

吴刚哲,严金哲,任国玉,等. 朝鲜中西部地区春季植被覆盖度与气候因子的关系[J]. 气象与环境学报,2018,34(4):112-118.
WU Gang-zhe, YAN Jin-zhe, REN Guo-yu, et al. Relationship between fractional vegetation and climate factors in spring over the mid-west of DPR Korea [J]. Journal of Meteorology and Environment, 2018, 34(4): 112-118.

朝鲜中西部地区春季植被覆盖度与气候因子的关系

吴刚哲^{1,2} 严金哲^{1,3} 任国玉^{1,4} 索南看卓¹

(1. 中国地质大学环境学院,湖北 武汉 430074; 2. 元山农业综合大学,朝鲜 元山;
3. 金日成综合大学,朝鲜 平壤; 4. 中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081)

摘 要:为了深入了解朝鲜中西部地区春季植被覆盖度(Fractional Vegetation, FV)的变化特征及其与气候因子的关系,利用1992年、2003年和2007年Landsat 5卫星资料及朝鲜中西部地区13个气象站的气温和降水观测资料,对朝鲜中西部地区春季植被的变化特征及其与气候异常的关系进行了分析。结果表明:1992年、2003年和2007年朝鲜中西部地区春季植被覆盖度呈明显增加的趋势,平均增加量为17.5%,平原地区比山地春季植被覆盖度偏高约20.0%。朝鲜中西部地区春季植被覆盖度与春季平均气温呈负相关关系($r = -0.47$),与春季降水量呈正相关关系($r = 0.43$);朝鲜中西部地区春季植被覆盖度的变化量与春季平均气温的变化率呈负相关关系($r = -0.53$),与同期降水量的变化率呈正相关关系($r = 0.79$),均通过了显著性检验(显著性水平>99%以上, $P < 0.05$)。可见,朝鲜中西部地区春季植被覆盖度的变化可能主要受春季气温和春季降水的影响。

关键词:Landsat 5;植被覆盖度;气温;降水;相关分析

中图分类号:TP79 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1673-503X.2018.04.015

引言

由于人类活动的影响及洪水、干旱、森林火灾等灾害性天气气候事件的干扰,全球陆地很多地区,包括朝鲜中西部地区森林植被面积逐渐减少。了解陆地植被的变化,对生态建设和区域经济发展具有重要的指导意义。

植被指数作为陆地植被变化、生态环境现状、土地利用和土地覆盖转换等问题的重要参数,已得到较广泛应用。杨扬等^[1]提出了光、温、水等气象因子对植物发育期影响的关键作用。Avissar^[2]为了研究植被对城市热环境的潜在影响,在多个模型支持下对城乡热环境和风场进行了对比分析,结果表明植被本质上受风、气温、湿度和降水的影响。Maynard和Levi^[3]采用Landsat TM影像、归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)和支持向量机(Support Vector Machine, SVM)模型分析土壤特征及土壤—气候反馈。孙云鹏^[4]利用遥感数据和气候统计资料等,采用湿润指数和植被覆盖指数对2001—2007年河北省及各市的生态质量进行了评价。有研究利用卫星遥感资料及气温、降水量等气候资料,评价了研究区植被指数和植被类型^[5-7],表明不同植被类型对气候因素的响应不同,植被指数普遍与气温存在明显或不明显的正相关关

系,与降水之间存在较显著的相关性。李菁等^[8]分析了1982—2006年宁夏中南部地区植被指数的季节变化特征,指出春季平均植被指数与降水量呈正相关关系(0.401),与气温呈负相关关系(-0.433)。曹磊研究表明^[9],江苏省年平均植被指数与气温、降水量和相对湿度的相关系数分别为0.282、-0.142、-0.369。王巧玲等^[10]和张晓慧^[11]研究了植被指数与气候因子之间的相关特征,发现气温和植被指数之间的相关性与前人研究相同,但降水量不同。也有研究表明^[12-15],植被覆盖指数与气候因子之间不同的相关性与地区及季节有关。

植被覆盖度是由NDVI计算的,与植被指数在本质上是相同的。朝鲜地区春季为3—5月,中西部地区春季降水量约占年总降水量的16%。春季,随着植物生长活性越大,水分需求量越多。但每年春季移动性反气旋活动增强,经常控制朝鲜中部地区,降水量较少,并导致严重干旱现象频发。因此,朝鲜春季特殊的环流特征和降水匮乏现象直接影响植被覆盖度(Fractional Vegetation, FV)变化。FV不仅受当年春季气温和降水的直接影响,其变化量也可能与春季气温和降水量的长期变化趋势关系密切。

本文从两个方面分析朝鲜中西部地区春季植被

覆盖度 FV 与降水和气温之间的关系,首先分析当年 FV 与春季气温和降水之间的关系;然后分析 1992—2007 年春季 FV 变化与气温和降水量变化率之间的关系,以期了解朝鲜地区陆地植被变化与气候的关系,对朝鲜地区环保部门和国土管理部门的科学决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究区概况

朝鲜中西部地区(38°36'—39°25'N,125°21'E—126°23'E)总面积为 6990.6 km²,共包括 2 个市(平壤市和平城市)、11 个郡和区(江

东郡、三脊区、祥原郡、胜湖郡、烽火区、大同郡、中和郡、江西区、黄州郡、江南郡和万景台区)。朝鲜中西部地区地势较为平坦,地形主要以平原和低山为主,东部和北部基本为山地(海拔高度为 400 m 以下)。1992—2007 年朝鲜中西部地区年平均气温为 9.7℃,1 月平均气温为 -5.7℃,8 月平均气温为 24.7℃;年平均降水量为 926.6 mm,其中春季降水量比其他季节偏少,干旱多发。朝鲜各市、郡和区均有一个地面气象站,研究区地形和地面气象观测站空间分布见图 1,境界线为在分析过程中用于计算各地区植被覆盖度(FV)平均

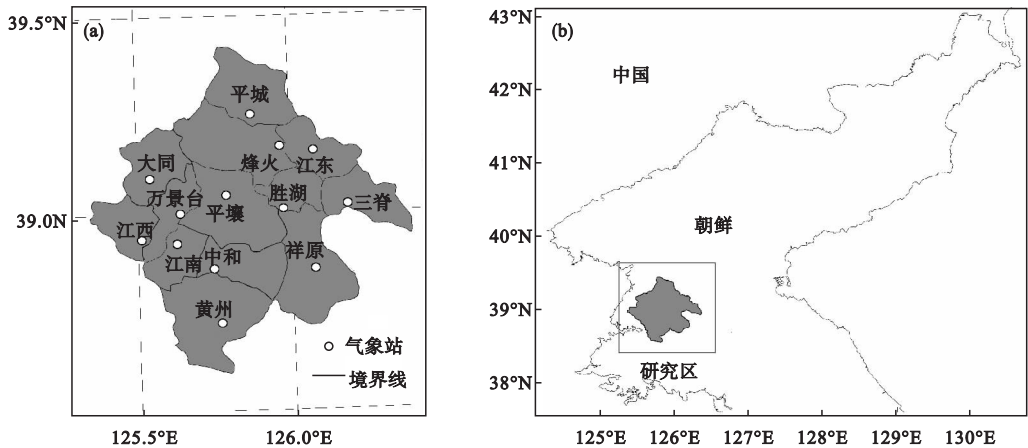


图1 朝鲜中西部地区地面气象站空间分布(a)和研究区相对位置(b)示意图

Fig. 1 The schematic diagrams of spatial distribution of weather stations over the mid-west of DPR Korea (a) and relative space position of the studied area (b)

值的区划界线。

1.2 资料来源

本文遥感数据为 Landsat 卫星数据影像(<http://www.gscloud.cn/>),空间分辨率为 30 m × 30 m,影像日期分别为 1992 年 6 月 1 日、2003 年 5 月 31 日和 2007 年 6 月 3 日,轨道号 path(条带号)为 117, row(行编号)为 33,格林尼治标准时间(Greenwich Mean Time, GMT)分别为 1992 年 6 月 1 日 01:23:24.06、2003 年 5 月 31 日 02:05:32.17 和 2007 年 6 月 3 日 02:11:06.07,遥感数据均为 1 级产品,经过辐射校正。来源于朝鲜国家地理环境研究中心的 1992—2007 年朝鲜地区地形图、地貌图、行政区划图,气候资料来源于朝鲜中西部地区 13 个气象站(平壤、平城、江东、三脊、祥原、胜湖、烽火、大同、中和、江西、黄州、江南和万景台)1992—2007 年月平均气温和降水量观测资料。

1.3 研究方法

1.3.1 遥感图像预处理

利用遥感图像处理软件 ENVI 5.1(The Environment for Visualizing Images)提供的辐射定标模块(Radiometric Calibration)实现辐射定标;采用

ENVI 5.1 中的大气校正模块(FLAASH Atmospheric Correction)进行影像大气校正,消除大气因子和气溶胶的影响。利用 1:5 0000 地形图,以高斯-克吕格(Gauss-Kruger)投影为校正空间,选取 20 个地面控制点(Ground Control Point, GCP),采用控制点校正的方法,首先对 2007 年 6 月 3 日遥感图像进行几何精校正,最终的定位精度控制在 1 个像元之内。在此基础上利用配准模块(Geometric Correction)对 2003 年和 1992 年的遥感图像进行精确配准处理。运用 ENVI 中剪裁模块(Subset Data Via ROIs),基于研究区矢量地理信息对 3 幅 TM 图像进行剪裁,获得研究区遥感图像。

1.3.2 植被覆盖度信息提取

采用对归一化植被指数(NDVI)进行正规化处理的方法获得植被覆盖度,植被覆盖度计算方法^[8]将研究区 NDVI 的最大值假定为 100% 覆盖度,而将 NDVI 的最小值假定为 0% 覆盖度,然后将 NDVI 进行标准化处理,公式为:

$$FV = (NDVI_{ind} - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \quad (1)$$
式(1)中,FV 为植被覆盖度,即经正规化的 NDVI;

$NDVI_{ind}$ 为每个像元对应的 $NDVI$; $NDVI_{max}$ 为影像中 $NDVI$ 的最大值; $NDVI_{min}$ 为影像中 $NDVI$ 的最小值。关于 FV 的定义不同,李得勤等^[16]研究表明, FV 为植被覆盖比率。本文利用 ENVI 中的 Basic Tools/Statistics/Compute Statistics 工具,将累积统计值为 90% 和 5% 的 $NDVI$ 值分别作为 $NDVI_{max}$ 、 $NDVI_{min}$,利用 ENVI 中的 band math 工具,依据上式计算的研究区植被覆盖度,然后将植被覆盖度利用归一化模块 (Colour mapping/Density slice) 进行归一化。在这个过程中,特别注意三个年份的归一化分类范围和颜色保持一致。然后,利用 ArcGIS 10.2 中的剪裁

模块 (Extract by Mask) 和图 1 的研究区边界矢量,计算评价各地区的 $NDVI$ 平均值。

2 结果分析

2.1 FV 变化特征

通过对 1992 年、2003 年和 2007 年同期 Landsat TM 遥感影像进行解译,获取朝鲜中西部地区春季植被覆盖度空间分布的基本信息 (图 2),为了分析 FV 与气候要素之间的相关特征,通过图 1 的地域界线计算各地区的 FV 平均值 (图 3)。由图 2 和图 3 可见,1992—2007 年春季朝鲜中西部地区植被覆盖

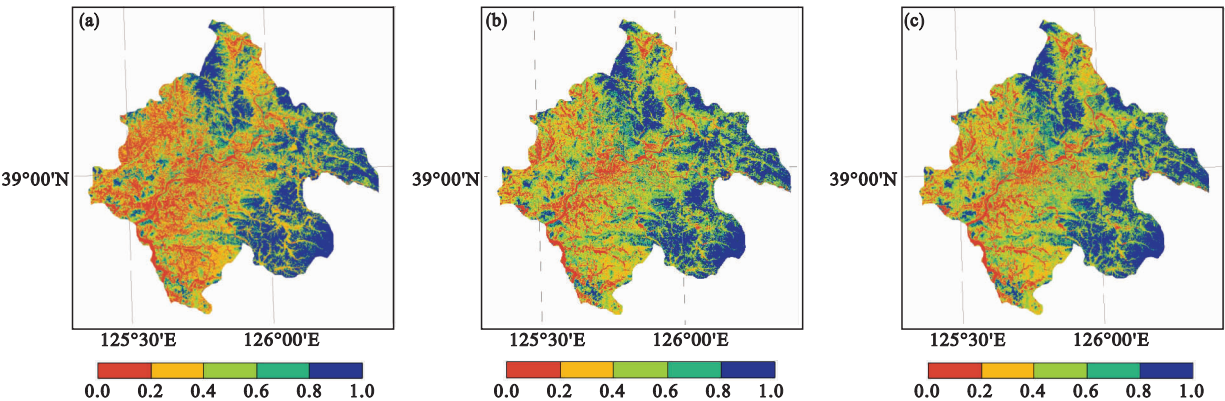


图 2 1992 年 6 月 1 日 (a)、2003 年 5 月 31 日 (b) 和 2007 年 6 月 3 日 (c) 朝鲜中西部地区植被覆盖度空间分布
Fig. 2 Spatial distributions of FV over the mid-west of DPR Korea on June 1, 1992 (a), May 31, 2003 (b), and June 3, 2007 (c)

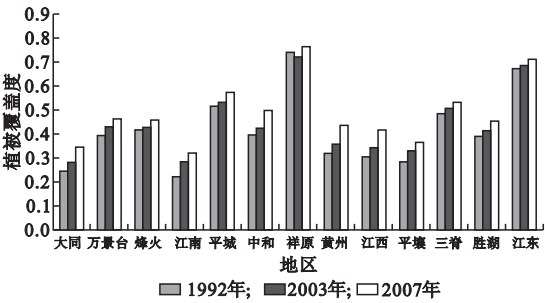


图 3 1992 年、2003 年和 2007 年春季朝鲜中西部地区植被覆盖度平均值的对比
Fig. 3 Comparison among the regionally averaged spring FVs in 1992, 2003 and 2007 over the mid-west of DPR Korea

度增长较明显,东部 (江东、三脊、祥原和胜湖) 和北部 (烽火) 山地区域 FV 增加量小于西部 (大同) 和南部 (中和、江西和黄州) 平原地区,中部地区 (平壤市中心部和万景台) FV 增加量比山地区域大,但比平原地区小;山地区域 FV 的平均增加率约为 6.0%,平原地区 FV 的平均增加率约为 26.6%,中部 FV 的平均增加率约为 14.9%。由于植被覆盖度可以间接反映气候变化,因此 FV 的年际及地区差别表明气候在时间和空间上存在变异性。

2.2 植被覆盖度与气温和降水的关系

2.2.1 FV 变化与气温和降水的关系

图 4 为 1992 年、2003 年和 2007 年春季朝鲜中

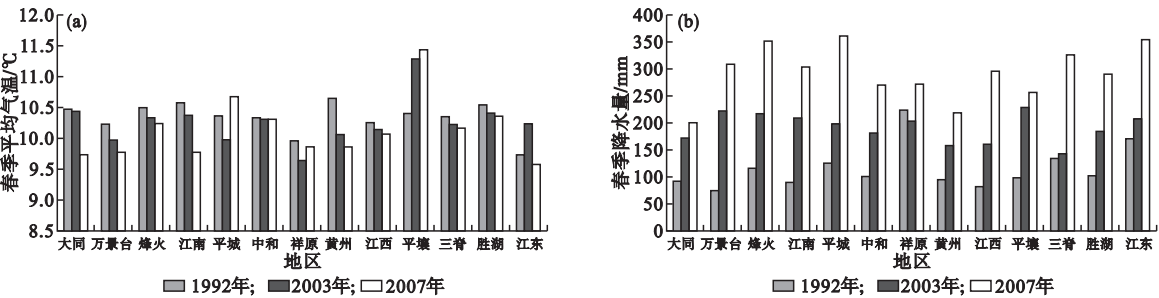


图 4 1992 年、2003 年和 2007 年春季朝鲜中西部地区平均气温 (a) 与降水量 (b) 变化
Fig. 4 Variations of the spring mean temperature (a) and precipitation (b) in 1992, 2003 and 2007 over the mid-west of DPR Korea

西部地区 13 个气象站的平均气温和降水量,由图可见,1992—2007 年朝鲜中西部地区春季平均气温基本呈逐渐降低的趋势,但降水量呈明显增加的趋势,大部地区后期降水量均比 20 世纪 90 年代初显著增多。

由图 3 和图 4 对比可见,朝鲜中西部地区春季植被覆盖度 FV 与春季降水量存在明显的正向对应关系。祥原地区较特殊,春季降水量自 1992 年以后呈先减少后增加的变化趋势,但与春季 FV 的变化也完全一致,进一步证实了降水和 FV 之间存在密切正

相关。

气温变化幅度虽比降水量小(图 4),但其对 FV 的影响也是无法忽略的。各区域气温变化趋势存在差异,但绝大多数地区表现为与 FV 增加相反的现象,即呈逐渐减少的变化趋势。平壤市春季平均气温自 1992 年以后逐渐上升,且春季平均气温增长率也为最高,可能和城市发展导致的热岛效应(Urban Heat Island)增强有关。

由图 5 可见,1992 年、2003 年、2007 年朝鲜中西部地区春季平均植被覆盖度 FV 与春季气温、降水量

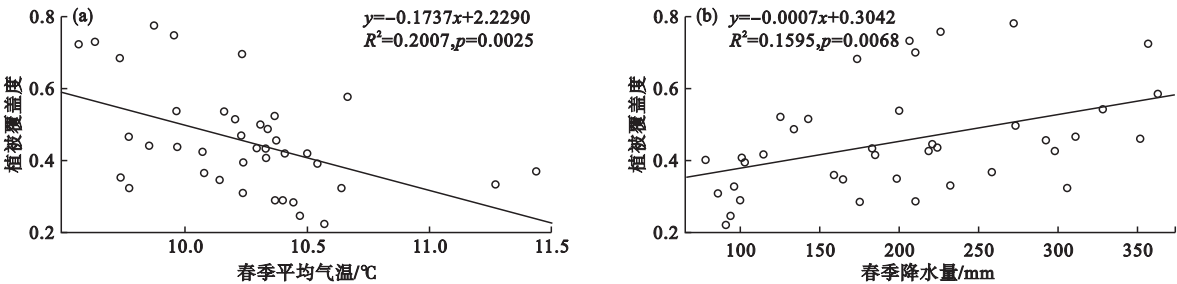


图 5 1992 年、2003 年和 2007 年朝鲜中西部地区春季平均植被覆盖度 FV 与春季气温 (a) 和降水量 (b) 散点图

Fig. 5 Scatter diagrams of the relationships between spring mean temperature (a), precipitation (b) and mean FV in 1992, 2003 and 2007 over the mid-west of DPR Korea

分别呈显著的负相关关系和正相关关系,回归方程的统计检验分别为 $P = 0.0025$ (平均气温)、 $P = 0.0068$ (降水量),显著性水平均为 95.0% 以上,春季气温和春季植被覆盖度 FV 呈负相关关系,相关系数为 -0.47 。可能与朝鲜中西部地区常年春季降水量一般较少,春旱现象严重,气温下降有利于减少蒸发和蒸腾,土壤保墒条件转好有关。

由图 5b 可见,朝鲜中西部地区春季植被覆盖度 FV 和春季降水量存在明显的正相关关系,相关系数为 0.43,主要是由于春季充足的降水有利于减缓研究区春旱现象,保证土壤水分条件处于良好状态,促进后期植被的生长。朝鲜中西部地区春季植被覆盖度与春季降水量的正相关关系也表明 1992 年、2003 年和 2007 年春季降水量可能存在逐渐增加的趋势,有利于降低春季气温,也增加前期土壤水分存储,对植被生长具有正面影响。

本文朝鲜中西部地区春季植被覆盖度 FV 与前期气温和降水的相关性与闫新霞和戴翠贤^[5]、林德生^[7]和李菁等^[8]的研究结论基本一致。中国东北地区气温和降水量等气候因子与朝鲜中西部地区较相似,张晓慧^[11]和李梦云等^[17]研究表明地表气温与植被指数呈负相关关系,降水量与植被指数呈正相关关系,与本文结论一致;但唐晓玲等^[18]研究表明地表气温与植被指数呈正相关关系,主要是由于高寒地区气温为植被生长过程中的重要因子之一。

2.2.2 FV 与气温和降水变化率之间的关系

进一步分析 1992—2007 年朝鲜中西部地区春季植被覆盖度 FV 变化量与春季平均气温和降水量变化速率的相关特征。利用 2007 年与 1992 年春季朝鲜中西部地区春季植被覆盖度 FV 的差值得到 1992—2007 年研究区 FV 变化的空间分布,由图 6 可见,近 16 a 朝鲜中西部地区东部山地区域的 FV 明显减少,而西部和中部地区(平原地区) FV 显著增加。

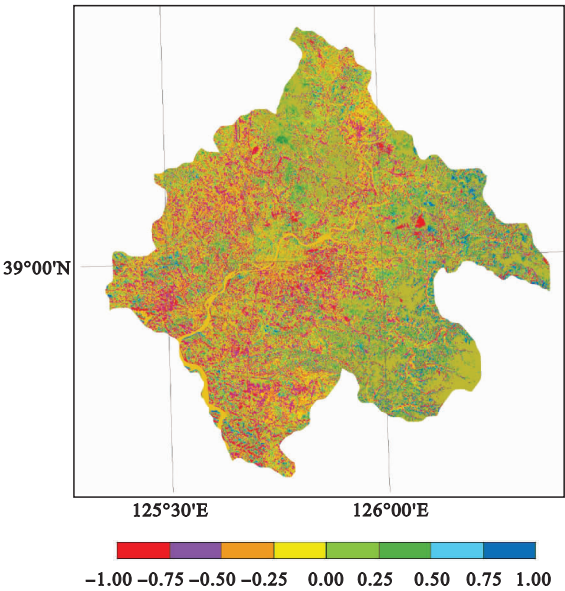


图 6 1992—2007 年春季朝鲜中西部地区植被覆盖度 FV 变化量空间分布

Fig. 6 Spatial distribution of the variation of spring FV over the mid-west of DPR Korea during 1992-2007

研究期间朝鲜中西部所有地区平均气温增长率统计满足了 95.0% 以上的显著水平,但对于降水量显著性水平,部分地区(平壤,中和,平城)降水量增长率显著性水平仅为 90.0%,因此为了避免这种情况,对这些地区降水数据采用 3 a 平滑化法将显著性水平达到 95.0% 以上,然后通过对 FV 与气温、降水

量进行趋势分析得到 FV 和春季气候因子的关系。这种分析的理论依据是假设研究地区中所有气象站点均处于同一个地理特征和气候背景下,因此气温和降水的水平与垂直分布差异较小。将朝鲜中西部地区 13 个气象站的平均气温和降水量的变化率按由小到大的顺序排列后,图7和图8分别为朝鲜中

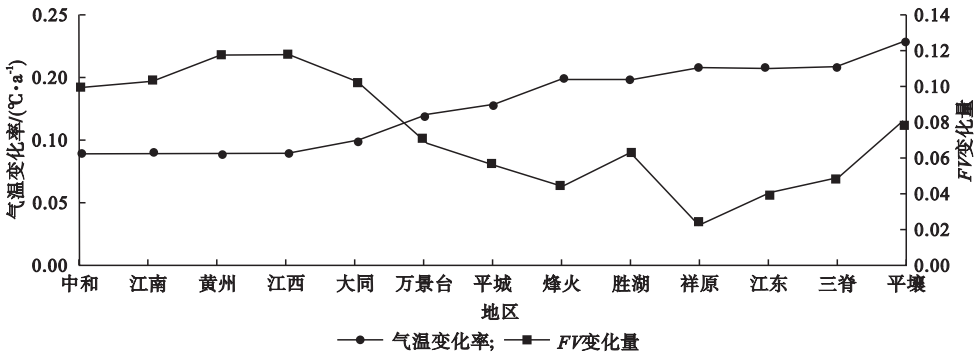


图 7 1992—2007 年春季朝鲜中西部 13 个地区气温变化率和 1992 年与 2007 年植被覆盖度 FV 变化量
Fig. 7 Change rates of spring mean temperature during 1992-2007 and the variations of spring FV between 1992 and 2007 in the 13 subareas over the mid-west of DPR Korea

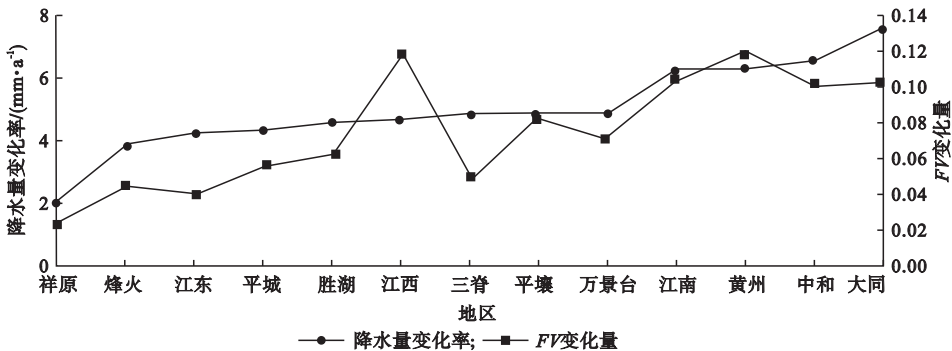


图 8 1992—2007 年春季朝鲜中西部 13 个地区降水量变化率和 1992 年与 2007 年植被覆盖度 FV 变化量
Fig. 8 Change rate of spring precipitation during 1992-2007 and the variations of spring FV between 1992 and 2007 in the 13 subareas over the mid-west of DPR Korea

西部地区春季平均气温变化率、降水变化率与 FV 变化量的变化趋势,其中气温和降水量的变化率是利用 1992—2007 年观测资料进行线性回归得到,而春季植被覆盖度 FV 变化量则是 2007 年与 1992 年的差值。

由图 7 可见,随着平均气温变化率的增加, FV 变化量呈逐渐减小的趋势,显著性检验值为 $p = 0.0050$,显著水平可达 99.0% 以上,具体来看,烽火、祥原、江东、三脊、胜湖等东部和北部山地区域气温上升率较高,而植被覆盖度 FV 变化量较小。与此相反,黄州、江西、大同等中部和西部平原地区气温上升率较低,植被覆盖度 FV 较高。主要是由于气温的上升率受地域差异的影响,海洋的比热容高于陆地,因此越靠近海岸,气温上升受到的限制越大。

朝鲜中西部地区春季移动性反气旋活动较强,在降水量匮乏和干旱常发生的情况下,较高的气温上升率将抑制植物的生长活动,并限制植被覆盖度

的增加,与东亚中纬度地区干旱时期气温上升和植被覆盖度 FV 变化之间呈负相关关系的结论一致^[19-20]。但也有一些研究表明气温与 FV 变化之间呈正相关关系^[5],可见不同的结果与研究地区的地理位置、年份及季节气候系统和土壤条件的差异有关。

气温增加率和植被覆盖度 FV 变化量之间的相关系数为 $r = -0.53$ (图 7),气温上升率最高的地区为平壤市中心地区, FV 变化量与气温增加率的关系与多数地区的变化相反,表明平壤市中心地区城市热岛效应非常显著。平壤市植被覆盖度 FV 的增加量,除了自然性增加,城市绿化等人类活动的贡献也较大。

由图 8 可见,朝鲜中西部各地区春季降水量均呈增加的趋势,由降水增长率的空间分布可知,东部和北部山地区域的降水量变化率(烽火、祥原、江东、胜湖和三脊)较低,大部平原地区、西部(大同)和南

部(黄州、中和)地区降水量变化率较高。朝鲜中西部地区大部山地海拔高度较低,因此降水过程中由地形效应降水增加的现象几乎没有发生。

随着降水量变化率的增加,对应植被覆盖度 FV 的变化趋势和气温与它的关系不同,呈显著增加的趋势,显著性检验值为 0.0009,达到 99.9% 显著水平。综上所述,在朝鲜中西部地区干旱多发的春季,降水增加量引起植被覆盖度 FV 增加,充足的降水有利于改善植物生长所必需的水分条件,同时也抑制了干旱的发生,与之前降水和 FV 之间关系的研究结果相同^[5,7-8]。

降水量增加率和 FV 增加量之间的相关系数较高,为 $r=0.79$ 。但极端降水事件对季节平均降水量增长率可能具有较大的贡献,而过多的降水量增加也将给植被的生长带来负面影响。

3 结论与讨论

(1)1992 年、2003 年和 2007 年春季朝鲜中西部地区年平均植被覆盖度呈持续性增长的趋势,由植被覆盖的时空变化可知,大部地区植被覆盖度呈增加的趋势, FV 平均增加量为 17.5%,山区 FV 平均增加量比平原地区偏高约 20.0%。

(2)朝鲜中西部地区春季植被覆盖度与气温之间呈负相关关系(相关系数为 -0.47,显著性检验),但春季植被覆盖度与降水呈正相关关系(相关系数为 0.43,显著性检验)。气温上升率与 FV 增加量呈负相关关系,相关系数为 -0.53;但降水上升率与 FV 增加量呈正相关关系,相关系数为 -0.79。

(3)朝鲜中西部春季由于移动性高压的频繁影响为少雨期,此期间由于缺水使植物生物量活性降低,对植被覆盖度的影响较大。因此精确解释春季植被覆盖度与气候因子之间的关系,对生态环境保护和农业部门、城市园林规划等研究具有重要的实际意义。

(4)朝鲜中西部地区植被覆盖度对当年和次年春季气候异常较敏感,降水变化对植被覆盖度的影响比气温大。前期的降水,对后期的土壤水分储蓄具有影响;当前期春季降水偏多时,近期春季土壤水分条件一般较好,有利于植物生长发育,反之亦然;前期气温偏高时,加速土壤水分损失,不利于后期植物生长。

(5)本文研究结果是以每个地区为评价单位得到的地区平均值。虽然结果较客观地反映了植被覆盖度 FV 变化与气候之间的相关特征,但是二者资料分布密度存在差异。本文的 Landsat TM 遥感影像资料存在月份的差异,导致计算过程中可能产生一

些误差,若采用基于卫星数据反演的地面气温和高分辨率降水数据,可以获得更客观、更定量性的分析结果。

参考文献

- [1] 杨扬,罗贤,李荣平,等. 气象要素对植物物候影响及其驱动机制研究进展[J]. 气象与环境学报,2016,32(5):154-159.
- [2] Avissar R. Potential effects of vegetation on the urban thermal environment [J]. Atmospheric Environment, 1996,30(3):437-448.
- [3] Maynard J J, Levi M R. Hyper-temporal remote sensing for digital soil mapping: characterizing soil-vegetation response to climatic variability [J]. Geoderma, 2017(285):94-109.
- [4] 孙云鹏. 基于 RS& GIS 的河北省生态质量气象评价[J]. 唐山师范学院学报,2011,33(5):101-103.
- [5] 闫新霞,戴翠贤. 天山北麓植被指数变化特征及其与气温和降水的关系[J]. 气象与环境科学,2013,36(2):42-46.
- [6] 周刊社,袁雷,杨志刚,等. 基于遥感的珠峰地区生态质量气象评价[J]. 草业科学,2014,31(6):1014-1021.
- [7] 林德生. 三峡库区植被覆盖变化及其气候响应[D]. 武汉:华中农业大学,2011.
- [8] 李菁,王连喜,李琪,等. 宁夏中南部近 25 年植被变化特征及其与气候因子的关系[J]. 中国农学通报,2011,27(29):284-289.
- [9] 曹磊. 江苏省植被 NDVI 动态变化及其与气候因子的关系[D]. 南京:南京农业大学,2014.
- [10] 王巧玲,花立民,杨思维. 1982—2006 年祁连山北麓草原植被指数与气候及载畜量的关系[J]. 甘肃农业大学学报,2014,49(4):127-135.
- [11] 张晓慧. 黑龙江省植被变化特征及其与气候的响应[D]. 哈尔滨:哈尔滨师范大学,2015.
- [12] 李晓光. 基于 MODIS-NDVI 的内蒙古植被覆盖变化及其驱动因子分析[D]. 呼和浩特:内蒙古大学,2014.
- [13] 杜加强,赵晨曦,贾尔恒·阿哈提,等. 近 30a 新疆月 NDVI 动态变化及其驱动因子分析[J]. 农业工程学报,2016,32(5):172-181.
- [14] 严晓瑜. 不同时间尺度若尔盖湿地植被变化及其与气候的关系[D]. 北京:中国气象科学研究院,2008.
- [15] 张琪,袁秀亮,陈曦,等. 1982—2012 年中亚植被变化及其对气候变化的响应[J]. 植物生态学报,2016,40(1):13-23.
- [16] 李得勤,文小航,段云霞,等. MODIS 产品反演与 WRF 模式默认植被覆盖度对比研究[J]. 气象与环境学报,2015,31(4):26-34.
- [17] 李梦云,黄方,陈龙胤. 吉林省西部地区 NDVI 对降水量和土壤湿度的敏感性分析[J]. 东北师大学报:自然

科学版,2013,45(4):141 – 146.

[18] 唐晓玲,任红玲,王杰,等. 吉林省主要产粮区 NDVI 时空变化特征[J]. 气象与环境学报,2015,31(2): 103 – 107.

[19] 王琳,景元书. 江西省干旱灾害 MODIS 遥感数据监测分析[C]//中国遥感应用协会. 新世纪以来遥感应用进展交流研讨会论文集. 昆明:中国遥感应用协会, 2011.

[20] 张培赢. 基于遥感数据的干旱半干旱地区植被指数及影响因子研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2016.

Relationship between fractional vegetation and climate factors
in spring over the mid-west of DPR Korea

WU Gang-zhe^{1,2} YAN Jin-zhe^{1,3} REN Guo-yu^{1,4} SUONAN Kan-zhuo¹

(1. School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;
2. Wonsan Agriculture University, Wonsan, DPR Korea; 3. Kim Il Sung University,
Pyongyang, DPR Korea; 4. Laboratory for Climate Studies, National Climate
Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the Landsat 5 satellite data in 1992, 2003 and 2007 as well as temperature and precipitation data from the 13 weather stations in the mid-west of DPR Korea during 1992-2007, the variation characteristics of fractional vegetation (*FV*) in spring and their relationships with climate abnormality were investigated. The results show that the regionally averaged *FV* in the studied area increases significantly with a rate of about 17.5%. More specifically, the increasing magnitude of *FV* in plain area is about 20.0% higher than that in mountain area. In addition, *FV* has a negative correlation with the spring mean surface temperature ($r = -0.47$) and a positive correlation with the spring precipitation ($r = 0.43$). Moreover, there is a negative and positive correlation between the variations of the spring mean temperature, precipitation and *FV* ($r = -0.53$ and $r = 0.79$), respectively, with a very significant level ($P < 0.05$). So, the variation of spring *FV* in the mid-west of DPR Korea may be mainly affected by spring mean temperature and precipitation.

Keywords: Landsat 5; Fractional Vegetation (*FV*); Temperature; Precipitation; Correlation analysis