域少雨;反之,当  $I_{EAP}$  为低值时,则西太平洋副热带高压偏南,江淮流域多雨.

为了进一步研究此指数和我国东部地区一些与东亚夏季风有关的气候要素场变化的关系,我们计算了江淮地区的温度和降水变化、华北地区南风面积指数以及假相当位温强度指数的变化. 图3(a)表示东亚夏季风环流指数与江淮地区的夏季降水以及温度的年际变化曲线;图3(b)表示  $I_{EAP}$  变化与华北地区南风面积指数以及华北地区的假相当位温的变化曲线. 从图3中可看出,该指数和江淮地区的降水存在着很好的反相关,而和气温存在着很好的正相关,并且和华北地区的南风面积指数以及假相当位温场的强度指数存在着很好的正相关. 所有这些相关系数都达到了99%的统计检验,而且这些要素场之间也存在着密切的关系,证明该指数和东亚地区的一些气候要素场存在着密切关系. 所以,该指数不仅能够反映江淮地区季风降水和温度的变化,而且还能够反映东亚地区(特别是华北地区)夏季风向北推进的程度以及水汽场向北输送的特征. 因此,此指数是一个能够较好描述东亚夏季风年际变化的一个指数.

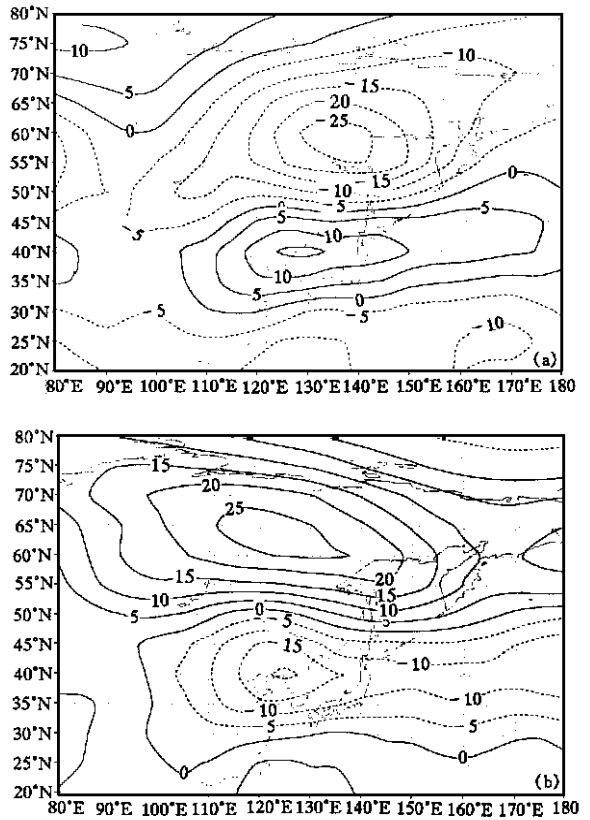


图2 由图1所示的高低  $I_{EAP}$  指数状况合成的东亚夏季500 hPa 位势高度场距平  
(a) 高指数年 ( $I_{EAP} - 1$ ) 状况; (b) 低指数年 ( $I_{EAP} - 1$ ) 状况

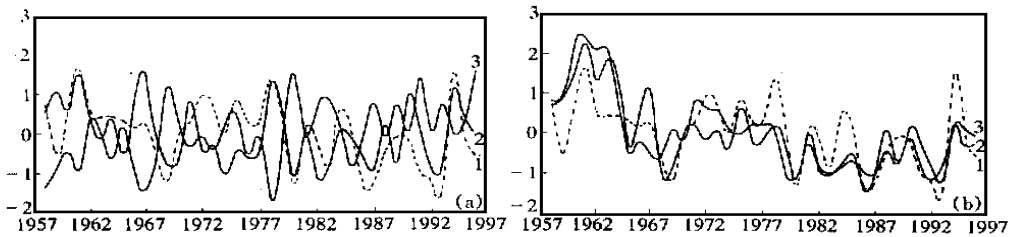


图3 东亚夏季风环流指数  $I_{EAP}$  (曲线1) 与江淮地区的夏季降水(曲线3)、温度(曲线2) (a) 及华北地区的南风面积指数(曲线2)、假相当位温的强度指数(曲线3)的年际变化(b)  
横坐标表示年,纵坐标表示标准化后的数值

### 4 结论

(1) 东亚地区夏季风环流与降水(尤其是江淮地区)的变化与从 EAP 大气遥相关型出发所

定义的东亚夏季风环流异常指数密切相关。当高  $I_{EAP}$  指数年时,对应着江淮地区少雨,西太平洋副热带高压偏北;而当低  $I_{EAP}$  指数年时,对应着江淮地区多雨,西太平洋副热带高压偏南。

(2) 本文所定义的东亚夏季风环流异常指数  $I_{EAP}$  能够很好反映东亚地区夏季风以及与东亚夏季风有关的气候场的年际变化特征。该指数不仅能够反映江淮流域的温度以及降水的变化,而且还能够反映东亚夏季风向北推进的程度以及水汽场向北输送的特征。

致谢 第一作者对叶笃正导师为本文的精心指导以及武炳义、陆日宇博士的帮助,在此一并表示谢意。本工作作为国家“九五”重中之重点项目“96-908”以及中国科学院“亚洲季风的变迁与全球变化”重大资助项目。

### 参 考 文 献

- 1 Chang C P, Krishnamnti T N. Monsoon Meteorology. New York: Oxford University Press, 1987. 60~93
- 2 陈隆勋,等. 东亚季风. 北京:气象出版社, 1991. 192~244
- 3 郭其蕴. 东亚夏季风强度指数及其变化的分析. 地理学报, 1983, 38(3): 207~217
- 4 Webster P J, Yang S. Monsoon and ENSO: selectively interactive system. Quart J R Met Soc, 1992, 118: 877~926
- 5 叶笃正,黄荣辉. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究. 济南:山东科技出版社, 1996. 61~93
- 6 Zeng Q C, Zhang B L, Liang Y L, etc. East Asian summer monsoon—a case study. Proc Indian Natri Sci Acad, 1994, 60 A(1): 81~96
- 7 Huang R, Sun F Y. Impacts of the tropical western Pacific on the East Asian Summer Monsoon. J M S J, 1992, 72(6): 937~957
- 8 Huang R H. The East Asia/ Pacific pattern teleconnection of summer circulation and climate anomaly in East Asia. ACTA Meterological Sinica, 1992, 6(1): 25~36
- 9 涂长望,黄土松. 中国夏季风之进退. 气象学报, 1944, 18: 81~92
- 10 丁一汇. 天气动力学中的诊断分析方法. 北京:科学出版社, 1989. 46~47

(1998-01-16 收稿, 1998-07-09 收修改稿)

## 高温、高压下粗面玄武岩相变对其 纵波速度影响的研究

周文戈 谢鸿森 赵志丹 朱卫国 郭捷 徐济安

(中国科学院地球化学研究所深部室, 贵阳 550002; 地球科学研究所, 台北 11529)

摘要 利用 M-3000 吨压力机的弹性波速度测量装置,在高温(最高温度为 1 350 )、高压(2.0 GPa)条件下就位测量了河南伊川粗面玄武岩的纵波速度,并在 2.0 GPa 及不同温度条件下获取了实验产物,其详细薄片鉴定表明,对应着粗面玄武岩弹性波速度的变化,实验样品已经发生了相变。据此讨论了粗面玄武岩中含水矿物脱水、固固相变、部分熔融与其弹性波速度之间的关系,为了解深部物质过程提供高温、高压实验基础。

关键词 高温、高压 相变 纵波速度

研究高温、高压条件下岩石弹性波速度与岩石相变的关系来推测地球深部的地质作用过程已成为高温、高压条件下岩石弹性波速度研究的一个重要方面<sup>[1~4]</sup>。Murase 等人<sup>[1]</sup>在 0.5