

USGCRP 土地覆被研究的最新动向^{*}

王绍强 陈育峰

(中国科学院地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘 要 本文根据美国全球变化研究委员会提出的“美国全球变化研究计划”(USGCRP), 概要介绍了土地覆被研究的目标、内容和设想。由于美国在这一领域研究中的领先地位, 因此本文基本反映了国际上的最新趋势。

关键词 土地覆被 全球变化 美国全球变化研究计划

进入 90 年代以来, 全球变化研究领域日益加强了对土地利用/土地覆被变化(LUCC)的研究。IGBP 和 IHDP 积极地推动着这方面的工作^[1]。美国作为全球变化研究的领头羊, 自然不甘放弃在 LUCC 方面的领导地位, 在其向美国国会提交的每年度“美国全球变化研究计划”(USGCRP)^[2~5]中均将此做重点强调。从这个意义上讲, 本文基本反映了当今国际上 LUCC 研究的最新动向。

1 理论基础: 全球生态系统和气候变化

1.1 全球生态系统和可持续动力学

全球土地覆被和土地利用的变化速率不断增加, 其变化的复杂方式与自然气候系统、地球系统、生物地球化学、生态系统和自然资源的可持续利用以及与经济发展和人类迁移等相联系的社会活动绞合在一起。人类活动正在最大限度地驱动着土地覆被和土地利用以快速递增的速率发生变化, 其结果已经开始威胁到生态系统中通过耕作所获得的土地产品和服务的可持续供应, 进而对人类活动所依赖的生态系统(例如, 森林和湿地对水的净化, 森林分水岭对水流的调节、土壤肥力的保持)正常运作的效率构成威胁。

对大气中氧气浓度和 CO_2 中 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 的监测与分析表明, 90 年代北半球中纬度地区的陆地生态系统存在着明显的“碳汇”功能, 它大约吸收了化石燃料燃烧所释放碳的 $1/3$ 。如果没有这个碳汇, 大气中 CO_2 的累积速率将增加得更快。

目前, 周期性的监测将改善气候变化对陆地生态系统和大气之间碳交换影响的估计。这个信息能用于发展和检验以过程为基础并作为地球系统模型重要组成部分的生态系统模型。该模型是进行全球变化科学评价的重要研究工具。

USGCRP 从陆地卫星产品中开发的南美、东南亚和毗连美国的土地覆被最新数据, 已经用于对森林退化速率以及因森林砍伐而进入大气的碳通量更精确的估计。

因此, 为了保持全球生态系统及其衍生出的土地产品和服务的可持续利用, USGCRP

^{*} 国家科委“九五”重中之重大项目(96-908-03-03-3)资助。

来稿日期: 1997-12

将开展下列研究:

- (1) 与土地产品和服务紧密联系的生物地球化学和水循环的控制过程;
- (2) 土地覆被从一种类型向另一种类型的转变或土地管理制度变化过程中的人类影响;
- (3) 人类在确定土地产品和服务的可持续供应潜力上的影响。

1.2 生态系统对大气 CO₂ 浓度上升的响应

由于化石燃料的继续使用,至少在下一个世纪,大气 CO₂ 浓度将继续稳定地上升,温室、敞口室和微宇宙 CO₂ 增加的长期研究,使得对控制大气 CO₂ 高浓度碳固定的生理学响应原理已有了基本认识。

目前,USGCRP 已经建立了一个采用自由空间 CO₂ 富集技术 (FACE) 的野外实验网络,并以此来预测未来几十年大气 CO₂ 浓度上升的过程中陆地植被和生态系统的可能变化。在农田和森林实验区开展的研究表明: CO₂ 浓度增加,生态系统的生物总量和碳净吸收量均将增加。

USGCRP 建立的 CO₂ 吸收和释放监测网络还将对一个具有代表性的自然生态系统和一个多样性的土地利用/土地覆被地区开展深入研究,并将监测与过程研究、影响陆地生态系统的气候和人为因素的研究协调起来,从而加深对植被和土壤碳净吸收过程的科学认识,并提高对未来大气 CO₂ 浓度预测的精确性。

1.3 气候变化对陆地生态系统的影响

大尺度生态系统建模是开展土地覆被变化研究的基础。模型应能对气候变化和大气化学成分变化过程中的生态响应进行模拟,进而预测气候变化情景下整个全球陆地表层植被群落分布的可能变化。

USGCRP 已有的研究表明:山区的火灾因气候变化增加而上升。科罗拉多落基山脉过去的 400 年间,火灾的发生对气候变化极端敏感,就是非常典型的例子之一。

海平面上升是全球变暖的一个重要影响。过去 50 年期间,因海平面上升,美国东南部海岸湿地加剧减少,这促使科学家们去探寻海平面上升对一个湿地生态系统影响的机理。

2 研究目标

土地覆被研究的目标是:对由于人类诱导和自然影响产生的陆地表层变化的原因和结果进行认识、预测、评价、响应,为环境和资源的开发提供一个强有力的科学依据,使得这些开发活动对环境是合理的、可操作的,对生态系统是可持续利用的。

为实现这个目标,一系列内容广泛的工作将有计划地开展。例如,为了研究土地覆被和生态系统变化(包括自然界变化和人类活动引起的变化)将进行土地覆被观测;为了对过程速率进行定量化,将开展野外现场研究;进而将变化的模式和引起变化的过程结合起来,这是评价全球变化性驱动因子(如温室气体、气候)或局部和区域性驱动因子(如流域变化、空气污染)所导致的景观等变化的基础。

土地覆被一些必要的观测数据可以利用空间技术获得,但因此就一味地依赖于遥感却是不行的,同时也要依靠其它的观测手段。成功的土地覆被研究将需要来自空间、地面、海洋和野外现场等部门的合作。要想从高时空分辨率上准确地认识土地利用、土地覆被、土

地管理等变化,并取得新的认识,建立全球化的科学及自然资源管理机构之间的合作伙伴关系是十分必要的。

3 研究内容

3.1 全球土地覆被模式及其过去变化的描述

USGCRP 将继续以 1 km 的空间分辨率监测目前的全球土地覆被情况,并建立详细的数据库。USGCRP 也正在利用 NOAA 的 AVHRR 卫星数据,生产一系列描述区域土地覆被和土地利用的数据产品。

其他研究将以更高的空间分辨率对北美和热带森林的土地覆被进行分类,并建立详细的数据库。美国几个联邦部门正在合作分析陆地卫星数据(低于 100m 的分辨率),对 1970 年以来发生在北美及所有赤道附近的热带地区土地覆被变化进行分类,同时建立详细的数据库。这个研究计划将描述影响陆地生态系统功能的变化,为全球变化研究组织及政府决策者提供这些变化的精确估计。

3.2 关于土地覆被变化的自然及人类驱动力的认识

要想认清土地覆被变化的原因、提高预测未来变化的能力,了解土地覆被变化的机制是十分必要的,而土地覆被变化的自然和人类驱动力研究就是其中的重要方面。为此应开展对物种、生态的特性和过程、生态系统如何与土地覆被变化关系的分析,加强自然环境和生态参数同时发生变化的陆地生态系统大尺度模型的研究。

3.3 预测与自然资源和经济可持续发展有关的土地覆被变化的范围和影响

USGCRP 将启动一个确定土地覆被与土地利用过去的变化和评价目前土地覆被状况的研究项目。该项目使用 1km 空间分辨率数据构造一个可供参考的全球土地覆被图,并将对不同的地理和历史的文献中对土地覆被变化的人类影响和未来几十年间土地覆被可能的变化进行诊断,进而认识土地覆被过去的变化以及生态系统结构、功能之间的相互关系,这其中将包括对驱动生态系统变化的社会和经济因子的研究。为提高土地利用、土地覆被、全球经济产量、资源可持续利用变化的物理、生物、化学、人类过程的描述和认识,研究的重点应从极地扩展到赤道、从深海扩展到陆地表层。同时,还将气候变化和生态系统生产力变化对陆地自然和经济资源可持续利用的影响作为重点。

3.4 强调控制碳源和汇的过程以及大气圈和陆地表层圈之间痕迹气体交换的量化

植物和土壤碳吸收过程的科学认识,与土地覆被变化的观测、植被类型变化的历史记录等相对比,从而解决有关大气 CO₂ 源和汇中的有关科学问题。

由于土壤碳储量几乎占整个陆地碳储量的 60% ~ 70%,因而气候变化导致植被群落的变化,进而引起土地覆被的变化,将可能对大气 CO₂ 浓度的增加带来不可估量的影响。全球碳循环的科学研究活动,要与大气 CO₂ 观测相结合,为预测未来大气 CO₂ 变化提供生物物理过程的的基本依据和参数,同时对陆地表层碳源和汇进行量化。

4 新挑战

在过去的十年间,美国全球变化的许多研究多集中在气候变化的原因和速率上,但要

保持这个相当强的研究基础, 则需继续加深和扩展对全球变化的科学认识。由此 USGCRP 未来十年的土地覆被研究, 将面临着一些新的挑战: 气候变化和土地覆被变化时空尺度的估计; 土地覆被变化中气候变化的环境和社会经济影响等驱动力的区域分析; 对气候变化、土地覆被变化、社会经济变化的综合评价。

4.1 时空尺度的估计

大气环流模型 (GCMs) 预测气候变量的变化, 如几百公里空间尺度上的温度、降水、风、雪量积累、土壤水汽等。这就是说, 科罗拉多州大小的面积仅仅由一个简单的点所代表。当大气环流模型 (GCMs) 在次大陆水平上提供较粗尺度的预测时, 这个时空尺度的预测是不可靠的。

因此, USGCRP 优先考虑的是改善大尺度气候和全球环境变化的估计, 同时提供土地覆被变化更精确的时空尺度估计。为了使生态学、经济学和气候变化的社会影响得到最大的应用, 并使结果对应用研究更有用, 模型必须能精确地模拟数十公里尺度控制地球系统的过程, 而不是数百公里的尺度。这样, 作为全球变化影响研究的基础, 必须发展描述土地覆被季节性变化特性的模型, 以及从山脉到海岸地区的变化模式和从十年到数十年土地覆被变化进展的能力。

为了提供所需地区土地覆被变化的结果, 应该考虑一系列的方法。对于发生这样变化地区的全球气候变化的估计, 目前既有理论的也有实际上的挑战。理论的挑战包括如何去处理云物理学和如何去表达气候变化对地貌的影响。实际的挑战集中在需要增强计算机能力并最大限度地利用可能的计算机资源。

4.2 影响的区域分析

政策制定者、资源管理者和公众都需要知道, 对于他们的地区, 土地覆被变化的影响是什么, 并认识这些影响的环境和社会经济意义:

(1) 由于土地覆被变化导致季节降水更少, 未来数十年后这种变化就可能会被转换为另一种形式。例如, 转换成对美国西南部的水资源、水质变化频率的预测。

(2) 全球变暖引起海平面上升的预测可能被转换。例如, 转换成国家海岸地区使风暴流、海浪损失最小所需要的信息。

(3) 确定和预测植被的变化。例如, 森林和草地的变化如何影响美国东北部和西北部木材和食物的生产能力。

火灾、洪水、干旱和强风等干扰, 能反复地影响社会所依赖的陆地生态系统的结构和功能。这些变化将影响支持经济系统的产品和服务, 并导致植被生产力、营养物循环和种类混合物的变化。

美国科学家们仍然没有预测这些变化的信心和能力, 要做到这一点需要通过长期监测活动、大尺度野外实验和操作, 并加强分析、开展模拟。

植物、动物、微生物的数量动力学如何与生物地球化学过程相耦合是一个新的挑战, 它需要预测气候变化如何影响植被覆被和它所联系的动物、微生物种类的分布区域。

另外一个主要的挑战是, 在考虑生态系统其它区域驱动力的背景下, 土地覆被变化的区域影响。每个区域有它自己的驱动力, 与全球变化相互作用而影响该区域的生态系统。

4.3 综合评价

土地覆被变化是国际谈判和社会许多决策的主题, 其中可能影响最深远的是气候变化

框架公约 (FCCC) 谈判。一般地, 土地覆被变化的综合评价应该是基于下列最精确的认识:

(1) 由于自然和人为事件, 土地覆被将如何变化?

(2) 这些变化将如何导致对食物生产、水资源、人类健康、社会群体组织非常重要的自然系统 (如森林、草地、渔场) 的影响?

(3) 环境、生态、土地覆被和资源变化将如何影响社会并导致社会进一步影响这些系统。例如, 为支持 FCCC 谈判的压力, 需通过联合物理学、生物学、经济学和社会科学的努力, 集中在气候变化的影响和效应预测的详细分析。

(4) 人口增长、消费、技术变化和土地覆盖变化之间关系的辨识。

在气候变化的情景下, 温室气体和土地覆被变化的预测, 要与气候分析相统一, 必须考虑驱动力和控制排放人口、经济增长和技术的力量。反过来, 生态学和社会经济影响的评价以及适应变化和缓和变化的策略分析与选择, 需要考虑不甚完善的气候科学。

土地覆被变化综合评价的挑战, 通过综合模型框架工作体现出来。模型的方法需要改变, 变化范围从强调物理学和生物化学方面的细节, 到强调行为和经济方面的细节。分析土地覆被变化的综合评价模型经常包括一个经济学模型、大气化学和大气环流模型、分析气候变化影响的自然和生态系统模型。目前, 一般还没有包括描述复杂的市场社会决策的模型。已经存在的综合评价模型都运行在全球尺度上, 但是也能在区域尺度上运行。

现在, 综合评价模型能提供许多重要关系的表述。例如, 环境资源可持续利用技术发展的意义、作为土地覆被变化驱动力的人口增长和能源需求耦合的重要性、土地覆被类型因人类活动和气候驱动而发生转换和消失的速率, 等等。

综合评价模型的最佳设计应该提出政策和全球变化科学中的一些重要问题。综合评价模型提出的一些政策问题包括:

(1) 减轻有关环境 and 经济方面的特殊政策措施, 将产生怎样的影响?

(2) 土地资源损耗和变化的数量是多少?

(3) 国家、区域、地区的土地覆被类型是如何分布的?

(4) 假设在目前对这些现象认识的水平上, 采纳更强有力的政策措施之前, 等待更好的科学信息和观测证据的好处和风险是什么?

在今后的十年时间里, U S GCRP 将加强这方面的研究, 使这些评价工作对正在运行的综合评价模型结构的改善起作用。人类活动正以空前的速度、幅度、深度和规模改变着陆地表层环境。人类土地利用所引起的土地覆被变化已经成为全球环境变化的主要原因和重要组成部分。目前, 不仅土地覆被变化的全球性数据比较缺乏, 而且这些变化的驱动力也需要进一步认识。U S GCRP 土地覆被研究的最新动向给了我们很多启示, 对中国土地覆被变化研究也是极为有用的。

参 考 文 献

- 1 李秀彬 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向 地理学报, 1996, 51(6) 553 ~ 557.
- 2 The Subcommittee on Global Change Research. Committee on Environment and Natural Resources of the National Science and Technology Council. Our changing planet: The FY 1995 U. S. Global Change Research Program, 1994
- 3 The Subcommittee on Global Change Research. Committee on Environment and Natural Resources of the National

- Science and Technology Council Our changing planet: The FY 1996 U. S. Global Change Research Program, 1995.
- 4 The Subcommittee on Global Change Research. Committee on Environment and Natural Resources of the National Science and Technology Council Our changing planet: The FY 1997 U. S. Global Change Research Program, 1996.
- 5 The Subcommittee on Global Change Research. Committee on Environment and Natural Resources of the National Science and Technology Council Our changing planet: The FY 1998 U. S. Global Change Research Program, 1997.

THE LATEST TENDENCY OF RESEARCH ON LAND COVER CHANGE FROM USGCRP

Wang Shaoqiang Chen Yufeng

*(State Key Laboratory of Resources and Environment Information System, Institute of Geography,
Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)*

Abstract

According to United States Global Change Research Program prepared by the subcommittee on Global Change Research of the Committee on Environment and Natural Resources Research, this paper simply introduces the goal, content and plan of land-cover study in U. S. The USGCRP has advanced our understanding of the key global environmental science issues on the land-cover changes. To understand the land-cover changes in the terrestrial ecosystem, the goal of USGCRP is to understand, predict, assess and respond to the causes and consequences of the land-cover changes in terrestrial ecosystem resulting from human-induced and natural influences, and to provide a stronger scientific basis for the development of environment and resources. The USGCRP supports research projects to inventory the current land cover of the Earth and to document the changes; to improve understanding of the dynamics of land-cover change; and to document and understand chemical, physical, and biological processes in the terrestrial and their relationship with Carbon Cycle. For land-cover research of next ten years, USGCRP will face with some new challenges, such as estimation of time and space of changes in climate and land cover, region analyses of driving force of environment and social economy influence on land-cover changes, comprehensive evaluation for changes in climate, land-cover, social economy. Because of U. S. leading position on this field, this paper implies basically the international new tendency on land-cover change study.

Key words Land-cover, Global Change, U. S. Global Change Research Program

作者简介

王绍强, 男, 1972 年 11 月生。1994 年于华中师范大学获得学士学位, 1997 年于北京师范大学获得硕士学位, 现为中国科学院地理研究所资源与环境信息系统国家重点实验室博士研究生。