

全球变化对陆地生态系统的影响研究

朱连奇，许立民
(河南大学 环境与规划学院,河南 开封 475004)

摘要:在对前人研究成果分析总结的基础上,介绍了大气温室气体含量增加、气候变暖、海平面上升等全球变化的事实,认为全球变化很大程度上取决于自然的变异,但人为活动也是不可忽视的主要原因。从水热平衡失调、气候异常、海平面上升、快速荒漠化和生物多样性减少等方面探讨了全球变化对农业生态系统中粮食种植、畜牧业生产、农业自然灾害的影响,森林生态系统、水生态系统和生物多样性的变化以及全球变化对陆地生态系统影响的区域差异,不同生态系统对于全球变化。响应的变化最后探讨了今后研究面临的形势和任务。

关键词: 全球变化;陆地生态系统;生物多样性

中图分类号: X45

文献标志码: A

文章编号: 1003-2363(2011)02-0161-04

全球环境变化和可持续发展是当前人类社会面临的两大挑战^[1]。以气候变暖为标志的全球环境变化已经发生并将继续影响人类赖以生存的生态环境,如森林面积减小、土地退化与荒漠化、水土流失、自然灾害急剧等。如何确保人类生存环境的健康和可持续发展,如何应对全球环境变化带来的不良影响,各国政府及民间团体均给予了强烈的关注。《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)、《京都议定书》和《生物多样性保护公约》等国际公约的签订不仅反映了人类共同防止全球变化、维护人类生存环境的决心,亦使环境问题与国家利益密切相关。本研究分析未来全球变化对陆地生态系统的可能影响,探讨未来全球变化对陆地生态系统影响的研究方向。

1 全球变化的事实

国际上对全球变化概括为温室气体(主要是CO₂和CH₄,N₂O等)的增加所导致的全球气候和生态系统的变化,包括大气环流的改变、水热平衡的失调、气候异常、海平面上升、快速荒漠化和生物多样性减少等。

1.1 已知的事实

由于人类活动所诱发的温室效应(greenhouse effect),使大气温度朝着更高的趋势变化。人类生产、生活活动排放的温室气体,尤其是CO₂,CH₄,CFCs和N₂O首先使地球表面变暖,目前,CO₂的含量为372×10⁻⁶,在过去42万年中是史无前例。部分温室气体是由于矿石燃料燃烧所引起的,它们是工业革命以来几个世纪累积所造成的。研究表明,土地利用/覆被变化(LUCC)引

起的土壤有机质含量减少也是温室气体含量急剧增加的主要原因之一^[2-4]。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的评估报告指出:(1)21世纪地球表面平均温度将会以0.2℃~0.5℃/10a的速度升高,如果禁止CF-Cs气体的排放,可使上述速度减少15%~20%。(2)陆地将比海洋热得更快,北半球将比平均温度升高更快。(3)不同纬度地区对气候变化的反应不一致。(4)海平面将会以6cm/10a的速度升高,这主要是由于海洋暖流的扩散和部分陆地冰川融化引起的;至2030年,海平面平均上升约20cm,而至2100年则达到65cm^[5]。

1.2 未知的事实

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的上述评估和预测中未考虑到采伐森林的影响,即陆地生态系统对温室气体排放和吸收之间的源和汇的关系,事实上这些因素严重地影响气候的变化、海平面的升降以及陆地与山地冰川面积和厚度的变化。有人认为基于数学模型所做出的关于CO₂倍增后气温升高1.5℃~4.5℃的估计偏高,因为模型中对云的形成和扩散因素并未考虑进去。一些观测站由于靠近城市地区,可能会受到城市化本身所造成的温度升高的影响,所以这些观测数据并不意味着全球性变暖。况且从1970—1980年10多年的卫星遥感资料来看,并未表明有显著的全球平均气温升高的迹象。然而,尚有少数人认为全球变化引起的地球升温会比IPCC预测的更快,因为未来全球性排放CO₂量将有增无减,大气中CO₂的累计将会继续增加。

尽管存在上述争议,IPCC仍认为:20世纪地球平均地表温度上升约0.3℃~0.6℃,而最热的7年发生在1980年以后,同时海平面上升10~20cm;北极海域冰层的厚度在过去的几十年里已经减少到原来的40%^[3];这种变化即使很大程度上取决于自然气候的变异,但人为活动引起的温室效应使地球增温也是不可忽视的主要原因。随着大气中CO₂等温室气体含量的急剧增加,气候变化对植被的作用以及植被对气候变化的反作用也

收稿日期: 2010-08-25; 修回日期: 2010-12-02
基金项目: 河南省重点科技攻关项目(092102310169); 河南省政府决策研究项目(B248)
作者简介: 朱连奇(1963-),男,河南郸城县人,教授,博士生导师,博士,主要从事土壤地理学、全球变化的教学和科研工作,(E-mail) lqzhu@henu.edu.cn。

会明显出现,急剧变化的气候将会影响生态系统各组分的变化,CO₂ 浓度倍增也可能影响到生态系统生产力或水分利用的有效性,但群体生物生产力过程的加快能否引起更多的温室气体排放仍不得而知。

2 全球变化对陆地生态系统的影响

2.1 对农业生态系统的影响

2.1.1 对粮食生产的影响。谢云的研究表明,气候变化对中国农业生产的影响主要表现在:(1)改变农作物生理过程;降低叶面气孔传导率,减少蒸发,提高水分利用率;改变植物干物质的分配结构,导致生物产量和种子生产效率降低,从而对农业产生直接影响。全球变暖、CO₂ 浓度增加将会使我国主要农作物冬小麦、棉花、大豆的发育期提前,并对作物生长发育和产量的形成以及产品质量具有明显的正效应。增产幅度大的是棉花、高粱和茄子等 C3 植物,增产水平可达 30%。(2)对我国目前的农业种植制度将产生深刻影响。目前的种植制度主要包括一年一熟制,一年二熟制和一年三熟制,在一年一熟制与一年二熟制的过渡地带,分布有二年三熟制。在全球变化的大背景下,上述种植界线将会北移。(3)全球变化将导致水土流失、河流湖泊淤积等,加剧农业自然灾害。随着气候变暖,许多杂草会向高纬度地区扩展,病虫害对气候的适应发生改变,冬季增暖还有利于病虫害的爆发^[6]。此外,无论是在“灌溉+雨养”还是“雨养”条件下,气候变化都将增加中国可耕种土地的面积。在“灌溉+雨养”条件下,可耕种土地面积增加的幅度变化在 2.5%~16.2%之间;在“雨养”条件下,可耕种土地面积增加的幅度变化在 2.3%~18.0%之间^[7]。

在世界范围内,气候变暖可使作物生长时间延长。年平均温度每增加 1℃,北半球中纬度的作物带将水平北移 150~200 km,垂直上移 150~200 m。东北非、南非、阿拉伯半岛西部、东南亚、澳大利亚东部、美国南部和阿根廷,12 月到来年 2 月土壤水分会减少;而北非、西非、东欧部分地区、中亚、西伯利亚、澳大利亚西部、美国南部、中美洲和巴西东部的 6—8 月土壤水分含量也显著降低。由于温度升高所引起的水分条件恶化及高温促使作物徒长和缩短灌浆期,中纬度主要粮食产区很可能减产。全球变暖导致的海平面上升将会淹没沿海低地区重要的粮食生产基地,对尼罗河三角洲的初步研究表明,海平面若上升 100 cm,将会淹没目前埃及 15% 人口的粮食产地。美国 God-dard 空间研究所的气候模拟认为,CO₂ 浓度倍增将使芬兰的燕麦和小麦产量提高 9%~18%。而东南亚地区因植株生长过快而使产量显著下降,非洲地区因 CO₂ 引起的升温造成土壤含水量降低,致使产量减少 16%~25%^[8]。

2.1.2 对牲畜业生产的影响。气候变化将从两个方面对畜牧业产生影响。(1)对草场和饲料作物的影响。草

地生态系统中禾本和木本植物的数量易受气候的影响。气温的升高、夏季降雨的增加和霜冻日数的减少,将促进一年生或多年生亚热带 C4 植物向温带 C3 草本植被区推进,引起饲料质量下降、热季生物产量增加,但 C4 植物的侵入所造成的饲草质量下降在一定程度上抵消了产量的增加。在中国的干旱、半干旱地区,在未来降水增加不多的气候条件下,由于温度升高、蒸散量增大,牧草的产量将随有效水分的减少而降低^[9]。300~400 mm 降水量的草甸草原,每减少 50 mm 的水分供应,产草量减少 20%~25%,在典型草原和荒漠草原区,这种反应就更明显^[10]。冰岛草场年平均温度将升高 4℃,降水量将比现在的平均值增加 15%,草的生长季节几乎提前 50 d 开始,改良牧场的干草产量约增加 2/3,未改良草场的牧草产量约增加 50%,牧场能负载羊的数量将能提高约 250%,草场能负载羊的数量提高 2/3。(2)对家畜健康、生长和繁殖的影响。夏季温度升高,特别是那些具有大陆性气候特征、目前夏季温度已接近牲畜可忍受温度阈值的地区,对牲畜的生长和发育有不利影响。在高温环境中,采食量和产乳的饲料利用率均下降。气候变暖将降低热带和亚热带家畜的日增重、产奶量和饲料转化率。温带地区的寒冷季节,气候变暖对家畜生长十分有利,其原因是减少了对饲料的需求,增加幼小家畜的成活率。气候变暖对家畜疫病分布影响的分析表明,目前主要限于热带的牲畜疾病,如裂谷热病和非洲猪瘟可能扩展到美国,并引起严重的经济损失,在美国已有的主要疾病分布区域有可能进一步扩大。目前,角蝇已使肉牛和奶牛业遭到重大损失,随着气候的变暖,这种影响将进一步加剧^[9]。

2.1.3 农业自然灾害增加。在目前可以预见的各方面影响中,农业生产受全球气候变暖的影响将会最大。我国农业生产尤其是粮食生产靠天吃饭的局面还没有根本改变,随着全球气候变暖,气候对农业生产的影响将越来越大,农业自然灾害总体呈加重趋势,未来我国与饲料行业有关的玉米、小麦、大豆等种植业将面临更大压力。(1)水资源变化,气候灾害增加。气候变化已经引起我国水资源分布的显著变化,海河、黄河等六大江河的实测径流量呈下降趋势,北方干旱频繁发生。未来 50~100 年,北方的宁夏、甘肃等省旱灾发生的几率增大,严重影响着种植业的生产。(2)气象灾害和病虫害导致饲料作物减产。气候变暖导致的厄尔尼诺现象,春季容易出现连续阴雨天气,影响粮食作物生长,作物遭受高温、干旱的双重危害,导致结实和灌浆不良,暖秋使北方冬麦区小麦冬前生长较快,部分地区出现旺长现象,抗寒能力差,遇强降温有可能会出现冻害。

2.1.4 农业病虫害的影响。温度升高使农业病虫害的分布区域发生变化。台风加快了病虫害传播蔓延的速度,主要农作物病虫害越冬数量在增加,范围在扩大,时间在延长,对农作物的危害程度增大。许多农业病虫害

因气温升高而加重,例如,冰岛马铃薯枯萎病在目前尚无重大危害,若温度升高,则危害会加重。在美国谷物产区,玉米穗虫越冬区将会扩大,从而引起产量损失。气候变化还可能影响我国稻作病虫害的分布、发育、存活、行为、迁移、生殖、种类动态和大爆发。近年来,我国已发现“稻飞虱北上”、“飞蝗起飞”等现象^[11]。

2.2 对森林生态系统的影响

Bachelet 等利用生物地理模型(MAPSS)和 MC1 模型研究了气候变化对美国森林生态系统的影响,研究结果指出,未来适度的升温可以使美国大部分森林密度的增加和森林类型地域分布的微弱变化。温度增幅大,将导致森林生态系统碳的损失和地域空间分布的变化,美国西部各州,尤其是加利福尼亚州南部年降水量和森林密度都将会增加,而东部地区在温度适度增加的情境下,森林密度将相应地增加,反之,频发的火灾将会使森林生态系统向萨瓦那生态系统转化^[12]。赵茂盛等应用改进后的生物地理模型(MAPSS)和 HadCM2 对未来排放情形下气候变化的预测结果,对我国未来潜在的植被变化进行了模拟。研究表明,未来气候变化将可能导致我国森林植被带的北移,尤其是北方的落叶针叶林的面积将可能显著减少,以至可能移出我国境内。华北地区和东北辽河流域未来可能草原化,西部的沙漠和草原将可能退缩,相应被草原和灌丛取代,高寒草甸的分布略有缩小,将可能被萨瓦纳和常绿针叶林取代^[13]。温度升高诱发的野火所引起的森林损失也有可能加重,如美国明尼苏达西北部的森林火灾在 1 240 ~ 1 440 年间平均 13.2 年发生 1 次,而在 15, 16 世纪平均 8.6 年发生 1 次。随着气候变暖,森林病虫害也会发生变化,如云杉卷叶蛾种群数量可能增加^[12]。

2.3 对生物多样性的影响

气候变化将改变物种的丰富度和优势度。Nilson 等研究发现,由于气候变化,从 1951—1994 年爱沙尼亚森林树种已经由落叶林为优势种变成了以云杉为优势种组成,生长加速^[14]; Niemela 等的研究发现,芬诺斯坎底亚南部森林中动物种群数量增加,云杉、松树和阔叶树数量减少、优势度降低,北部森林阔叶树下一些草本物种丰富度减少,松树下草本优势度增加^[15]; Epstein 等研究发现气候变化后美国一些草本和灌木植被中 C4 植物数量增加 10%, C3 植物数量下降^[16]; 在不同气候情景下,美国适应于寒冷气候森林类型将向北迁移,一些孤立的其他物种将在目前分布区灭绝,北部物种将愈加向北,南部物种将向北迁徙,鸟类和哺乳动物北部的丰富性降低而南部的丰富性提高^[17]。气候变化对野生动物的影响包括生活周期、物种分布、种群格局和迁移策略等。随着气候变化,野生动物分布区整体北移,物候期提前。有些物种将受益,繁殖率提高,成活率增加,种群密度增加,有些将受限,种群密度缩小甚至灭绝^[18-19]。美国的物种丰富性将增加,许多地方的耐热脊椎动物丰

富性提高,而哺乳动物和鸟类在南部的丰富性将降低,冷凉山区增加,木本植物丰富性在北部和东部提高,南部沙漠中降低^[20-21]。气候变化对高山植物和喜雪植物有极大影响,高山生态位将向温度轴负方向扩展对喜雪物种栖息地产生压力,生存受限,因此,植物群落结构和生长率将受气候变化波动影响较大^[23-24]。

2.4 对水生态系统的影响

气候改变将会引起水资源枯竭,尤其是在干旱、半干旱地区,以及湿润地区的人口聚集地区,因为那里对水的大量需求以及水污染已经导致了水的危机。在淡水生态系统中,湖泊温度的提高会使静水层和沉积层微生物活动加快,水中溶解氧含量下降,如北美洲五大湖中的伊利湖溶解氧将减少 1 ~ 2 mg/m³,使鱼类生长受到严重影响^[17]。全球变暖将会加速海平面上升,影响海洋环流,进而改变海洋生态系统,导致严重的社会-经济后果。

3 结语

全球变化在不同尺度、不同层面上影响着陆地生态系统的结构、地域分布、功能和生产能力,关系到人类社会的生存与发展,日益引起政府、学术界和各种民间团体的高度关注。综观国内外相关全球变化对陆地生态系统影响的研究,目前,主要集中在全球变化证据的探讨,影响对象主要涉及到对农业生态系统(主要包括粮食和畜牧业生产)、森林生态系统、生物多样性和水生生态系统等的影响。上述诸研究是建立在其他各相关学科的基本理论与研究方法的基础之上的,全球变化研究还没有建立起自己的学科体系,基本理论及研究方法有待进一步完善;对全球变化影响陆地生态系统的机理、陆地生态系统的变化如何影响全球气候的进一步变化尚缺乏深层次的探讨和研究。因此,建立全球变化研究的学科体系、完善基本理论和研究方法是今后亟待解决的问题。

参考文献:

- [1] Ge Quansheng, Zheng Jingyun, Man Zhimin. Key Points on Temperature Change of the Past 2000 Years in China [J]. Progress in Nature Science, 2004, 14 (8): 730 - 737.
- [2] Karsten Kalbitz. Properties of Organic Matter in Soil Solution in A German Fen Area as Dependent on Land Use and Depth [J]. Geoderma, 2001, 104: 203 - 214.
- [3] David A King. Climate Change Science: Adapt, Mitigate, or Ignore? [J]. Science, 2004, 303 (9): 176 - 177.
- [4] Eric Koomen, Piet Rietveld, Tonde Nijs. Modeling Land-use Change for Spatial Planning Support [J]. The Annals of Regional Science, 2008, 42: 1 - 10.
- [5] 政府间气候变化专业委员会. 气候变化综合报告 2007

- [R]. 日内瓦:政府间气候变化专业委员会,2008:1 – 22.
- [6] 谢云. 中国的农业发展与全球变化——中国在全球变化研究中的地位和作用[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),1997,33(3):422 – 426.
- [7] 唐国平,李秀彬,Guenter Fischer. 气候变化对中国农业生产的影响[J]. 地理学报,2000,55(2):129 – 138.
- [8] 蔡运龙,Barry Smit. 全球气候变化下中国农业的脆弱性与适应对策[J]. 地理学报,1996,51(3):202 – 212.
- [9] 李玉娥,董红敏,林而达. 气候变化对畜牧业生产的影响[J]. 农业工程学报,1997,13(增刊):20 – 23.
- [10] 丁一汇,高素华. 痕量气体对我国农业和生态系统影响研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1995:148 – 166.
- [11] 李晓峰,陈明新. 全球气候变暖对我国畜牧业的影响与分析[J]. 中国畜牧杂志,2008,44(4):50 – 53.
- [12] Dominique Bachelet, Ronald P Neilson, James M Lenihan. Climate Change Effects on Vegetation Distribution and Carbon Budget in the United States[J]. Ecosystems,2001(4):164 – 185.
- [13] 赵茂盛, Ronald P Neilson, 延晓冬. 气候变化对中国植被可能影响的模拟[J]. 地理学报,2002,57(1):28 – 38.
- [14] Nilson A, Kiviste A, Korjus H. Impact of Recent Forestry and Adaptation Tools[J]. Climate Research,1999,12:205 – 214.
- [15] Niemela P, Chapin III F S, Danell K. Herbivory-mediated Responses of Selected Boreal Forests to Climate Change[J]. Climate Change,2001,48:427 – 440.
- [16] Epstein H E, Gill R A, Paruelo J M. The Relative Abundance of Three Plant Functional Types in Temperate Grassland and Shrublands of North and South America; Effects of Projected Climate Change[J]. Journal of Biogeography,2002,29:875 – 888.
- [17] Mcunlty S G, Aber J D. US National Climate Change Assessment on Forest Ecosystem: An Introduction[J]. Bioscience,2001,51(9):720 – 722.
- [18] Ni Jian. Global Change and Wild Species: Observations and Predictions[J]. 生物多样性,1999,7(2):132 – 139.
- [19] 彭少麟,李勤奋,任海. 全球变化对野生动物的影响[J]. 生态学报,2002,22(7):1153 – 1159.
- [20] Hansen A J, Neilson R P, Dale V H. Global Change in Forests: Response of Species, Communities, and Biomes[J]. Bioscience,2001,51(9):765 – 779.
- [21] Bezemer T M, Knight K J. Unpredictable Response of Garden Snail Populations to Climate Change[J]. Acta Oecologica,2001,22:201 – 208.
- [22] Gottfried M, Pauli H, Reiter K. Potential Effects of Climate Change on Alpine and Nival Plants in the Alps [C]//Komer C, Sphn E. Mountain Biodiversity: A Global Assessment. Boca Raton: The Parthenon Publishing Group, 2002:213 – 223.
- [23] Halloy S R P. Variation in Community Structure and Growth Rates of High-Andean Plants with Climatic Fluctuations [C]//Komer C, Sphn E. Mountain Biodiversity: A Global Assessment. Boca Raton: The Parthenon Publishing Group, 2002:225 – 237.
- [24] Purobit A N. Biodiversity in Mountain Medicinal Plants and Possible Impacts of Climate Change[C]//Komer C, Sphn E. Mountain Biodiversity: A Global Assessment. Boca Raton: The Parthenon Publishing Group, 2002:267 – 273.

Analysis of Effects of Global Change on Terrestrial Ecosystem

Zhu Lianqi , Xu Limin

(College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004, China)

Abstract: This paper introduces the facts of global change, e. g. , increasing of greenhouse gases concentration, climate warming, rising of sea level. On the basis of previous researches, proposed that global change is not only depended on physical variation, but also human activity is an important factor that can not be ignored, and also studied the effect of global change on grain production, husbandry, agricultural natural disasters, change of agroecosystem, forest ecosystem and biodiversity from hydro-thermal balance, climate change, rapid desertification and decrease of biodiversity, analyzed regional variation of global change's effect on terrestrial ecosystem, difference of terrestrial ecosystem's response to global change, and discussed the future situation and task of the research of global change's effects on terrestrial ecosystem.

Key words: global change; terrestrial ecosystem; biodiversity