

植被变化对中国区域气候影响的数值模拟研究

丁一汇

(中国气象局气候研究开放实验室,国家气候中心,北京,100081)

李巧萍

(中国科学院大气物理研究所,北京,100029; 中国气象局气候研究开放实验室,国家气候中心,北京,100081)

董文杰

(中国气象局气候研究开放实验室,国家气候中心,北京,100081)

摘要

用高分辨率区域气候模式(RegCM_NCC)模拟了中国区域植被发生改变后引起的局地或区域气候变化。结果表明:大范围区域植被变化对区域降水、温度的影响非常显著,内蒙古地区土地荒漠化可导致中国北方大部分地区降水减少,尤其加剧了华北、西北地区的干旱,西北地区绿化有利于黄河流域降水增加,而长江流域和江南地区降水却有不同程度的减少,因此可在一定程度上减少这里的洪涝灾害;气温的变化比降水更显著,植被退化使当地气温明显升高,使中、低层大气变得干燥,近地层风速加大,而植树造林却使当地及周围地区冬偏暖、夏偏凉,大气变得湿润,近地层风速减小,有利于在一定程度上减少沙尘暴的发生。另外,植被变化对东亚冬、夏季风强度也有一定程度的影响,从而影响到中国东部地区降水的分布和冬季低温、冷害事件发生的强度。

关键词:植被变化,区域气候变化,数值模拟。

1 引言

近百年来,由于自然因子和人类活动的共同影响,全球植被系统发生了显著变化,这种变化反过来可对区域或全球气候造成一定的影响。20世纪70年代,Charney^[1]首次提出了沙漠化问题的地球-物理反馈机制,指出了非洲萨赫勒地区土地荒漠化与干旱之间的正反馈过程。Henderson-Sellers等^[2]最早使用GCM模式进行了热带雨林砍伐的试验,描述了当亚马逊流域森林被草地取代后,地表温度、降水等的响应。此后,许多学者用全球模式和区域气候模式对森林砍伐、草场退化、土地沙化等问题进行了研究^[3~7],结果表明,大范围植被覆盖变化对区域环境和气候都会产生不同程度的影响,但这种影响的程度和敏感区域存在一定的时空差异。

20世纪90年代以后,中国科学家对东亚或中国区域植被变化的气候影响进行了数值模拟研究^[8~12],研究表明,植被变化对中国区域地面气温、降水等具有明显影响,严重的植被变化还可影响到东亚夏季风的强度变化。但是由于研究中植被变化的范围、程度不同,所用模式也各不相同,所得结果可比性差;同时,受计算条件限制,模拟中积分时间普遍较短,无法反映由植被变化导致的长期气候效应。本文利用改进的区域气候模式研究内蒙古地区土地荒漠化及西北地区绿化对中国区域气候的影响,探讨区域植被变化的气候效应及其影响的时空尺度。从科学研究方面本文所选试验区是中国土地利用变化最显著的地区,从适应减缓对策方面则可提供相关的科学依据。

* 初稿时间:2005年7月16日;修改稿时间:2005年8月29日。

资助课题:国家“十五”科技攻关项目“全球与中国气候变化的检测和预估”(2001BA611B-01)、国家重点发展基础研究项目(2006CB400503)、全球环境基金项目“中国西部地区对气候变化影响的脆弱性和适应性综合评价”(AS25)。

作者简介:丁一汇,1938年生,研究员。主要从事中尺度天气动力学和气候变化的研究。

2 模拟试验的设计

模拟试验采用了国家气候中心改进的区域气候模式^[13](RegCM_NCC),该模式对于东亚地区多年平均环流特征及中国降水具有较好的模拟性能^[14],模拟选用的各种参数化方案见文献[14]。本次模拟是在控制试验(CTRL)的基础上设计了两套试验:第一组试验是蒙古、内蒙古地区($37^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$, $95^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$)土地荒漠化试验(Desertification Experiment,简称DE),将这一地区的当前植被(主要为短草和半沙漠)改为以半沙漠为主(植被覆盖最大比例为10%),以研究这片土地植被严重退化对中国区域气候的影响;第二组试验是中国西北地区($35^{\circ}\sim 43^{\circ}\text{N}$, $85^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{E}$)绿化试验(Reforestation Experiment,简称RE),即将这一区域的植被以混合森林代替(植被覆盖最大比例为80%),所选试验区位于“三北”防护林界内的中、西部,用以探讨这种大规模的绿化工程是否可以在一定程度和范围内对气候变化产生有利的影响。试验中植被覆盖类型改变后,与植被相关的下垫面物理量参数(如粗糙度、反照率、叶面

积指数等)均相应发生变化(表略)。

各组试验所用初、边值与控制试验完全由NCEP再分析资料提供,试验积分时间统一从1997年12月1日00时积分到1999年2月28日00时,因为本研究主要考察植被变化对中国降水的影响,因此积分起始时间比中国大部分地区的雨季要提前几个月,这与Xue^[8]1996年的试验中提出的积分初始时间选取原则一致。

3 北方荒漠化试验结果

3.1 北方植被退化对降水、温度、湿度的影响

图1给出了北方植被退化试验与控制试验的降水差值(DE-CTRL)变化情况,可见,退化区降水在各个季节都呈减少趋势,尤其是夏季降水减少更为明显。除退化区一致减少外,春季华南地区降水也有所减少,而长江下游地区降水略有增加;夏季在退化区以南的黄淮流域、长江中、下游的大部分地区降水也有显著减少,而东北地区的吉林省以及西南地区的四川盆地降水有明显的增多;秋季在黄淮地区降水略有增加。年平均降水差值图可见(图略),降

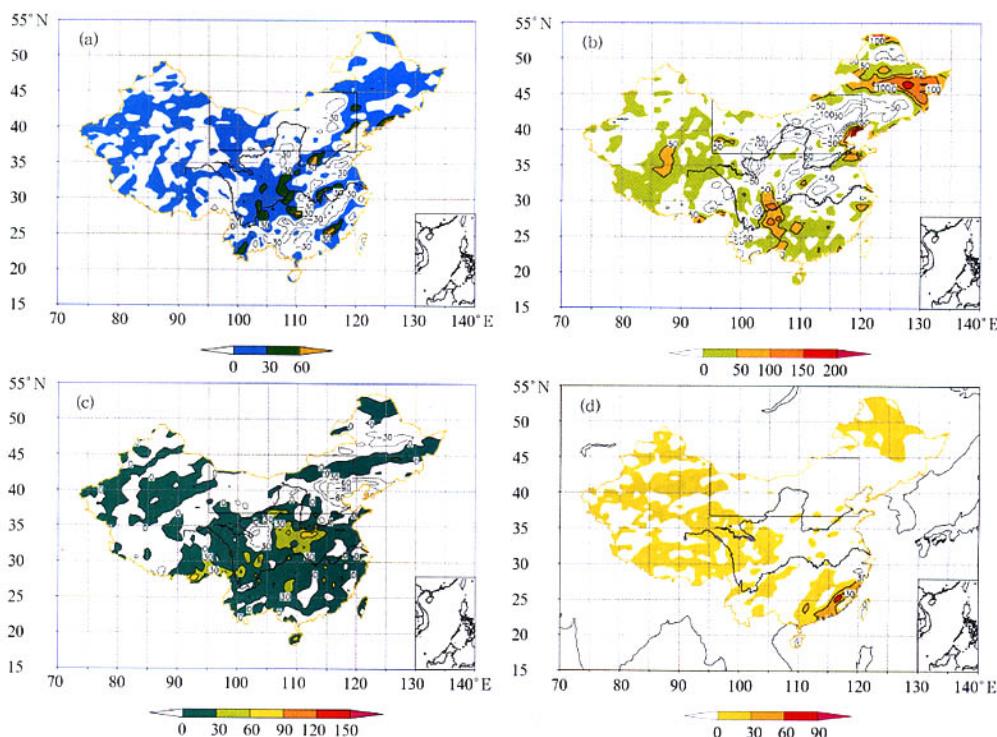


图1 北方植被退化试验与控制试验的降水差值分布(单位:mm)
(a. 春季(MAM), b. 夏季(JJA), c. 秋季(SON), d. 冬季(DJF))

Fig. 1 Rainfall difference between desertification experiment and control run (DE - CTRL) (unit: mm)

水在退化区普遍减少,尤以退化区东部减少更为显著,最大负值中心位于河北北部、陕西、山西与内蒙古地区的交界处,最高可达 $-40\text{ mm}/\text{月}$ 。退化区以南也有大范围地区降水减少,因此,退化区将不断向周边地区扩展,且以向南扩展更为明显,使植被退化与降水减少之间形成一种正反馈关系,使得这种植被退化的状态依靠自然降水很难恢复到退化前的状态。整个东部地区,黄河至长江流域之间的区域降水也有所减小,而东北地区和四川盆地的降水有显著增加,降水变化从北至南呈“正—负—正”相间分布,与郑益群等^[11]和Xue^[8]的北方草地试验相似,但此处模拟的降水减少区域和强度都比较大。

由于各种下垫面植被类型所对应的地表属性各不相同,尤其是半沙漠和短草的地表粗糙度和反照率相差很大,这必将影响地面辐射通量,从而影响地表吸收的热量,导致地表温度发生变化,并进一步影

响上层大气的热状况。图2给出的是北方植被退化试验中地面气温变化情况(DE-CTRL),可见,北方土地荒漠化对温度影响非常显著,且温度变化主要局限于退化区内,夏季平均温度最高可升高 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$,高值中心位于退化区的东南侧,在春、秋两季,温度升高的强度相对较弱,但升温最大值也能达到 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,退化区周边温度也有升高的趋势,其他区域温度变化不明显,秋季在黄淮地区的温度略有下降,这与图1c中当地降水增加区域相对应。值得注意的是,冬季平均气温(图2d)在退化区及其东南部却表现为明显的降温,这可能是冬季由于反照率的变化使得地表吸收的太阳辐射明显下降。温度变化的冬、夏季差异与郑益群等^[11]的试验结果一致。Dirmeyer^[4]在研究撒哈拉的沙漠化问题时曾指出,土地沙化后,云量减少约18%,地表太阳辐射只减少6%,但云量减少主要发生在夜间,使夜间地表的长波辐

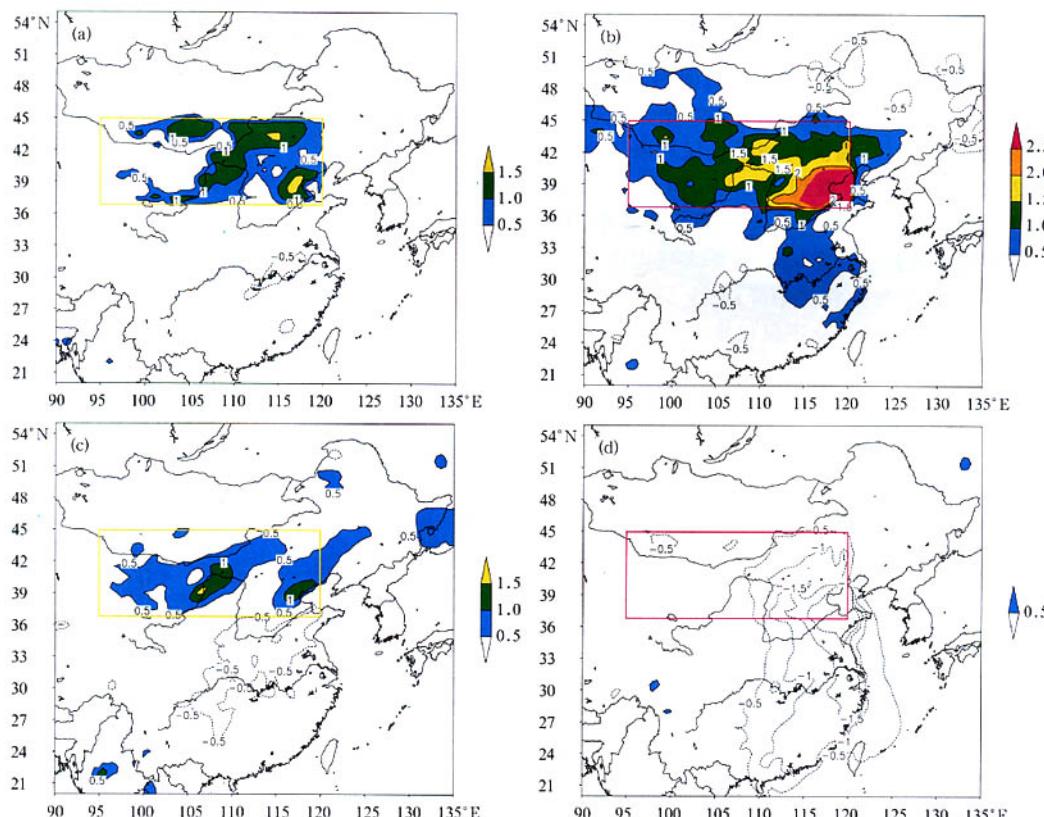


图2 北方植被退化试验与控制试验的气温差值分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)

(a. 春季(MAM), b. 夏季(JJA), c. 秋季(SON), d. 冬季(DJF))

Fig. 2 Temperature difference between DE and CTRL (unit: $^{\circ}\text{C}$)

(a. spring(MAM), b. summer(JJA), c. fall(SON), d. winter(DJF))

射增加而造成明显降温,白天由于平均云量减少不大,因而无足够的短波吸收来加热地面以抵消夜间的大幅度降温,其净结果使地表冷却。由此可见,植被退化对地面气温的影响是显著的,而且这种影响的局地或区域效应较强。

从试验区域平均的降水、温度、蒸发、地表空气湿度变化的时间演变曲线(图略)可以清楚地看到下垫面植被状况改变后各项物理量的变化情况,冬季地面气温明显下降,但从3月份开始,地面气温逐渐升高,到7月份达到最高,升温幅度最高可达 2.5°C 。降水在全年都表现为减少,7月份减少幅度最大,可达 2.5 mm/d 。蒸发、地表空气湿度的变化趋势与降水一致,但蒸发量变化较微弱,这可能是由于北方半沙漠地区土壤含水量较小,即使温度显著升高,但是蒸发量仍然偏小。

下垫面植被发生变化后,除了使地表温度、湿度发生较为明显的变化外,还会通过湍流扩散或传输使上层大气的温度、湿度发生一定的变化。从夏季大气平均的温度、湿度随高度变化的剖面图(DE-CTRL)可见(图略),北方植被退化造成的大气低层增温现象十分明显,且温度升高不仅仅局限于近地层,在夏、秋季可向上扩展到200 hPa附近,在200 hPa以上的平流层下部温度略有下降。在春季,升温层高度略低,只到达500 hPa,冬季大气温度却在700 hPa以下表现为一致性的降温,上层温度变化很小。而且,大气温度变化不仅仅集中于退化区,在

退化区东、南部地区上空也有明显变化,温度变化高值区随高度略向东倾斜。大气湿度变化集中于对流层中、低层,局地性较强,一般局限于退化区上空,随高度没有发现明显的倾斜,也没有明显的向周围扩展。可见,植被退化使当地上空对流层中、低层大气温度在冬季偏低,其他季节偏高,出现冬偏冷、夏偏热的现象,从而使温度年较差增大,同时近地层大气变干,湿度减少。

3.2 北方植被退化对环流场的影响

下垫面植被变化导致地气系统温、湿状况的变化,加之地表粗糙度变化使得表面摩擦改变,从而在近地层激发出偏差风环流。图3给出了北方植被退化后冬、夏季低层(850 hPa)平均风场的变化情况(DE-CTRL),可见,土地荒漠化后低层流场的变化是明显的,特别是在退化区内,偏差风主要为偏北气流,在夏季,中国整个东部地区为偏北的偏差风,叠加在夏季西南季风气流上,可使夏季风有所减弱,不利于大量的暖湿空气从南海、孟加拉湾等地向中国大陆地区输送,从而导致降水减少。冬季的偏差风场上,从西伯利亚等地经退化区一直到中国南部地区为一致的偏北气流,叠加在冬季的基本环流场上,有利于冬季风环流的增强,从而对中国冬季气候产生重要影响,结合前面分析的冬季平均地面温度变化情况,可以推断,北方植被退化可能使得中国东部地区冬季更易受到低温、冷害等的危害。

对比各个季节的偏差风环流场可见,夏季偏差

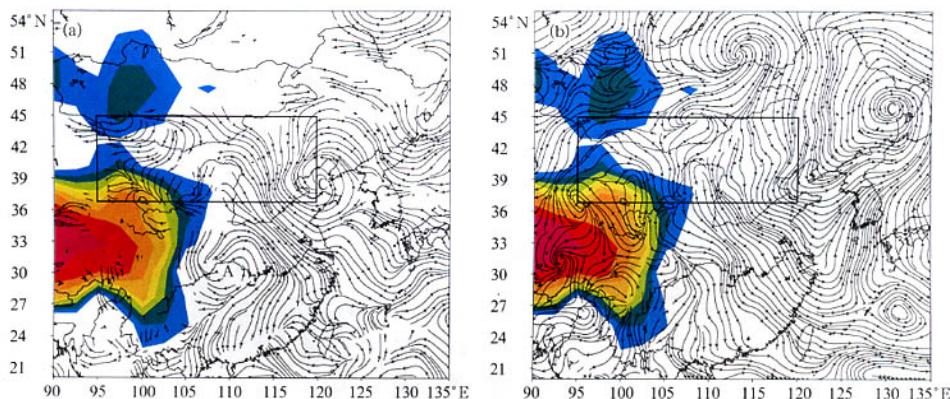


图3 北方植被退化试验与控制试验的850 hPa偏差风流场

(a. 冬季(DJF), b. 夏季(JJA); 阴影区为地形高度>1500 m的区域)

Fig. 3 850 hPa wind difference between DE and CTRL

(a. winter(DJF), b. summer(JJA); shaded areas denote where the terrain height is higher than 1500 m)

风的强度比其余季节偏强,且环流的系统性也更明显,这种现象在500 hPa偏差环流场上反映更加明显(图略),夏季偏差风在退化区中部及长江流域地区为明显的反气旋环流,东北东部地区为气旋性环流,因而对应的降水变化也在夏季最显著,这可能与夏季控制中国大部分地区的暖、湿空气更易受下垫面植被变化的影响有关。在Henderson-Sellers等^[6]及Sud等^[15]在亚马逊流域雨林破坏试验中也指出风场环流和降水的变化都是在雨季最明显。

从近地层(1000 hPa)风速差(DR - CTRL)的分布情况来看(图略),在退化区低层风速增加十分明显,高值中心一般位于退化区东部,这与植被退化的空间分布有关。冬季平均风速变化显著,中心最高可达2.4 m/s,风速的明显变化主要集中在退化区内部,在退化区的下风方向风速也略有增加,其他区域变化不大。夏季风速变化较为复杂,退化区内风速以增大为主,东海海区的风速增大较明显,东北地区风速有所减小,这可能与当地夏季降水增多有关,另外蒙古东部地区风速增加也比较明显。各个季节相比,冬季的风速差较大,夏季相对较小,这与Sud

等^[15]的试验结果一致。近地层风速的变化主要是由于下垫面粗糙度变化引起表面摩擦的改变,当然,也与地-气之间能通量改变而导致辐合、辐散变化有关。

4 西北地区植树试验结果

4.1 西北地区植树造林对降水、温度、湿度的影响

类似于北方土地荒漠化的分析,我们将西北地区植被试验(RE)的结果与控制试验(CTRL)做比较。图4给出了各季节平均降水差值的分布情况,可见,试验区及其外围地区的降水明显增加,夏季东北北部地区及整个黄河流域地区的降水均有明显增加的趋势,但长江以南的大部分地区降水却有不同程度的减少,秋季黄河流域大部分地区降水也呈明显增加,中心位于陕西北部及山西中部地区,四川盆地降水有所减少。从年平均差值分布情况来看(图略),西北地区大规模植树造林可在一定程度上增加兰州北部、山西大部分地区、郑州和山东北部的部分地区降水,从而缓解这些地区的夏旱和秋旱。对于西北地区西部来说,虽然降水的增加量不大,但是

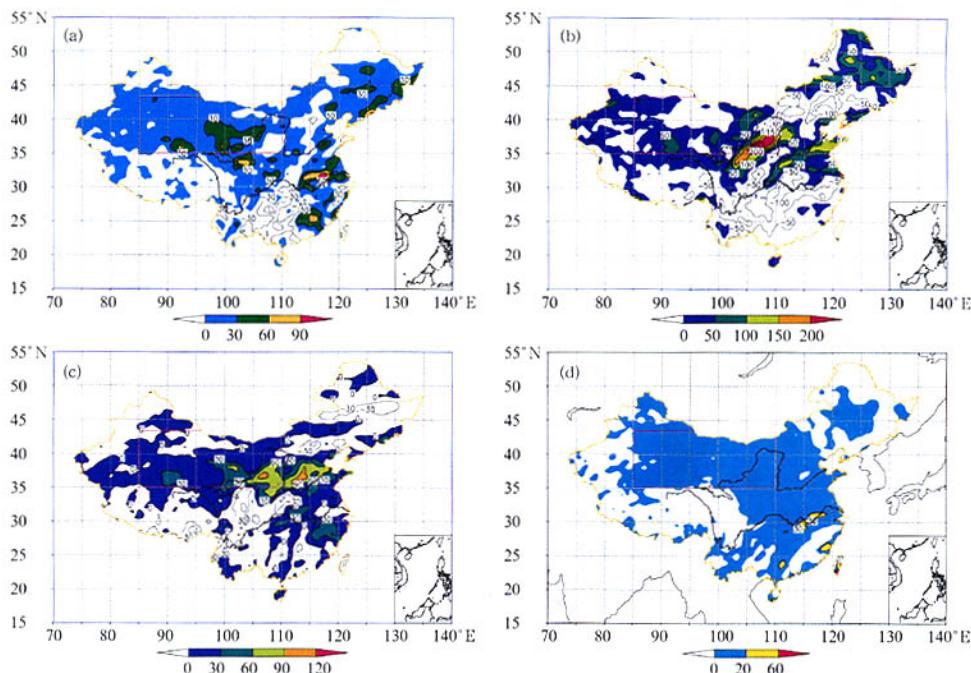


图4 西北地区植树试验与控制试验的降水差值分布(单位:mm)

(a. 春季(MAM), b. 夏季(JJA), c. 秋季(SON), d. 冬季(DJF))

Fig. 4 Rainfall difference between RE and CTRL (unit: mm)

(a. spring(MAM), b. summer(JJA), c. fall(SON), d. winter(DJF))

对年降水量本来就偏少的当地来讲,这种增加也有一定的实际意义。另外,植树试验中中国长江以南大部分地区降水量具有不同程度的减少。与北方植被退化试验相比,夏季降水变化的分布形势明显不同,除东北地区外,中国东部其他地区的降水变化基本相反,说明植树造林的气候效应和土地荒漠化的气候效应完全不同,更加说明了下垫面植被变化对中国降水的影响具有显著的区域性特征。

西北地区绿化对于地面气温的影响更加显著,由图5给出的温度差值图可以看到,与北方荒漠化试验的结果完全不同,植树造林使得试验区的温度在春、夏、秋3个季节均有明显下降,尤其是夏季气

温,降温幅度最高可达3.5℃,而在冬季,试验区增温也较显著,内蒙古北部地区最高增温幅度达1.8℃,呈现出冬偏暖、夏偏凉的变化趋势,使气温的年较差有所减小。夏、秋季长江以南的大部分地区气温也有所升高,这可能与该地区降水减少有关。温度变化趋势和强度特征与吕世华等^[10]和郑益群等^[11]的绿化试验结果一致。温度的这种变化使得绿化地区冬季明显偏暖,夏季气温凉爽。另外,冬季的增温可能在一定程度上减弱当地冬季的低温、冷害等灾害性天气,有利于农作物生长期延长。地面空气湿度(图略)也有明显的变化,在所有的季节都呈增加趋势,且主要集中于试验区及其东南方,夏季

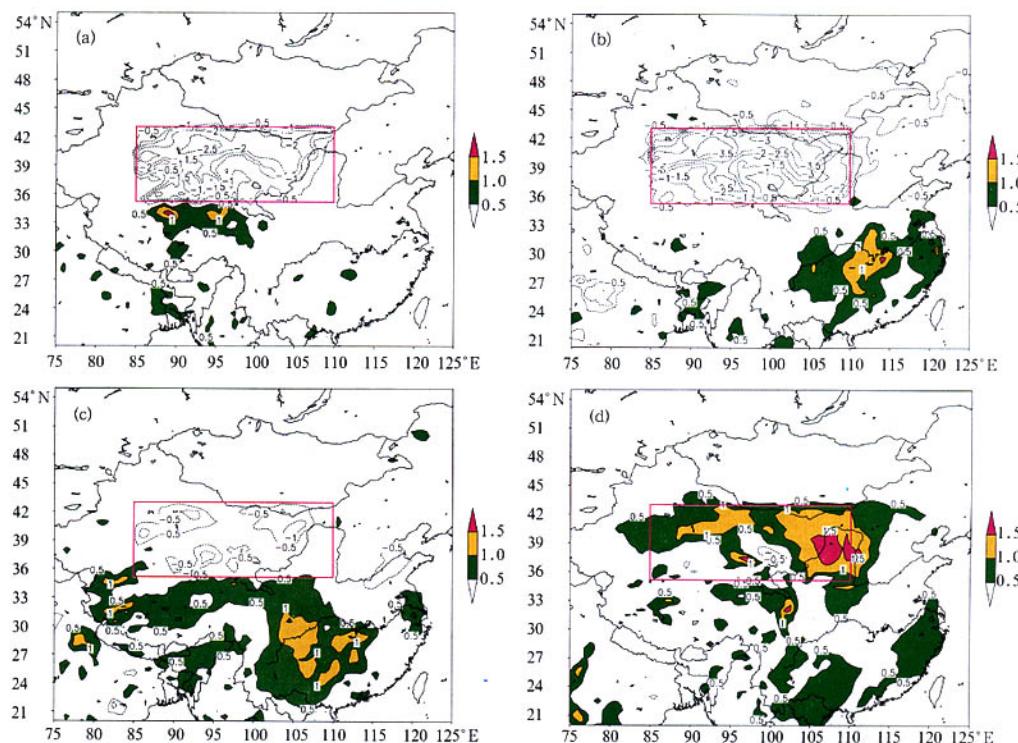


图5 西北地区植树试验与控制试验的气温差值分布(单位:℃)

(a. 春季(MAM), b. 夏季(JJA), c. 秋季(SON), d. 冬季(DJF))

Fig. 5 Temperature difference between RE and CTRL (unit: °C)

(a. spring(MAM), b. summer(JJA), c. fall(SON), d. winter(DJF))

增加幅度较大,最高可达1.5 g/kg。

比较西北地区植树试验中区域平均地表物理量的变化(图略),试验区内降水在整个时段内表现为波动性的增加,虽然增加幅度不大,但是对于西北地区这样一个年降水量普遍偏少的地区,降水的增加

一定程度上减缓了旱情,有利于农作物的播种和生长。同时,空气湿度和蒸发也有适当的增长,而地面气温除冬季之外均有明显的下降。

从温度、湿度的垂直变化情况(图略)来看,与DE试验结果相比,大气温度、湿度随高度的变化更

加明显,更具系统性,其中,低层温度在除冬季外的其他季节表现为降温,降温层的厚度随季节不同,夏季较高,可达500 hPa,降温层的上部出现了较弱的升温层,到约200 hPa以上大气又表现为温度下降,从地面到100 hPa垂直方向呈现:“负—正—负”的相间分布。而秋、冬季试验区从地表到大气中层,表现为温度明显升高,上层大气又转向降温。可见,植树造林对地气系统温度的影响正好与植被退化试验的结果相反,使温度变化呈现出冬偏暖夏偏冷的趋势,使得温度的季节差异减弱。大气湿度的变化在各个季节都表现为明显的增湿,以夏季增湿效应最为显著,近地层可高达2.5 g/kg,明显增湿高度一般在500 hPa以下,试验区外围湿度变化不明显。

4.2 西北地区植树造林对环流场的影响

西北地区植树造林试验中,对流层中、低层流场也有显著的变化,从图6给出的850 hPa冬、夏季平均偏差风流场图上可见,试验区内西侧在夏季表现

为南风增强,东侧则有一反气旋性环流,而冬季在整个试验区表现为偏东风的增强。值得注意的是,夏季长江流域及其以南地区表现为西南气流增强,其北部为偏北气流增强,两种偏差风气流在黄淮地区交汇,从而形成了这一地区降水的增加(图4)。夏季这种西南向的偏差风气流叠加在中国东部的西南季风气流上,有利于东亚夏季风加强。冬季平均偏差环流场上,却有两支分别来自东海和南海等地的东南、西南风偏差气流北上,最北可到达试验区,北上气流的一部分与东北地区的一个反气旋偏差环流汇合,虽然冬季这种向北的偏差风环流不会对中国冬季降水有明显影响,但它可在一定程度上减弱冬季从西伯利亚吹向中国大陆的东北风,削弱冬季风的强度,从而有利于减缓冬季影响中国的主要灾害性天气——寒潮的强度。结合前面分析中地面气温的变化特征可以推断,冬季该地区的低温、冷害强度可能有所减缓。

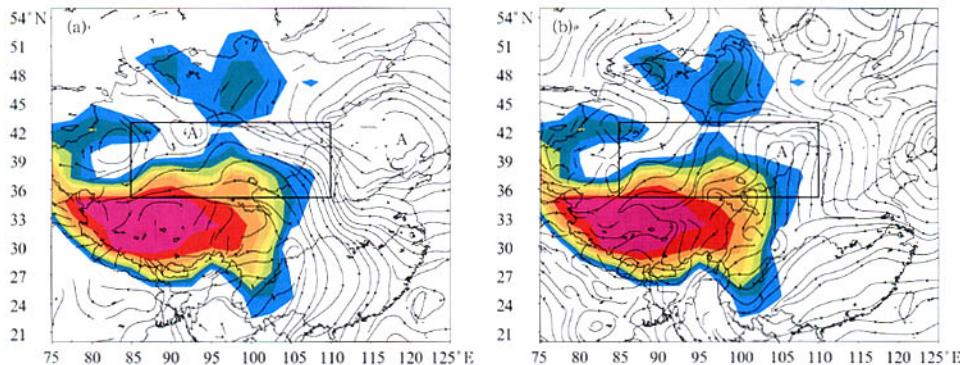


图6 西北地区植树试验与控制试验的850 hPa偏差风流场

(a. 冬季(DJF), b. 夏季(JJA); 阴影区为地形高度>1500 m 的区域)

Fig. 6 850 hPa wind difference between RE and CTRL

(a. winter(DJF), b. summer(JJA); shaded areas denotes where the terrain height is higher than 1500 m)

从近地层的风速差值分布(图略)可见,植树造林试验导致的试验区内风速变化与北方土地退化试验中的效应完全相反,试验区内及周边地区的风速在各个季节均有明显的减小,尤其是冬季的平均风速最多可以减小3.5 m/s,其他区域的风速没有明显变化,由此可见,这种大面积的植树造林活动对于当地防风固沙十分有利。由于低层风速的减弱,对于西北地区沙尘暴的发生也可能有减少的作用。

5 结论与讨论

通过对两组假想植被变化试验的模拟结果分析,可以得到以下初步结论:

(1) 大范围区域植被变化对中国局地和区域气候产生显著影响,北方植被退化可导致中国北方大部分地区降水减少,尤其加剧了华北和西北地区的干旱;而西北地区植树造林则有利于黄河流域降水增加,有助于缓解陕西、山西等地的旱情,而夏季长江流域及整个江南地区降水均有明显减少,可在一

一定程度上减少这里的洪涝灾害。

(2) 下垫面植被变化对当地气温的影响更加显著,植被退化使当地冬季气温有所下降,但其他季节气温明显升高,中、低层大气变得干燥,近地层风速加大,使气候变得更加恶劣;植树造林却使当地冬季气温偏暖,夏季气温明显下降,并使地面和大气变得湿润,近地层风速有所减小,可在一定程度上减少沙尘暴的发生。

(3) 植被变化对东亚冬、夏季风强度有一定程度的影响。北方土地荒漠化使夏季大陆东部的偏南季风气流有所减弱,同时加强了冬季影响中国的西北或东北季风;而西北地区大范围植树造林在一定程度上对夏季风具有加强作用,有利于暖湿空气的向北输送,而冬季风有所减弱,有利于减少中国冬季低温、冷害等灾害性天气的发生。

需要指出的是,本工作的结论仅仅是通过两组植被变化的敏感性试验得出的初步结论,尚需更多的试验和更长时期的积分进一步验证。另外,本试验是用单向嵌套的区域模式进行的,只包含陆面对大气的作用,大气发生变化后对陆面的反馈作用没有考虑,没能充分地体现出陆-气相互作用。模拟试验的积分时间对于研究植被变化的长期气候效应来说还不够长,更长时间的模拟如20~30 a,可以得到年际甚至年代际尺度的变化,也可以研究干旱与洪涝频率的演变趋势。

参考文献

- [1] Charney J G. Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Quart J Roy Meteor Soc*, 1975, 101(428):193~202
- [2] Henderson-Sellers A, Gornitz V. Possible climate impacts of land cover transformations, with particular emphasis on tropical deforestation. *Clim Change*, 1984, 6(3~4): 231~258
- [3] Polcher J, Laval K. The impact of African and Amazonian deforestation on tropical climate. *J Hydrol*, 1994, 155(4~5): 389~405
- [4] Dirmeyer P A, Shukla J. The effect on regional and global climate of expansion of the world's deserts. *Quart J Roy Meteor Soc*, 1996, 122(530): 451~482
- [5] Lean J, Rowntree P R. Understanding the sensitivity of a GCM simulation of Amazonian deforestation to the specification of vegetation and soil characteristics. *J Climate*, 1997, 10(6):1216~1235
- [6] Henderson-Sellers A, Dickinson R E, Durbidge T B, et al. Tropical deforestation: Modeling local-to regional scale climate change. *J Geophys Res*, 1993, 98(D4): 7289~7315
- [7] Shukla J, Nobre C, Sellers P J. Amazon Deforestation and climate change. *Science*, 1990, 247(4948): 1322~1325
- [8] Xue Y. The impact of desertification in the Mongolian and the Inner Mongolian Grassland on the regional climate. *J Climate*, 1996, 9(9): 2173~2189
- [9] 符淙斌,袁慧玲.恢复自然植被对东亚夏季气候和环境影响的一个虚拟试验. *科学通报*, 2001, 46(8):691~695
Fu Congbin, Yuan Huiling. A virtual numerical experiment to understand the impacts of recovering natural vegetation on the summer climate and environmental conditions in East Asia. *Chinese Sci Bull* (in Chinese), 2001, 46(8):691~695
- [10] 吕世华,陈玉春.西北植被覆盖对我国区域气候变化影响的数值模拟. *高原气象*, 1999, 8(3):416~424
Lu Shihua, Chen Yuchun. The influence of Northwest China afforestation on regional climate in China. *Plateau Meteorology* (in Chinese), 1999, 8(3):416~424
- [11] 郑益群,钱永甫,苗曼倩等.植被变化对中国区域气候的影响 I:初步模拟结果. *气象学报*, 2002, 60(1):1~16
Zheng Yiqun, Qian Yongfu, Miao Manqian, et al. The effects of vegetation change on regional climate I: simulation results. *Acta Meteor Sinica* (in Chinese), 2002, 60(1):1~16
- [12] Gao Xuejie, Luo Yong, Lin Wantao, et al. Simulation of effects of landuse change on climate in China by a regional climate model. *Adv Atmos Sci*, 2003, 20(4): 583~592
- [13] 丁一汇,钱永甫,颜宏等.高分辨率区域气候模式的改进及其在东亚持续性暴雨事件模拟中的应用.见:国家“九五”重中之重项目执行专家组编.短期气候预测业务动力模式的研制.北京:气象出版社, 2000. 217~231
Ding Yihui, Qian Yongfu, Yan Hong, et al. Improvement of a high-resolution regional climate model and its application to numerical simulation of prolonged heavy rainfalls in East Asia. In: Ding Yihui, ed. *Development of Operational Short-term Climate Model Series 2*. Beijing: China Meteorological Press, 2000. 217~231
- [14] 李巧萍,丁一汇.区域气候模式对东亚季风和中国降水的多年模拟与性能检验. *气象学报*, 2004, 62(2):140~153
Li Qiaoping, Ding Yihui. Multi-year simulation of the East Asian monsoon and precipitation in China using a regional climate model and evaluation. *Acta Meteor Sinica* (in Chinese), 2004, 62(2):140~153
- [15] Sud Y C, Yang K, Walker G K. Impact of in-situ deforestation in Amazonia on the regional climate: general circulation model simulation study. *J Geophys Res*, 1996, 101(D3): 7095~7109

A NUMERICAL SIMULATION STUDY OF THE IMPACTS OF VEGETATION CHANGES ON REGIONAL CLIMATE IN CHINA

Ding Yihui

(*Laboratory for Climate Studies, CMA, National Climate Center, Beijing 100081*)

Li Qiaoping

(*Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing 100029; Laboratory for Climate Studies, CMA, National Climate Center, Beijing 100081*)

Dong Wenjie

(*Laboratory for Climate studies, CMA, National Climate Center, Beijing 100081*)

Abstract

By using the regional climate model (NCC/RegCM), two modeling experiments were undertaken to investigate the regional climate change by changed vegetation in China, and results indicate that vegetation changes in large regions have notable effect on regional rainfall and temperature: desertification in Inner Mongolia results in rainfall decreasing in many regions, especially in north China and northwest China. On the contrary, reforestation in northwest China leads to rainfall increasing in Yellow River basins, but rainfall decreasing to different degree over Yangtze River basins and south China in summer, and hence, conduct to less flood occurrence over there. The effects to temperature is more significant, with temperature remarkable increasing over the desertification region, as well as wind on lower layer enhancing, as a result, the local climate becoming drier and unfavorable for vegetation regrowing. But in the reforestation region, local air temperature become warmer in winter and cooler in summer, with more moisture supplying to atmosphere and lower wind decreasing, thus may be reduce dust storm weather in some degree. On the other hand, vegetation changes also have obviously effects on the intensity of East Asian summer and winter monsoon, so tends to influence the rainfall distribution over East China and the occurrence of low temperature damages in winter.

Key words: Vegetation change, Regional climate, Numerical simulation.