

文章编号: 1007-6301 (2002) 01-0051-07

中国土地利用/ 覆被变化研究 的现状与问题

于兴修^{1,2}, 杨桂山¹

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008;

2. 山东临沂师范学院地理系, 山东 临沂 276005)

摘要: 土地利用/ 覆被变化是全球变化的重要组成部分和原因, 因而是全球变化领域中重要的研究方向之一。本文在评述了中国土地利用/ 覆被变化研究的现状、取得的进展及存在问题的基础上, 提出应把土地利用/ 覆被变化研究的理论体系、不同空间尺度的土地利用/ 覆被变化的动态模型、土地利用/ 覆被变化与全球环境变化和可持续发展之间的关系作为重点加以研究, 以提高中国土地利用/ 覆被变化的研究水平。

关 键 词: 土地利用; 土地覆被; 全球变化

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A

土地利用/ 覆被变化是全球变化的重要组成部分和主要原因, 因而全球变化研究领域逐渐加强了对土地利用/ 覆被变化 (LUCC) 的研究。由于 LUCC 研究涉及到自然和人文多方面的问题, 在这方面加强自然与人文科学的综合研究已成为两大学科众多学者的共识^[1,2]。‘国际地圈与生物圈计划’ (IGBP) 和 ‘全球环境变化的人文领域计划’ (HDP), 于 1995 年联合提出 “土地利用/ 覆被变化” 研究计划, 使土地利用变化研究成为全球变化研究的前沿和热点课题^[3]。一些参与全球环境变化研究的国际组织和国家纷纷启动了各自的 LUCC 研究项目。中国的许多学者及时跟踪 LUCC 研究的国际动向, 积极开展 LUCC 研究, 也取得了具有中国特色的丰硕成果。

1 中国土地利用/ 覆被变化研究的现状

中国自古就是农业大国, 对土地利用研究的历史很长, 但以前的研究主要侧重于土地资源调查、分区、分类、规划、评价及开发和管理研究。系统研究土地利用/ 覆被变化及对全球变化响应的时间还不长, 目前的研究主要侧重在一些代表性地区, 通过遥感、野外观测与调查统计数据的模型计算与分析, 探讨 LUCC 过程、驱动机制与环境效应。

收稿日期: 2001-09; 修订日期: 2001-11

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (49831070) 与中国科学院知识创新项目 (KZCX2-310) 联合资助

作者简介: 于兴修 (1967-), 男, 山东莒县人, 博士生。主要从事土地利用/ 土地覆被变化研究。

E-mail: xxyu@niglas.ac.cn

1.1 LUCC 类型区的选择

由于不同区域有着不同的自然和人文因素的组合,相应地对 LUCC 的影响也就不同。因而,LUCC 研究区域类型的选择就成为 LUCC 研究的关键。

目前,我国的 LUCC 研究主要集中在下列两类地区。一类是“热点地区”,即人文和自然驱动力极为活跃的地区。这类地区有多种表现形式^[4]:首先,可以是目前或过去一段时期内土地利用/覆被变化剧烈的地区;其次,可以是未来一段时期内将要发生较大变化的地区;第三是土地利用/覆被变化对环境影响大的地区。在“热点地区”的研究中,研究者多选择了那些人文因素高度复合的地区,如深圳市^[5,6]、北京市^[7]、长江三角洲^[8]等。另一类是“脆弱区”,随着人口的增长、经济的发展和资源的消耗,各种各样的“脆弱区”不断出现。对这类地区的 LUCC 研究,有利于人们对脆弱性的认识、揭示脆弱区的形成演变机制、揭示各种自然和人文因素对土地利用可持续性的影响。我国的研究者多选择了“生态环境脆弱区”进行 LUCC 研究,如中国东北样带^[9](内含牧区、农牧交错区、农区、林区)、地处干旱、半干旱过度带的榆林地区^[10]等。

1.2 LUCC 驱动力

LUCC 深受社会经济因素的影响,但这种影响仍与区域自然地理环境密切相联。在自然条件复杂的地区(如高原、山地),各种自然因素对土地利用变化仍发挥着很大的作用^[10]。而对于受自然因素限制较小的区域(如经济势力雄厚的长江三角洲地区),土地利用/覆被的变化则主要受经济发展、人口增长及政策等人文因素的控制^[8]。

LUCC 的驱动因子除具空间差异性外,时间差异性也是非常明显的。研究长江三角洲近 50 年耕地长序列统计资料和近 5 年的土地详查与变更数据表明^[8]:近 50 年来,长江三角洲地区耕地数量呈明显的波动减少趋势,并出现了三次明显耕地流失高峰;该过程中的明显突变主要与国家宏观政策背景相关联,如三次明显的耕地流失高峰分别与大跃进、沿海开放战略和沿江发展战略的宏观政策背景密不可分;而耕地数量变化的阶段性和持续减少则主要与经济快速发展密切相关。

研究 LUCC 机制,不仅要确定驱动因子,还要分析各驱动因子与 LUCC 之间的相互关系、度量各驱动因子对 LUCC 作用的程度。数理统计法在这方面的研究中被广泛应用。张明^[10]运用典型相关分析法定量诊断出各驱动因子对榆林地区土地利用结构分布贡献的大小,主要典型变量对应的相关系数高达 0.989 和 0.937,表明判别出的解释变量能充分解释相应标准变量的分布。为了对各种因子进行综合分析,史培军等^[5]通过回归分析,得出深圳市土地利用变化的外在驱动力主要为人口增长、外资的投入和第三产业的发展,内在驱动力主要是交通条件。

然而,影响 LUCC 的因素错综复杂,在分析土地利用变化驱动因子的作用时,要细致全面地选择驱动因子,但指标过多会增加分析问题的难度和复杂性,王良健^[14]等利用主成分分析法对梧州市土地利用的驱动力进行了定量分析,结果表明人类活动(人口、经济等)是梧州市耕地面积变化的主导因素。

1.3 LUCC 的环境效应

土地利用通过土地覆被的变化影响全球和区域环境,土地覆被对气候、生物地球化学循环、土壤质量、陆地生物种类的丰度和组成有重要影响。在几十年甚至百年尺度上,由自然因素引起的环境变化幅度相对较小,而人类活动产生的环境变化,在强度上甚至超过

了自然因素引起的环境变化, 成为主要因素^[20]。目前, 关于 LUCC 对全球变化影响的研究主要集中在气候方面^[15~18, 22], 认为土地覆被的影响在很大程度上取决于地表植被状况, 虽然植被对降水的作用较小, 但有助于减少径流、增加保水能力, 对气候变化有减缓作用; 而植被对温度变化的影响较大, 但增温还是降温须视具体地点而定。另外, 齐晔等人发展了模拟土地利用变化及其对碳循环影响的空间模型 GEOMOD, 并对生态系统含碳量和通量进行了估算。

通过对个案的分析, LUCC 的区域环境效应研究也取得了一定的进展: 快速的城市化进程使人类强干预的土地利用类型 (如城镇等不透水用地) 明显增加, 提高了地表径流系数; 同时, 代表自然生态系统的土地覆被类型大幅度减少, 降低了环境对污染物的降解能力, 从而使环境的缓冲能力和维系能力下降, 致使区域生态安全水平大大下降^[5]; 过度垦荒, 破坏了原有的植被, 导致和加剧水土流失, 河流湖泊淤塞, 洪水泛滥^[21], 而土地利用结构对农业洪涝灾情起着相对放大或缩小的作用^[15, 19]。相反, 合理的土地利用变化 (自然保护区的建立等) 则可产生良性的环境效应^[23]。

1.4 LUCC 研究方法

从总体上看, LUCC 研究主要围绕时间域和空间域两个角度, 以数据采集、模型建立、结果分析预测为主。

1.4.1 数据的采集

(1) LUCC 数据的采集。受条件的限制, 1970 年以前的 LUCC 数据基本上都是从历史调查和统计资料中获取的, 有时结合有关的地形图、土地利用图等, 也有少量是利用航空遥感资料来取得有关数据的。

近年来, 遥感在土地利用与土地覆被变化调查中得到了广泛应用^[24]。20 世纪 70 年代尤其是 80 年代以来, 遥感图像解译数据越来越多地应用于 LUCC 研究中, 其技术路线是遥感图像解译、绘制解译图、比较参照不期的解译图、数字化图件、建立动态信息系统。由于遥感图像的成像机理、图像分类方法自身固有的误差和其它误差 (如绘图误差), 使得遥感判读图上的区域界限具有一定的模糊度。因此, 利用遥感手段监测土地利用动态变化, 准确界定其变化区域界限是非常必要的^[25], 全球定位系统 (GPS) 的应用成为最主要的方法之一。地理信息系统 (GIS) 的应用, 又为对多种来源海量时空数据综合处理、动态存取、集成管理及建模和模拟等提供了主要手段, 因而, 运用 3S 技术的结合与集成获取 LUCC 数据越来越得到重视。

(2) 驱动因子数据的采集。各类驱动因子数据尤其是人文因子数据主要从历史统计和实地调查访问获取。有些因子特别是人文因子从理论上讲与土地利用变化有较大的相关性, 但因某些原因而无法获取或难以定量, 则只能通过对要素之间相关特征的分析、推测, 利用其它一些可行的因子来代替。虽然这种方法带有一定的主观性, 但就有经验的工作者来说, 对弥补数据采集的不足是必需而且是有利的。

1.4.2 模型的建立

长期以来, 人们从不同的目的出发, 构造了许多有关 LUCC 的模型。尤以引入人文因子的驱动模型居多, 其目的—是对土地利用/ 覆被的变化过程及其驱动力等进行科学解释; 二是预测未来一段时间内土地利用变化趋势; 三是为可持续发展提供基础资料和理论依据。模型主要有:

回归模型。陈佑启^[13]等利用多尺度的统计方法建立的多元回归模型,比较研究了不同尺度规模、不同区域类型上中国土地利用的空间分布变化及其影响因素。王良健^[14]等建立的梧州市耕地面积变化与驱动因子的多元线性回归模型,定量解释了耕地面积的变化及与八种主要驱动因子之间的关系。

马尔柯夫模型。史培军^[5]等利用马尔柯夫模型定量研究了深圳市 1980~1994 年各种土地利用类型的变化及其空间转化。王良健^[27]等模拟了梧州市 1980~1994 年的土地利用的动态演变过程并预测了未来土地利用演变的趋势,指出未来梧州市人口多耕地少的矛盾将更加尖锐。

系统动力学模型。摆万奇^[6]利用系统动力学模型模拟了深圳市 1950~2050 年的土地利用变化过程及城镇用地呈“S”型增长趋势。认为 1980~2030 年是深圳市城镇用地的快速增长阶段,之后基本保持稳定的状态。

另外,史培军等人采用三维紊乱闭和模型研究了深圳市 1980、1988 和 1994 年 LUCC 的气候效应^[15]。

2 中国土地利用/覆被变化研究存在的问题与展望

同国际研究相比,目前我国的 LUCC 研究还处于起步阶段,许多方面的研究仍有待进一步深化。例如:研究区域的多样性;加强 RS、GIS 和 GPS 的集成在获取数据中的作用;LUCC 分类指标的统一;构建与国际接轨的有中国特色的全国性研究框架等。

2.1 理论体系的构建

在全球环境变化问题中,LUCC 是自然与人文过程交叉最为密切的问题,涉及到自然和人文多方面的问题。由于不同研究者的研究目的不同,即使对同一地区所得的结果也不尽相同,所采用的方法和建立的模型难以用于其它地区的研究,其主要原因是没有统一的理论作为指导。LUCC 研究根植于人地关系理论中^[4],因而大多数研究者在其研究中运用了一些特殊的人地关系理论,如地理学、生态学、农业经济学、可持续发展理论等,但多为分散和孤立的。这些分散的理论一方面难以在一定的时间内与某个特定的区域有效地结合和运用,另一方面也不能具体解释不同时空尺度上的 LUCC 动力机制。因而需要系统地归纳与总结,形成全面和综合的研究 LUCC 的理论体系。

2.2 模型的建立

由于 LUCC 涉及众多自然和人文因子,这些因子间存在着复杂的关系,且在不同时空尺度上又有较大的差异。因而,模型的建立有许多困难,当前应着重解决好以下几个问题。

2.2.1 数据的规范化与标准化

LUCC 研究中应用的数据往往是从多渠道采集到的,这就不可避免地存在着下列问题:

¹ 数据的一致性与可靠性问题。众多的人文因子数据不可能从同一部门取得,不同部门间处理数据的方法往往存在着较大差异,使数据缺乏一致性;同时,人们在统计数据时只关心面积等的属性数据,导致变化的空间位置难以确定、面积测量不准等问题;此外,各种统计数据是通过层层上报而得,人为干扰大,存在错报、漏报现象;而且研究中需要的有些数据无法从统计资料中取得。^o 某些人文驱动因子的赋值问题。许多人文因子(如政策、体制、市场、信息等)对 LUCC 有着重要影响,而对其量化却很难,如何确定合适的可定

量的指标来替代它们或如何调整模型中相应的参数来体现它们的相互作用值得进一步探讨。» 人文因子数据与遥感数据的结合问题。LUCC 模型中同时包含众多的人文因子数据和通过遥感技术获得的土地利用变化的数据，与遥感数据相比，人文因子数据的空间性不强，不容易与某个特定的区域相联系^[4]，使得这两方面数据的结合在时间频率与空间分辨率方面存在着较大的难度。

2.2.2 动力机制

正如前面所述，人们对土地利用与土地覆被变化的驱动力已作了大量研究，为建立模型打下了一定的基础，但下列问题同样值得重视。¹ 驱动因子的区域规模相关性问题。各种驱动因子不但在不同的区域内的影响强度、影响方式以及作用效果大不相同，而且在不同的空间规模层次上也具有不同的表现。在大的规模尺度上，某些因子可能对某种土地利用活动及其变化有着积极的促进或推动作用，而在小的规模尺度上，这些因子则往往可能对该类土地利用活动及其变化有着消极的阻碍作用。如城市扩张，在大的范围内，会带动其周围农村地区的农业的生产活动，从而提高农业土地利用的广度和深度；但对于城市边缘地区这一小的规模尺度来说，由于这里的农民产生的一种所谓的城市化期望^[28]，而不重视对土地的投入，往往采取“粗放”式的利用方式。因而，在划分不同层次规模区域的基础上，探讨土地利用与土地覆被变化的动力机制非常必要。⁹ 某些间接因子的作用问题。一些因子难以量化的原因之一是对其驱动作用的认识不清楚或不全面，需深入研究。如体制及其变革怎样影响到具体的土地利用行为；国际协定、国家的环境、人们的价值取向等对土地利用的影响等。» 约束机制问题。在LUCC动力机制研究中，往往忽视了一些因子的限制作用，事实上，这些限制作用也是动力机制的一部分。如水资源对不同的农业区之间、对农村与城市之间的土地利用变化往往起着限制作用；一些法律、法规在某种程度上也起着约束作用。

显然，驱动因子、土地利用/覆被系统的变化机制不是单一的模型所能体现的。但通过对研究区域的分级、分类，采用多种手段进行综合研究，建立少量代表性的模型是可行的。

2.3 LUCC 与全球变化和可持续发展之间的关系

LUCC 既是全球变化作用的结果，又是全球变化的重要原因，而全球变化研究也是为了解决人类社会的可持续发展问题，因此，这三者之间的关系就构成了 LUCC 研究的核心内容之一。

2.3.1 LUCC 与全球环境变化的关系

研究LUCC对全球环境变化的影响，主要是为了解决土地利用如何通过土地覆被的变化影响环境变化这一问题，其研究重点是 LUCC 对气候及碳循环的影响。LUCC 对气候、碳循环的影响，目前只能作粗略的估算。其主要原因一是缺乏数据和数据的不可靠性；二是缺乏综合模型，如对气候的影响只考虑了植被等少量下垫面因素。因而应系统研究 LUCC 对微量气体 (CO₂、CO、CH₄、N₂O、NO) 排放及大气下垫面反射率的影响。另外，LUCC 通过海陆物质循环影响了陆地—海洋相互作用，这方面的研究也需加强。全球变化对 LUCC 的驱动作用，应主要研究气候变化对 LUCC 的影响，包括气温和降水的波动造成的直接影响及通过干旱、洪涝等产生的间接影响等。

2.3.2 LUCC 与区域环境变化的关系

LUCC 对区域环境的影响则更直接，主要包括对生态环境安全、水文变化、土地退化

污染物的循环等方面的影响。目前对 LUCC 的生态环境效应及 LUCC 对水文变化的影响只进行了定性分析, 应进一步在实地观测的基础上进行定量研究。还应结合具体区域开展下列两方面的研究: ¹ LUCC 对土壤退化的影响, 主要包括土壤侵蚀、盐碱化、酸化、营养贫瘠等; ² LUCC 对区域污染物质循环的影响, 主要包括污染物的来源、分布、迁移及 N、P 等营养元素在水环境中富集引起的污染等。

2.3.3 LUCC 与可持续发展的关系

可持续发展是人类的必然选择, LUCC 与人类社会可持续发展的关系十分密切, 因而 LUCC 的可持续性问题的研究显得非常重要。这方面已有的研究多为宏观性、管理性的, 如协调各部门的土地利用、保护耕地及对土地利用方式的可持续性调控等。然而, LUCC 影响到了人类生存和发展的自然基础, 如气候、生态过程、生物化学循环等全球变化问题, 同时也涉及区域的食物安全、区域社会经济的稳定性等环境质量问题的研究。这些问题与人类可持续发展紧密相联, 应通过构建可持续土地利用评价体系与调控模型, 以进一步探索有利于生态和环境的生态农业、复合农林业、生态城市等土地利用方式和管理模式。

3 结语

象资源环境研究领域的其它问题一样, LUCC 研究的最大挑战来自于问题本身的复杂性。LUCC 研究对象涉及众多因子及其复杂的相互关系, 且其地域性涉及若干空间尺度及其相互关系, 更增加了研究的难度。然而, 正是这种复杂性, 往往成为方法论的突破点所在。中国有世界上最悠久的土地利用历史和最丰富的土地类型, 在全球 LUCC 研究中的地位独一无二。我国的 LUCC 研究应建立与国际研究相接轨的全国统一的研究框架; 结合中国的实际, 建立完整的理论体系; 界定地域的空间和时间尺度, 尤其搞清不同尺度之间的关系; 在宏观研究的基础上, 加强中、微观研究; 选择一些代表性好、问题突出的典型地区 (如长江三角洲) 作为重点, 重视过程机理的定量模拟研究, 使我国的 LUCC 研究向更深、更广的方向发展。

参考文献:

- [1] Turner E BL, Skole D, Sanderson S et al. Land-use and land-cover change science/research plan[M]. IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7. Stockholm: IGBP, 1995.
- [2] 黄秉维. 论地球系统科学与可持续发展战略科学基础(1)[J]. 地理学报, 1996, 51(4): 289-294.
- [3] Turner I BL, David Skole, Steven, Sanderson. Land Use and Land Cover Change (LUCC): Science/ Research Plan [R]. IGBP Reports, No. 35, 1995.
- [4] 陈佑启, 杨鹏. 国际上土地利用/覆被变化研究的新进展[J]. 经济地理, 2001, 21(1): 95-100.
- [5] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151-160.
- [6] 摆万奇. 深圳市土地利用动态趋势分析[J]. 自然资源学报, 2000, 15(2): 112-116.
- [7] 顾朝林. 北京市土地利用/覆被变化机制研究[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 307-312.
- [8] 杨桂山. 长江三角洲近 50 年耕地数量变化的过程与驱动机制研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(2): 121-127.
- [9] 康慕谊, 江源, 石瑞香. NECT 样带 1984~1996 土地利用变化分析[J]. 地理科学, 2000, 20(2): 115-120.
- [10] 张明. 区域土地利用结构及其驱动因子的统计分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 381-384.
- [11] 张镓铨, 李秀彬, 傅小锋等. 拉萨城市用地分析[J]. 地理学报, 2000, 55(4): 395-405.
- [12] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-557.
- [13] 陈佑启, Peter H Verburg. 中国土地利用/覆被的多尺度空间分布特征分析[J]. 地理科学, 2000, 20(3): 197-

202.

[14] 王良健, 刘伟, 包浩生. 梧州市土地利用变化的驱动力研究[J]. 经济地理, 1999, 19(4): 74-79.

[15] 史培军, 宫鹏, 李晓兵 等. 土地利用/覆被变化研究的方法与实际[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 99-134.

[16] 张新时, 周广胜, 高琼 等. 中国全球变化与陆地生态系统关系研究[J]. 地学前缘, 1997, 4(2): 137-144.

[17] 符淙斌, 温刚, 周嗣松 等. 我国大陆植被变化的气象卫星遥感[J]. 科学通报, 1992, 37(16): 1486-1488.

[18] 孙红雨, 王长耀, 牛铮 等. 中国地表植被覆盖变化及其与气候因子关系[J]. 遥感学报, 1998, 2(4): 285-291.

[19] 史培军, 周武光, 方伟华. 土地利用变化对农业自然灾害灾情的影响机理[J]. 自然灾害学报, 1999, 8(3): 22-29.

[20] 李晓兵. 国际土地利用——土地覆被变化的环境影响研究[J]. 地球科学进展, 1999, 14(4): 395-400.

[21] 姜万勤, 张新华. 川中丘陵区荒坡利用方式对水土流失影响的研究[J]. 自然资源学报, 1997, 12(1): 17-19.

[22] 周广胜, 王玉辉. 土地利用/覆被变化对气候的反馈作用[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 318-322.

[23] 杨庆媛. 土地利用与生态环境演化浅析[J]. 地域研究与开发, 2000, 19(2): 7-11.

[24] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996. 21-45.

[25] 王晓栋, 崔伟宏. GPS 技术在获取土地利用空间变化数据中的作用[J]. 地理学与国土研究, 1998, 14(4): 41-44.

[26] 张显峰, 崔伟宏. 运用 RS、GPS 和 GIS 技术进行大比例尺土地利用动态监测的实验研究[J]. 地理科学进展, 1999, 18(2): 15-21.

[27] 王良健, 包浩生, 彭补拙. 基于遥感和 GIS 的区域土地利用变化的动态监测与预测研究[J]. 经济地理, 2000, 20(2): 47-51.

[28] 陈佑启. 城乡交错带土地利用的模式探讨[J]. 中国土地科学, 1997, 11(4): 32-36.

The Advances and Problems of Land Use and Land Cover Change Research in China

YU Xing-xiu^{1,2}, YANG Gui-shan¹

(1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, China;
2. Department of Geograhly, Linyi Teacher, s College, Linyi 276005, China)

Abstract: Land use and land cover change (LUCC) is one of the important focuses in the area of global change research because it is not only the significant component but also the major reason of global change. Some results of LUCC research, such as causes, driving forces, LUCC modeling and effects on environment, have been reported in China, but many aspects need to be further studied, compared with international research on it. Based on reviewing them, this paper presents that the following contents should be emphasized and put priority in LUCC study in the coming period of time.

- (1) The united theory system of LUCC research.
- (2) More advanced and dynamic LUCC models of various scale of spatiality which should include data processing and better understanding the interaction of LUCC and driving forces.
- (3) Relations between LUCC and global change or sustainable development, especially to pay more attention to local and regional effects on environment.

Key words: land use; land cover; global change