

综合自然地理学

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。本书注重对自然地理环境进行综合研究,在论述自然地理环境整体性的基础上,讨论地表自然界的地域分异规律,自然区划理论与方法,土地分类与结构,地评价与土地变化等问题,最终落实于人与自然关系的研究。

本书适合高等学校地理类、生态学、环境学等专业作为教材及相关学科研究人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

综合自然地理学 / 伍光和 蔡运龙编著. —2 版.

北京:高等教育出版社, 2004. 9

ISBN 7-04-015488-9

I. 综... II. ①伍... ②蔡... III. 自然地理学—高等学校—教材 IV. P9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 075989 号

策划编辑 徐丽萍 责任编辑 田 军 封面设计 张 楠

版式设计 张 岚 责任校对 尤 静 责任印制

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷

开 本 787×960 1/16
印 张 24.25
字 数 450000

版 次 1993 年 5 月第 1 版
年 月第 2 版
印 次 年 月第 次印刷
定 价 30.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

本书是根据原教育部颁发的综合自然地理试行教学大纲编写的，供地理系师生做教材使用。

综合自然地理学作为自然地理学的一个独立分支在我国的兴起，是与我国老一辈地理学家竺可桢、黄秉维、任美锷、林超、赵松乔等在半多个世纪中坚持自然地理综合研究方向的努力分不开的。在他们之后，还有郑度、陈传康、景贵和、刘南威、刘胤汉、徐樵利、倪绍祥、杨勤业、申元村、傅伯杰、陈百明等一大批学者为综合自然地理学在我国的发展做出了贡献。

综合自然地理学作为一门课程在大学地理系开设，则主要是由于林超和陈传康的倡导。陈传康先生从理论上对自然地理学的分科进行了探讨，明确地把自然地理学分为部门自然地理和综合自然地理两个方面，并指出后者应区别于传统的区域自然地理研究。

1960年，为适应学科发展的需要，陈传康编写了第一本《综合自然地理讲义》，尝试全面系统地论述综合自然地理学的基本原理。1980年，北京大学和东北师范大学联合举办了我国第一个综合自然地理研讨班。此后，各大学地理系相继开设综合自然地理课程。陈传康与李昌文合作编写了新的讲义。随后，若干同类教材相继问世。当时北京大学自然地理专业另设有综合自然地理专题讲座，因此这个讲义仅包括部颁试行教学大纲中的地域分异规律、自然区划理论和土地研究等三部分内容。

1988年，高等教育出版社委托陈传康、伍光和编著综合自然地理学教材。在陈传康指导下，由伍光和执笔改写北京大学讲义中的绪论、地域分异规律、自然区划理论和土地研究等章节，按教学大纲要求增补自然地理环境的整体性、人类与自然环境的关系和综合自然地理学的应用研究等三章，完成了本教材第一版并于1993年出版。

10年过去了，由于传康先生不幸于1997年作古，作为“十五”国家级重点教材的修订任务落到了我们肩上。这10年地理学发生了重大的变化，除表现为解释途径的确定化、分析方法的模式化和研究领域的系统化外，更重要的是应用范围的广泛化。不仅是美国，全世界都重新发现了地理学与科学和社会的新关联。

综合自然地理学课程的任务是在许多先行课程的基础上，以可持续发展思想为指导，使学生牢固树立自然地理环境整体性观念和地域分异观念、运用包

括系统分析方法在内的现代科学技术手段，揭示自然地理环境的结构及其形成机制。学生学习本课程后，除掌握有关理论和方法外，还应该能够对一个地区进行地域分异、自然区划和分区评价、土地类型划分、土地利用与土地覆被以及包括区域发展战略和规划在内的区域开发方面的研究。

这次修订以充实内容为主，篇幅比第一版约增加了 1/2，在论述国外研究状况时，较多补充了欧美学者在自然区划、土地类型、土地利用/土地覆被、人地关系研究等方面的成果，从而克服了第一版偏重介绍前苏联学者工作的片面性。

蔡运龙撰写第 4~7 章，伍光和撰写绪论、第 1~3 章和第 8~9 章。高等教育出版社、北京大学城市与环境学系，兰州大学教务处及地理学研究和人才培养基地对教材编著提供了资助。高等教育出版社徐丽萍同志给予编著多方面的帮助，杜晓丹同志为本书清绘图件，研究生严汾、龙飞、张春慧、范娟娟、妥艳贞等协助整理资料、校正书稿。本书采用了“环渤海地区土地利用变化与土地可持续利用模式”的部分成果，谨此一并致谢。

编著者

2003. 7. 3

目 录

绪论 综合自然地理学在地理科学中的地位	1
一、综合自然地理学的研究对象	1
二、从系统论看地理学的分科	2
三、自然地理学的研究对象及其基本特征	10
四、自然地理学的分科	12
五、自然地理学与其他学科的关系	13
六、综合自然地理学的实践意义	15
第一章 自然地理环境的整体性	17
第一节 自然地理环境整体性认识的发展	17
第二节 自然地理环境的组成及能量基础	22
一、自然地理环境的组成	22
二、地理环境的能量基础	25
三、太阳辐射的地理分布特征	26
四、自然地理环境中的能量循环和转化	27
第三节 自然地理环境的空间结构	29
一、分层结构	29
二、渗透结构	30
三、地域结构或水平结构	30
第四节 地理环境各要素的物质交换	32
一、对流层的物质交换	32
二、水圈的物质交换	32
三、岩石圈的物质交换	33
四、有机界与其他地圈的物质交换	34
第五节 自然地理环境的发展演化	35
一、古代自然地理环境的一般发展过程	35
二、新生代自然地理环境的发展趋势	36
三、自然地理环境的发展规律	37
四、关于自然地理环境发展的节律性	37
参考文献	38
第二章 自然地理环境的地域分异	39

第一节 地域分异 概念、因素与尺度	40
一、地域分异的定义	40
二、地域分异因素	40
三、地域分异的尺度	41
第二节 纬度地带性分异与自然地带学说	43
一、地带性地域分异的基础——热力分带性	43
二、大陆的纬度地带性分异	44
三、海洋的纬度地带性分异	46
四、自然地带学说	48
第三节 非纬度地带性(非地带性)地域分异	58
一、海陆分异	59
二、海陆起伏分异	60
三、大陆形状与面积分异	61
四、陆地干湿湿度分带性	61
五、具有构造—地貌成因的地域分异	63
六、地方气候差异引起的地域分异	64
七、地带性区域内的非地带性分异	67
八、小尺度非地带性分异	68
第四节 垂直带性分异	74
一、垂直带性分异概说	74
二、垂直带谱	74
第五节 三维地带性与高原地带性问题	79
一、三维地带性(three-dimensional zonation)	79
二、高原地带性分异	81
第六节 地域分异规律的相互关系	83
一、水平地带的平面结构	84
二、水平地带和垂直带的关系	84
三、地域分异规律的相互关系	87
四、研究地域分异规律的意义	88
第七节 地域分异实例研究	90
一、地带性特征和分异描述	90
二、非地带性特征和分异描述	91
三、地表结构	91
参考文献	91
第三章 自然区划理论与方法	93

第一节 自然区划研究的发展	94
第二节 自然区划的原则和方法	98
一、区划原则	98
二、自然区划的方法	101
三、区划原则和方法的关系	103
第三节 自然区划的等级系统	106
一、地带性区划单位	107
二、非地带性区划单位	113
三、综合性区划单位	118
第四节 景观(自然地理区)	126
一、景观概念与景观特征	126
二、景观同一性问题	128
第五节 山地自然区划研究	131
一、非地带性单位的类型	131
二、山地高原完整性与自然带或地带连续性	132
三、山地自然区的划分	133
四、山地自然区划实例	134
第六节 自然区划单位的类型研究	137
第七节 自然区划调查和报告编写方法	140
一、室内准备阶段	140
二、野外考察阶段	143
三、室内总结阶段	144
四、自然区划报告提纲举例	145
参考文献	149
第四章 土地与土地单位	151
第一节 土地的科学概念与土地科学	151
一、土地概念源于实践	151
二、土地的科学概念	152
三、土地科学的产生和发展	155
四、土地科学的研究内容	158
第二节 土地单位的界定	159
一、土地单位界定的重要性	159
二、土地单位系列	160
三、土地单位界定的方法论问题	164
第三节 基本土地单位之一 地块	166

一、地块的定义和性质	166
二、地块的鉴别	167
三、地块的内部结构和界线性质	171
第四节 基本土地单位之二 地段	174
一、地段的定义和性质	174
二、地段的界线与鉴别	175
三、地段鉴别的复杂性	177
第五节 基本土地单位之三 地方	179
一、地方的定义	179
二、地方的复杂性	180
三、山区土地分级的特殊问题	182
参考文献	185
第五章 土地分类与土地结构	186
第一节 土地分类	186
一、土地分类的方法论	186
二、地块的分类	189
三、地段的分类	193
四、地方的分类	196
第二节 土地类型调查制图	198
一、土地类型调查制图的程序	198
二、综合剖面法	200
三、地形图专门内容的判读	201
四、遥感影像和地理信息系统的应用	206
第三节 土地结构	207
一、土地结构的概念	207
二、土地要素的组成结构	208
三、土地演替结构	209
四、土地空间组合结构	210
五、土地类型系列制图与土地单位内部结构	214
六、土地结构研究的应用	218
参考文献	221
第六章 土地评价	222
第一节 土地评价方法论	222
一、土地评价的对象、原则和方法	222
二、土地评价因子	225

第二节 土地潜力评价	229
一、美国农业部的土地潜力等级系统	229
二、中国土地潜力评价案例	233
第三节 土地适宜性评价	239
一、FAO 的土地评价纲要	239
二、中国土地适宜性评价案例	244
第四节 土地质量指标	248
一、土地质量指标体系的概念框架与国际进展	248
二、土地质量指标体系研究的意义与应用领域	255
第五节 土地利用可持续性评价	257
一、土地利用可持续性评价的指标与方法	257
二、土地利用可持续性评价指标与方法的进一步讨论	264
三、土地利用可持续性评价案例	268
第六节 城市土地评价	272
一、城市用地评价	272
二、城市土地利用可持续性评价	276
参考文献	280
第七章 土地变化	282
第一节 土地利用与土地覆被变化	282
一、土地利用与土地覆被变化的研究内容	282
二、研究案例 环渤海地区土地利用与土地覆被变化	289
第二节 土地利用/土地覆被变化的驱动力研究	296
一、土地利用/土地覆被变化的驱动力	296
二、研究案例 环渤海地区土地利用/土地覆被变化的驱动力	301
第三节 土地利用/土地覆被变化的环境效应研究	309
一、土地利用/土地覆被变化的生态环境影响	309
二、研究案例 蓟运河流域土地利用/土地覆被变化对地表水质的影响	316
第四节 从土地利用/土地覆被变化研究到土地变化科学	320
一、土地利用/土地覆被变化研究的综合动向	320
二、一体化地球系统科学与土地变化科学	324
参考文献	328
第八章 人类与自然环境的关系	329
第一节 人类与自然环境关系的基础	329
第二节 环境决定论、或然论与协调论	330

一、地理环境决定论	331
二、或然论	336
三、协调论与和谐论	337
第三节 人类与自然环境的相互影响	339
一、人类对自然地理各要素的影响	339
二、地理环境对人类活动的反馈	355
三、当代人与自然关系的主要问题	356
参考文献	359
第九章 综合自然地理学的应用研究	361
第一节 为农业服务的综合自然地理研究	362
一、综合自然区划的农业应用	362
二、土地类型研究的农业应用	363
三、农业自然条件和自然资源评价研究	364
第二节 城市和工程建设中的综合自然地理研究	364
一、在城市建设中的应用	364
二、在工程建设中的应用研究	366
第三节 为旅游业服务的综合自然地理研究	367
第四节 景观生态规划与设计	368
第五节 自然保护区综合研究	369
一、自然保护区的概念、特征与功能	369
二、自然保护区的类型与功能分区	370
三、自然保护区的本底调查与评价	370
第六节 区域开发研究	371
一、区域开发的三个主要方面	371
二、区域发展战略理论和方法	372
三、国土整治与区域规划	375
参考文献	377

第七章

土地变化

人类活动对环境的影响越来越成为自然地理学的关注中心,其中土地利用及土地覆被变化是全球环境变化的重要环节和主要原因。因此,国际地圈-生物圈计划(IGBP)和全球环境变化中的人文方面计划(IHDP)联合提出“土地利用和土地覆被变化”(IGBP and IHDP,1993,1995,1999)这一核心研究领域,受到社会各界极大重视。进入21世纪后,这种研究发展成一种新的科学范式,即土地变化科学(land change science,简记为LCS)。

第一节 土地利用与土地覆被变化

一、土地利用与土地覆被变化的研究内容

(一) 土地利用与土地覆被变化的概念

1. 土地利用与土地覆被变化的定义

土地利用指农业、林业、牧业和城市发展等人类对与土地有关的自然资源的利用活动,土地覆被则是耕地、林地、草地、公路、建筑及土壤、冰雪和水体等地表物质组成。土地利用是土地覆被变化最重要的影响因素,土地覆被的变化反过来又作用于土地利用。人类通过各种活动如土地利用、工业生产等有意无意地导致土地覆被的变化,但土地覆被状况及变化不完全受控于人类,人类活动只是导致土地覆被变化的许多因素之一。

IGBP和IHDP将土地覆被定义为“地球陆地表层和近地面层的自然状态,是自然过程和人类活动共同作用的结果”。美国“全球环境变化委员会”(USS-GCR)将其定义为“覆盖着地球表面的植被及其他特质”;另有学者称土地覆被为“具有一定地形起伏的覆盖着植被、雪、冰川或水体,包括土壤层在内的陆地表层”。上述定义虽措辞不同,但均包含两个含义:①土地覆被是陆地生物圈的

重要组成部分 ;② 土地覆被最主要的组成部分是植被 ,但也包括土壤和陆地表面的水体。全球不同区域土地覆被的性质主要取决于自然因素 ,但目前的土地覆被状况则主要是人类对土地的利用和整治活动造成的。

土地覆被的变化表现在生物多样性、土壤质量、地表径流和侵蚀沉积及实际的潜在的土地第一性生产力等方面。USSGCR 将其与气候长期变化、气候季节性和年际波动、臭氧层耗损并列为影响地球生命支撑系统的全球四大环境变化之一。另一方面 ,作为地圈与大气圈的界面 ,土地覆被及其变化是地圈、生物圈和大气圈中多数物质循环和能量转换过程(包括温室气体的释放和水循环)的源和汇。因此 ,国际上有关研究项目主要围绕土地利用/土地覆被变化与全球环境变化及可持续发展的关系展开。

2. 土地利用与土地覆被变化的复杂性

土地利用/土地覆被变化的表现极其复杂 ,其动因与广泛的人类活动及自然变化相关 ,其结果将影响全部人类的生存和发展 ,其研究涉及从自然科学到社会科学的众多学科。

人类的土地利用方式有多种多样 ,包括各种方式的耕作、放牧、伐木、聚落与城市、基础设施、自然保护、旅游休闲、军事等。各种土地利用的作用积累起来就在全局尺度上改变了土地覆被 ,其结果不仅对土地覆被本身至关重要 ,而且对地方、区域和全球环境的很多方面 ,包括气候、大气组成、生物多样性、土壤状况、水文水资源、物质循环等 ,都产生显著影响。

土地覆被变化现象也是形形色色的 ,可归纳为三种 :一是土地覆被的退化 ,即某种覆被类型虽未改变 ,但其质量已经降低 ,例如由于过度放牧引起草地退化 ,伐木引起森林覆被密度降低 ;二是土地覆被的转换 ,即某种覆被类型完全改变成另一种类型 ,例如耕地被城市或工业建设占用 ,林地被整个砍伐并开垦为牧草地或耕地 ;三是土地覆被的改良 ,指某种覆被得到维护、修复、更新 ,例如土壤改良、耕地梯化、草地改良、森林抚育、灌溉系统的建立与完善。三种土地覆被变化中 ,转换和改良比较容易引起人们的重视 ,也比较容易监测 ;而退化却较难观测 ,因而其记录最不完备。

土地覆被变化既表现为各类型之内的功能复杂性 ,又表现各类型之间的结构复杂性 ,两者都需要从空间格局和时间过程来分析。土地覆被变化并非简单过程 ,曾经被认为是连续过程的土地覆被变化其实是一种不连续过程 ,常有一些急剧变化的时期 ,常被某些突然事件所激发 ,从而在系统中引起突变。为了全面深入地认识土地覆被变化 ,应该充分估计其复杂性 ,并根据复杂性来测度它。

例如 ,同样是森林覆被 ,但诸如生物量和物种组成之类的属性却会大不一样。同样是林地利用 ,却可能用作公园 ,或作为自然保护地 ,或作为伐木地。耕地类型的利用更其复杂 ,可以是水田、旱地、水浇地 ,可以种植不同的作物 ,可以

有不同的耕作方式,可以施放不同数量的化肥,如此等等。由于土地利用的功能不同,土地覆被演化的方向和进程都会有明显的区别。

因此,在测度土地覆被变化的格局时,区分土地利用与土地覆被是至关重要的。简单的土地覆被分类不足以有效地分析其变化,为了认识土地覆被的各种变化,需要对了解某土地覆被类型的土地利用功能。

(二) 土地利用与土地覆被变化的主要研究内容

IGBP 和 IHDP 之所以积极推动土地利用与土地覆被变化的研究,原因有二。首先,土地利用与土地覆被变化在全球环境变化和可持续发展中占有重要的地位。人类通过对与土地有关的自然资源的利用活动,改变地球陆地表面的覆被状况,其环境影响不只局限于当地,而远至于全球。而土地覆被变化对区域水循环、环境质量、生物多样性及陆地生态系统的生产力和适应能力的影响则更为深刻。其次,地球系统科学、全球环境变化及可持续发展涉及到自然和人文多方面的问题,在这方面加强自然与社会科学的综合研究,已成为两大学科领域众多学者的共识。

LUC C 研究是全球变化研究的重要领域,也是自然与人文过程交叉最密切的问题。土地利用/土地覆被变化对环境的影响不仅仅体现在地方或当地区域,在全球尺度上也有其累积的重大影响,如在过去的 150 年里,人们通过土地利用造成土地覆被变化而增加的 CO_2 量已经相当于这期间消耗化石燃料所产生的 CO_2 的排放量。而且 LUC C 研究计划也是 IGBP 和 IHDP 第一次联合提出的重大研究计划,其研究内容在自然和人文领域中都有重要的关联。

1. LUC C 研究的基本问题和重点领域

LUC C 计划研究的基本目标是提高对全球土地利用和土地覆被变化的动态过程的认识,和对人类活动与全球变化的人类驱动机制研究。因此,IGBP 和 IHDP 提出了 LUC C 研究计划需要面对的基本问题包括:

- (1) 在过去的 300 年中,人类利用怎样改变了土地覆被?
- (2) 在不同的地理和历史条件下,土地利用变化最主要的人为因素是什么?
- (3) 在未来的 50 ~ 100 年里,土地利用变化将如何影响土地覆被?
- (4) 人类和自然界动态变化如何影响特定土地利用的可持续性?
- (5) 全球环境变化将如何影响土地利用和土地覆被?反向影响又如何?
- (6) 土地利用与土地覆被与土地使用者的脆弱性有何关联?土地覆被变化又如何反过来冲击和强化危急区域的脆弱性?

针对这些问题的思考,LUC C 研究计划提出三个重点领域:

- (1) 采用案例比较研究方法的土地利用动态研究;
- (2) 采用直接观测和诊断模型的土地覆被动态研究;
- (3) 区域和全球综合模型研究。

在具体研究中,需要综合研究的内容有数据和分类研究、尺度动态研究等,前者包括建立一套土地利用/土地覆被变化的分类体系、土地利用和土地覆被变化分类成图和建立社会经济数据库;后者力图认识不同尺度下的LUCC过程研究以及不同LUCC过程中的不同尺度分析,排除LUCC综合认识的困难。

2. LUCC与全球环境变化及可持续发展

LUCC研究还关注土地利用/土地覆被变化与全球环境变化及可持续发展的关系,研究内容包括:

(1) 土地覆被变化对全球环境变化的影响。主要回答土地利用如何通过改变土地覆被影响全球环境变化。全球环境变化包括两个层次的变化:系统性的变化和累积性的变化。前者指真正全球意义上的变化,如气候波动和碳循环等;后者指区域性的变化,但其累积效果影响到全球性的环境变化,如植被破坏、生物多样性的损失及土壤侵蚀等。土地覆被变化对系统性全球环境变化的影响研究,其内容包括:温室气体的净释放效应、大气下垫面反照率的变化等等。对累积性变化影响的研究内容包括:土地退化、生物多样性、流域水平衡、水质和水环境、河流泥沙及海洋生态系统等方面的影响。

(2) 全球环境变化对土地覆被变化的影响。研究其他方面的环境变化,主要是气候变化对土地利用/土地覆被的影响,以及土地利用/土地覆被对可能的环境变化的敏感性。气候变化对土地利用/土地覆被的影响包括通过气温和降水的波动造成的直接影响及通过干旱、洪水、土地退化产生的间接影响。各种土地利用方式对气候波动的敏感性差异很大,如旱作农业就比灌溉农业脆弱得多。这方面研究主要通过各种环境条件假设的模型模拟进行。

(3) 土地利用/土地覆被变化与可持续发展。由于陆地和海洋生态系统的土地、水、食物及纤维等资源的丰缺都会受到土地利用/土地覆被变化的直接或间接的影响。因此世界环境和发展大会所提出的许多可持续发展问题均与土地利用/土地覆被变化有关。这方面的研究主要着眼于:①协调各经济部门对土地の利用,保护那些对人类未来发展至关重要的土地利用方式和土地覆被类型,如耕地和湿地的保护;②探索有利于生态和环境的土地利用方式,如免耕和少耕农业、生态农业及复合农林业等;③现状土地利用方式的可持续性及其调控,如河北平原地下水位降低的主要原因是耕作制度的变化,这就涉及到土地利用方式本身的可持续性。

(三) 对土地利用与土地覆被变化认识的发展

自LUCC项目开展以来,国际学术界对土地利用/土地覆被变化的认识已有了显著的发展(如表7.1),已不能简单沿袭传统土地利用研究的思路,把土地利用/土地覆被变化研究主要看作是一种“调查”或“监测”,而需要进一步认识土地利用/土地覆被变化研究的复杂性,提出新的研究论题。

表 7.1 关于土地覆被/土地利用变化认识的进展

过 去	现 在
仅关注土地覆被转换	也关注土地覆被退化和土地覆被改良
多关注热带雨林类型	关注所有的土地覆被类型,包括草地、疏林、城郊、湿地等
认为变化历史简单	认识到变化受几千年人类的复杂活动影响
认为变化是单向连续的	认识到变化沿复杂且可逆的轨道,土地覆被处于一种不断变迁的状态
根据同质空间来研究	认识到空间具有高度异质性,景观破碎化随处可见
多归因为人口增长	也归因到人们对经济机会和政策变化的响应,并伴随生物-自然和社会-经济的突发事件
多认为变化是地方性的	认识到变化可被遥远的城市中心影响,随强烈的本土化和全球化相互作用而被全球化增强或削弱
多归因到农业的扩展	认识到对压力和机会更为常见的响应是土地利用的集约化和多样化
多关注对碳循环的影响	也关注对人类健康、生物多样性、日照反射率、H ₂ O 循环、碳排放、甲烷排放、N ₂ O 等排放的影响
认为影响取决于生物-自然变化的大小	认识到影响更取决于人自身和地方响应能力
所关注的地区不甚集中	聚焦于变化的“热点”地区

经过前一阶段大量的研究,人们对土地利用/土地覆被变化在各个尺度和区域条件下的变化过程、驱动力和模式都有了更深入的理解,在 LUCG 的 3 个重点领域都取得显著的进展。1997—2001 年间人们根据 LUCG 研究框架、不同研究背景及典型区域的典型问题提出许多具有挑战性研究计划,其中 LUCG 批准了的有 34 项,分别针对 3 个重点领域展开。在这 34 项研究计划中,以土地利用的动态研究为重点对象的有 28 项,以土地覆被动态研究为重点对象的有 22 项,而以综合模型研究为重点的有 16 项。研究具体对象包括森林覆被变化、农业开发强度、牧草地动态、多样性讨论和火的动态,对全球范围内许多与土地利用/土地覆被变化有关的重大课题如碳循环、水和食物安全问题进行了探讨,并且对管理系统、脆弱性、城市化和生态系统健康等许多交叉问题也进行了重点探究。

(四) 土地利用与土地覆被变化的监测、解释和效应

大量的 LUCG 研究工作可以归结为监测(detection)、解释(explanation)和效应(impact)三个方面。其中 LUCG 的监测研究主要内容是采用各种方法对区域或全球的土地利用、土地覆被及其变化进行分类、监测、制图及其统计分析,研究

地球陆地表层景观和功能的变化。LUCC 的解释研究则通过采用各种模型和分析方法,对区域或全球的社会、经济因子进行筛选,分析造成土地利用和土地覆被变化的动力和阻力因子及其作用机制。而 LUCC 的效应研究则包括土地利用和土地覆被变化的资源、环境和生态效应研究。

1. LUCC 的监测

土地利用变化主要包括土地用途转移和土地利用集约程度的变化,土地覆被变化则包括土地质量与类型的变化和土地属性的转变,LUCC 监测的主要任务包括数据的获取和分类体系的建立。

土地利用/土地覆被数据获取的主要来源有文献调研、地面调查和遥感等。随着遥感技术的快速发展,全球各个尺度上的土地利用/土地覆被数据库都得到了充实。近几十年的土地利用/土地覆被状况及其变化数据库得到很大的丰富,其中利用 NOAA/AVHRR 数据开发的全球 1 km 分辨率的土地覆被数据库为全球的 LUCC 研究提供了极大的支持。目前人们可以采用航片、IKONOS、SPOT、TM/MSS、中巴资源卫星、MODIS、NOAA/AVHRR 和风云卫星提供的数据,地面分辨率从 1 m 以下到几 km,适应于不同尺度和空间范围的 LUCC 监测研究。

相对土地利用变化评价而言,土地覆被变化的定量评价进展要缓慢得多。目前最常用的评价方法是根据土地覆被类型变化进行评价,对于同一土地覆被类型质量变化则缺乏有效的探测。基于 MSS 和 TM 多波段影像计算的 NDVI 指数可以较好的反映地面土地覆被类型的植被覆盖度,但对诸如土地退化程度等其他重要参数则没有理想的反映。因此 LUCC 项目组强调:如何更好的评价土地覆被变化速度是新时期土地覆被变化研究的优先方向。

分类体系的研究是 LUCC 计划制定之初就考虑到了的重点内容。近年来各个国家、组织、研究团体乃至个人都根据各自面对的研究对象、问题和区域特点提出各自的土地利用/土地覆被分类体系。多案例比较研究需要在规范的单个案例研究基础上进行,其中采用具有可比性的土地利用/土地覆被体系是其基本要求,但不顾区域环境和研究方法的差异勉强追求统一的分类体系也未必是合理的选择。

2. LUCC 的解释

LUCC 的解释研究主要针对土地利用/土地覆被变化的驱动力和动态机制展开。由于研究背景,研究区域和研究方法各不相同,人们提出的人类驱动力方案也不尽相同。如有的学者认为人口、富裕程度和技术水平是人类驱动力的主要方面;也有学者认为人类驱动力的分析至少应该考虑人口、收入、技术、政治经济状况和文化等方面的因素。IHDP 计划则将影响土地利用/土地覆被变化的因素分为直接因素和间接因素。间接因素包括人口变化、技术发展、经济增长、政治与经济政策、富裕程度和价值取向等 6 个方面内容;直接因素包括人们对土地

产品的需求、对土地的投入、城市化程度、土地利用的集约化程度、土地权属、土地利用政策以及对土地资源的保护态度等。在各种方案中,人口、经济水平和技术被公认为人类驱动力的重要方面。当然区域尺度上土地利用/土地覆被变化不仅仅受当地人类社会和经济技术因素的驱动,在许多地区土地利用/土地覆被变化更主要的驱动力来自具有全球或大区域影响的因子,地方因子只是改变了大尺度因子的作用强度而已。

LUCC 作用机制和过程的分析通常以模型研究为基础,通过模型研究认识和分析人类驱动力—土地利用/土地覆被变化—全球变化—区域响应—环境反馈之间的关系,并对未来发展趋势做出相应的预测和情景分析。目前应用于 LUCC 分析的经典模型大致可以分为 5 类:基于经验统计和 GIS 模型——变化概率模型、最优化模型——线性规划、动力学仿真模型、ABM(agent-based models)和 CA(cellular Automata)模型、综合模型等。人们在这 5 类模型为核心的基础上,分别提出各种衍生和组合模型应用于区域和实践研究。LUCC 模型尽管在问题分析和决策支持中取得很大发展,由于 LUCC 问题的复杂性和数据的不完备,离 LUCC 计划对模型提出的要求还有很大距离。在很长时期内基于不完备的数据研究复杂的 LUCC 问题依旧是模型研究的基本局面,因此模型研究的重点应该是如何在模型中更好的实现对问题的理解。

3. LUCC 的环境效应

人们对土地的利用和由此导致土地覆被变化对环境产生多方面深远的影响。早期的原始人类通过用火和打猎已经造成许多大型陆地哺乳动物和鸟类物种消失。人类进入农业社会后,开垦和耕作造成物种加速消失。人类通过长期开发和经营,造成景观类型显著变化,大量自然景观类型转变成成为人类提供食品、燃料、用材、工业生产和生活的景观类型。最近的 300 年来,全球森林减少了 $12 \times 10^6 \text{ km}^2$, 草地和牧草减少了 $5.6 \times 10^6 \text{ km}^2$, 农田增加了 $12 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。目前世界上已有 22% 的陆地表面被开发成农田、种植园或建成区,这一比例到 2030 年将增加到 48%。而到 2050 年,45% 的陆地表面将通过各种途径被开垦为农业用地。目前地球净第一性生物量中通过农业途径被人类占用的约占 40%。土地利用/土地覆被状况的巨大变化势必对全球气候、碳循环、氮循环、水循环产生直接的影响,加剧物种消失。

土地利用和土地覆被变化对环境的影响并非最近才被人们所发现,早在 1864 年,Marsh 就认识到人类活动会对景观造成不利的影响。到 20 世纪 50 年代,Thomas 认为近 300 年来显著的全球变化与人类活动和土地覆被变化直接相关。土地利用/土地覆被状况对气候、全球生物地球化学循环、陆地生物种类的丰度和组成都有显著的影响,地表特征如粗糙度、反射率、热通量等的变化可以影响大气环流基本格局,对区域气候产生难以预测的影响。