

土地利用/土地覆盖变化研究的 范围和主要内容

刘盛和 鲁奇 译

1 土地利用/土地覆盖动力机制与联动关系

地球陆地上或土地上覆盖物及其变化乃众多全球环境变化的生物物理过程的核心。土地覆盖是地球表面及近地表的生物物理状态。土地覆盖变化包括生物多样性、现实的和潜在的原有生产率、土壤质量以及径流和沉积速度中的种种变化。土地覆盖物以及其中的变化是大部分维持生物圈和地圈的原料及能量流的源泉和渊藪,包括少量的气体散逸和水文循环。

由于当代的土地覆盖变化主要是人类的利用造成的,所以,认知土地利用变化是了解土地覆盖变化的首要条件。土地利用既包括可控制土地生物物理特点的利用方式,也包括隐藏在控制土地生物物理特点之下的意图,即利用土地的目的。例如:林地、园林、牧地、城郊、以及农田均为土地利用的目的。与此形成对照的是,生物物理控制指的是人类利用中为了令人怀疑的目的对植被、土壤、水源采取的特定的处理方式。例如,很多刀耕火种农业系统中的砍伐—焚烧—锄地—除杂草序列;化肥、杀虫剂的使用;干旱地区为机械化耕作业的灌溉;为牧场建设使用异地草种;以及放牧系统中牲畜的不断迁移。生物物理控制可视为技术—管理系统。

土地利用影响土地覆盖有多种含义。但是,目前对土地利用与土地覆盖之间关系还没有充分认识,妨碍了向全球变化组织的特定目标的迈进,如利用一覆盖变化规划能力目标。为提高这种认识,土地利用和覆盖必须与人类活动联系在一起。人类活动是特定社会—经济和环境背景中个体和群体行为的产物。这些行为和背景虽极为复杂,但广义而言,可按相似的环境和政治经济体系划归在一般的和典型的聚类模型中。

土地利用、土地覆盖变化及全球环境变化构成了一个复杂的相互作用的系统,把人类活动与土地利用/土地覆盖变化、环境对人类影响的反馈以及人类的反应联系在一起。同时,在不同时空尺度的不同联系又使这一系统更为复杂化。例如,土壤养分的流失会对土地生产率、植被变化和土壤侵蚀造成近期影响,对景观变化和土地生产率造成中期影响,对气候变化可能会造成长期影响。

在其它地方,对生物物理的控制活动(如砍伐和焚烧)一直被看作是引致变化的直接原因。假定靠砍伐、焚烧林木开辟草地,或靠移植新草种改造现有牧场,那么,这类活动就会改变现存的地表覆盖。如果不用人类投入维持已改变的地表覆盖,生物物理力量会进一步影响地表覆盖变化。土地覆盖变化是产生生物地球化学流动物(如温室气体)的根源,由此出现的反馈也许会影响土地利用—土地覆盖的关系。这样产生的反馈,以及土地中的种种变化本身可能会影响各种驱动力量和反馈、变化在其中起作用的社会环境,当然,它们的影响也会改变土地利用的预期目标。

至少按三条研究途径建立的这类动力学样本表明,无论是过去还是现在,土地利用和土地覆盖均是其它全球环境变化的动力因子,全球变化,例如可能的气候变化,亦是土地利用和土地覆盖变化的动力因子。虽然三条研究途径涉及了主要的研究领域,但人们所选择的途径也会

影响所获得的结论。以“环境变化影响土地利用/覆盖”为主线的第三条研究途径,主要通过建立方案模型提出“如果怎样”的问题,目的是预测特定等级和各种气候变化的变化土地利用—土地覆盖的后果。其重点是建立各种方案的模型,所有方案均以与人类行为、决策及其对土地利用变化的意义有关的简化设想为基础。以追踪“土地利用/覆盖变化的原因与后果”为主线的两条研究路径的主要目的是了解影响土地利用的社会、政治及经济因素,偶尔也提及这一问题的环境因素,但这些内容很少与大部分全球变化研究有直接关系。然而,遥感工作是一重要例外,为提高对碳流动量和生物多样性变化的认识,遥感图像手段将土地覆盖与土地利用、主要变化原因、以及基本的人类因素联系起来。总的来说,土地利用/覆盖变化并非一种新近的现象,对其历史的研究已积累了大量区域性和地方性文献,有关近代历史的文献尤为丰富。由这条研究途径得出信息和解释提供了构建土地利用/覆盖变化动力学所需的经验教训。

2 土地覆盖的变化及其环境影响

自从用火、狩猎、种植作物及豢养牲畜以来,人类已改变了地域生态系统(Thomas 1956)。随着农业开发,特别是植被的破坏和物种的越洋迁移,这种变化加剧增加。这些变化并不是小现象,从地域尺度来看,非常巨大,但与现代工业社会所产生的变化相比较,就显得苍白。现今,许多种土地覆盖变化都是全球范围的和快速巨量的,足以与全球生物化学流变化相媲美。

2.1 对土地覆盖的影响 从1700年到1980年中期,最大的土地覆盖变化包含农用地。根据估算的方法不同,其增长速度为392%到466%,也就是从相当于阿根廷的面积增加到整个南美大陆(Richards 1990)。农用地的扩展是以牺牲森林、草地及湿地为代价的。另外,在最近200年,全球总灌溉农用地的面积以2400%的速度增长,从80000km²增加到2000000km²(Richards 1990)。目前,农用地的转化及集约化在工业化较差的区域最为迅猛,但欧洲的农用地面积已在减少。

自前农业时代以后,全世界的森林、林地及林木覆盖面积以大约15%的速度缩减。目前,在西方世界正日益重视退耕还林,植树造林的同时,大面积的热带森林又因砍伐、垦荒及畜用等原因而遭毁坏(Bioscience 1994, Pola and Mery 1990)。综合考虑这两种变化,每年全球森林覆盖的损失面积高达100~200000km²(Williams 1994)。

如果草地从广义来定义的话,最近300年来其变化甚少,或许全球总衰减约为1%。因为它被垦为耕地的损失已从林地中得到补偿。但狭义上的草地,自前农业时期以来已缩减了20%。

长期的世界范围的湿地损失很难计算,虽然它被认为是很广泛的,可能是几百万平方公里。其损失主要是由于农用地扩展的结果。

从工业革命起始到本世纪早期,土地覆盖的主要变化大都集中于北半球的中纬度地区。在本世纪,特别是其后半叶,主要土地覆盖的变化发生在热带。在这一区域,农用地及草地的扩展,森林退化及城市化,正急剧增加。

土地覆盖变化及土地利用变化具有很重要的环境意义,它们会降低或提高土地的持续利用及恢复原始覆盖的能力,在某些案例中,土地覆盖变化及其影响是如此巨大而广泛,它们自身就认为是全球变化,生物多样性损失就是一个例子,土地覆盖变化已经导致,或正在导致全球物种的数量和种类的显著损失。威尔逊(Wilson 1992)估计每年仅热带森林的物种损失就达27000种之多。随着生物多样性的衰竭,生态系统的结构与功能、长期生态过程及基因多样也就变得危险了。生物多样性损失以多种形式(结构的、功能的和过程的)发生于多种层次(地域、生态系统、种类、基因),因而对大范围生态系统的结构和功能尤为重要。

2.2 土地覆盖对生物地球化学循环的影响 土地覆盖转变是其它全球变化中一个重要的历史及现代部分。自然系统向农业及其它人类土地利用的转变,导致了二氧化碳排入大气,其排放量约相当于最近 150 年燃烧燃料的总量。虽然,目前因土地覆盖转变所导致的二氧化碳排放量约为燃料的 30%,土地覆盖的转变对区域气候、水文具有重要影响。

土地覆盖及其变化数据对确定区域及全球范围的碳、氮及其它元素的生物地球化学循环极为重要。

土地覆盖数据是分析其它气体动力机制所必需的。自然生态系统决定着许多重要种类如 CN_4 和 N_2O 的动力机制,生态系统的转变会导致微量气体动力机制的变化。热带森林向草地的转变,似乎是一个在草地形成数年后仍影响其微量气体动力机制的重要因素。

通过参与及相互作用于大气层中的化学过程之中, CO_2 及其它微量气体在大气层中的集聚紧密相关,当罗列这些气体来源的清单时,很明显土地覆盖及土地覆盖变化在决定这些气体的实际辐射及最终的大气微量气体集聚中都具有重要作用。

土地覆盖变化对水分及能量平衡具有重要影响。土地覆盖决定着地表的粗糙度及潜在的、敏感的热量流动,土地覆盖分布的变化会改变这些流动的区域,甚至全球平衡。在总体循环模型中,这些变化都是很重要的参数。例如,潜在的热量流动是由蒸发来调节的,而实际蒸发(AET)又是土地覆盖类型、土壤温度及气候(如温度)的一种函数。另外,调节水分平衡的植被覆盖变化也影响着 AET, AET 及用水量是季节性的一种函数。

部分水文循环参与了大陆间水的运动,在这部分循环中,植被起着抽水泵的作用,从土壤中吸收水分,又通过蒸腾和蒸发返回大气,因而,土地覆盖的变化会引发与土地利用密切相关的水分循环的变化。对由土地覆盖变化而引起水分循环改变所产生影响的少数估测之一(Shukla 1991)表明,区域蒸发量及降雨量的显著减少,会带来大面积的森林消亡。在全球范围,土地利用或覆盖的变化,已表明其对大气循环具有影响。

2.3 土地利用与土地覆盖的联系 土地覆盖可因自然过程而改变。当然,气候变化会影响全球地域生态系统,同时,火山爆发及河道或海平面的变化,会有更多的地方性影响。实际上,目前及最近的全球土地覆盖变化,绝大部分是人类旨在为生产或居住目的改变土地覆盖等活动的结果,这些活动便构成了土地利用。

如果没有为了各种用途而改造或改变土地覆盖的话,现代社会的生产—消费需求就不可能得到满足。大多数用途都可归入一种或几种这样广阔的类型:农耕、畜牧、森工或伐木、聚落(包括交通基础设施和制造业)、休闲娱乐(公园、保护区)、采矿业及渔业(如果近海环境也包括进来的话)。

在人类历史中,特别自工业革命以后,每一种主要土地利用类型都已显著扩展。目前,从全球范围来看,除部分区域及次大陆外,农耕及畜牧业已放慢了空间扩展速度,但居住用地的扩展速度正在逐步升级。许多专家估测,在下一个十年或一百年,农耕将由空间扩散转变为集约经营,但城镇仍将继续增长。至本世纪末,全世界的大部分土地都将进行集约和正规经营,而“空”地将不复存在。而且,许多农耕地将越来越多地遭受当地的大气污染。

要了解土地利用变化的这些趋势,就必须明白土地覆盖的影响。因为地域生态系统都是空间综合体,土地利用和土地覆盖需要相互匹配,任何类型的土地利用,都包含对土地覆盖的多种生物物理利用。

在不久的将来就想弄明白土地利用是困难的。被不断变化的生产—消费动力机制所驱动的土地利用,受到社会的、政治的、经济的、甚至文化的和宗教等因素的综合影响,而这些因素

又是形成上述动力机制的原因。研究土地利用的社会驱动机制的不同研究者,会在他们所能模拟的细节层次上吸取不同的经验。当然,这些模型可以修订得更为精确。土地利用模型多来自用于预测国家生产变化的经济部门模型,它们需要更好地与当地土地利用与土地覆盖的产出量相联系。

2.4 土地利用及覆盖对持续发展的影响 土地利用和土地覆盖具有显著的环境影响。例如,土地利用或覆盖直接影响着土壤退化、地表径流变化及地下水的下渗量。这些土地经营者面临的日常变化,它们对环境变化的影响及敏感性,统称为持续发展性。我们不需要重述持续发展性的量度、空间范围以及变化节律,因为这些是与土地覆盖的变化紧密相联系的。至少,下述三点是重要的:①全球环境变化组织已越来越认识到,土地利用及覆盖的变化本身就是持续发展性议题的中心,这从1992年联合国环境与发展会议的各种报告中可以看出。②与土地利用/覆盖的持续发展性相联系的许多突出问题,如地下水衰竭,可能在近期引发出对土地利用/覆盖动力机制有影响的大尺度环境问题。③任何土地利用的持续发展性不仅与土地的环境属性及所采用的技术管理战略相联系,而且还与土地经营者的社会经济状态有关。

3 建立土地利用/覆盖变化模型

土地利用/覆盖变化建模至少有三种方法:通过土地利用实地案例研究;土地覆盖变化模式的专题评估以及预设的土地利用的区域和全球模式。遗憾的是,所有这些方法都有很大的局限性,案例研究及由此得出的模型常过于狭窄和特殊,缺乏可构建宏观模式的普遍性;土地覆盖变化的主题评估又被认为太耗人力,且长于细节,缺乏说服力;而预设的宏观模型又因其不现实的前提假设和过于简单,与现实土地利用不适而受到批评,况且精确度太低。

4 土地利用动力机制:土地经营者研究

这一全球研究课题要有大量在结构、内容上具有可比性的案例研究,从而为掌握土地利用/覆盖动力机构的主要特点提供坚实的经验基础,基于直接观测的案例研究以及空间分析可以用来建立土地覆盖随时间变化的微观及中观模型,这种方法的目的在于对因果联系进行描述和解释。如果小范围的(当地的、区域的)模型能包含地方性动力(如特定的文化习俗及政策干预),这是全球模型所不可能的,基于案例研究之上的经验性、定性模型将会提高对LUCC的理解。

无论从可比性还是从努力融合社会科学和自然科学这两方面来说,这一目标都是全新的和富有挑战性的。它形成了一种分析土地利用/覆盖的新方法,并消除了自然与社会科学方法论间的分歧,并且直接针对跨尺度的疑难问题,还为土地利用状况提供了经验性可验证的假设,其中生物物理的和人类方面都代表了经常变化的动力功能及驱动力。

把自然当作是静态的(不变化)或被动的(只被社会驱动力所改变)观点,与自然生物“驱动者”的理论是不协调的。相反地,生态决定论者常把社会看作是被动者或因变量,这些所采用的“驱动者”及“驱动力”并没有第一原因的意思,只是表明某些土地利用/覆盖或长期或短期地受到自然生物作用力的强烈影响,有些则为社会作用力,因而,在分析时这两种作用力应综合考虑。这些结论是在相互作用力中能辨识出其相对动力机制的框架工作中得出的,因而,在某一尺度作为驱动者的变量,在另一尺度中似乎仍然持续,而反作用力可能就不是作为驱动力的变量了。例如,各水井的地下水下降,可能是由于海岸下沉或地面的总体风干。

因而,LUCC分析要求有跨尺度动力机制、及不仅有人类历史,而且有自然历史的历史方面。一个改进了的土地利用变化分析必须考虑系统演化的过程。土地利用变化不能简单解释

交通设施对发展模式的影响就是一个典型。道路的拓宽和升级不仅会导致更多的发展,也会通过重组市场结构,导致形成一个不同的发展模式,而这个模式又会反作用于交通设施的进一步发展。因而,土地利用的某些过程可能是来自具有自动催化行为的系统的“锁定”的结果。

LUCC 案例研究方法需要以这样一种观点为基础,在不同的尺度中,这些作用力可被归类于历史的或文化的范畴。基本思路是比较具有这三维作用力的地理上不同但分析上相似的土地利用状况,每一维都是多尺度的,虽然在全球环境变化的内容之中,土地管理的形式趋向于微观,而自然生物和社会作用力却是更大尺度的过程,并跨越时间、空间尺度以不同的方式表现着自身(图 1)。从这方面来看,土地利用变化的人类动力机构可以适合于大尺度的过程。对小尺度过程而言,人类及自然生物作用在不同时间及空间尺度上表现出的重要性变化,将更为显著。例如,文化行为在生产单位这一层次上是重要的土地管理变化诱因,并能弥补历史的短期间歇,维持较长的时期。在宏观尺度中,这些重要的地方变量可能并不显著,并普遍受政治和经济权力的等级体系所支配。多尺度的等级分析更能揭示出这些变量中的主导者及不同尺度中系统的突出特性。

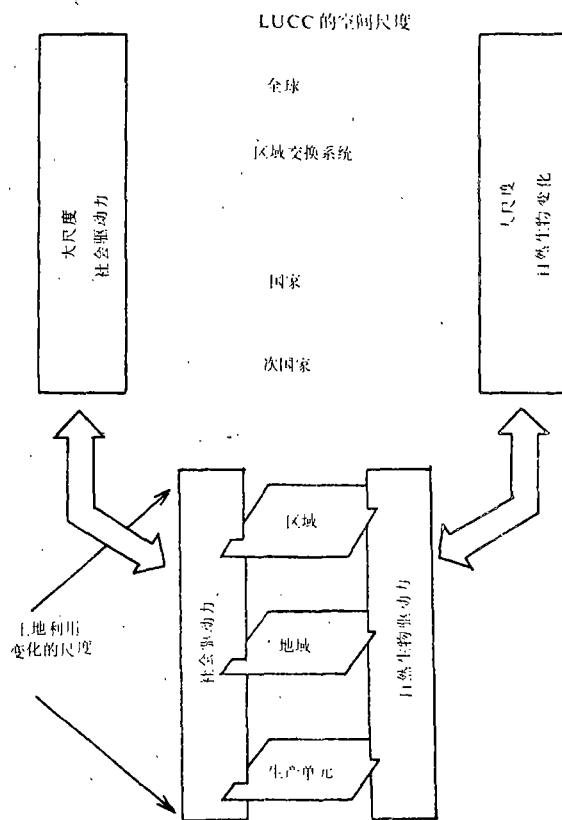


图 1 LUCC 的空间尺度

我们的方法表明土地覆盖以多种方式变化着。它会因以下原因而变化：①自然生物驱动者的独立变化(如气候及大气变化、自然侵蚀与沉积)；②人类活动，或直接改变(如毁伐森林)；③干预自然生物领域(如因抽取地下水而导致水位下降、径流量减少及改变植被)；④在自然生物世界中的一组更为复杂的人类活动链，它反作用于人类活动，从而直接改变土地覆盖。

为分解这一问题,案例研究方法分为两步:首先,是将作用力功能分解为社会的、自然生物的及管理的驱动者。其次,按空间和时间尺度来分析每一驱动者,以期至少解决多维驱动力的某些复杂性和疑难点。

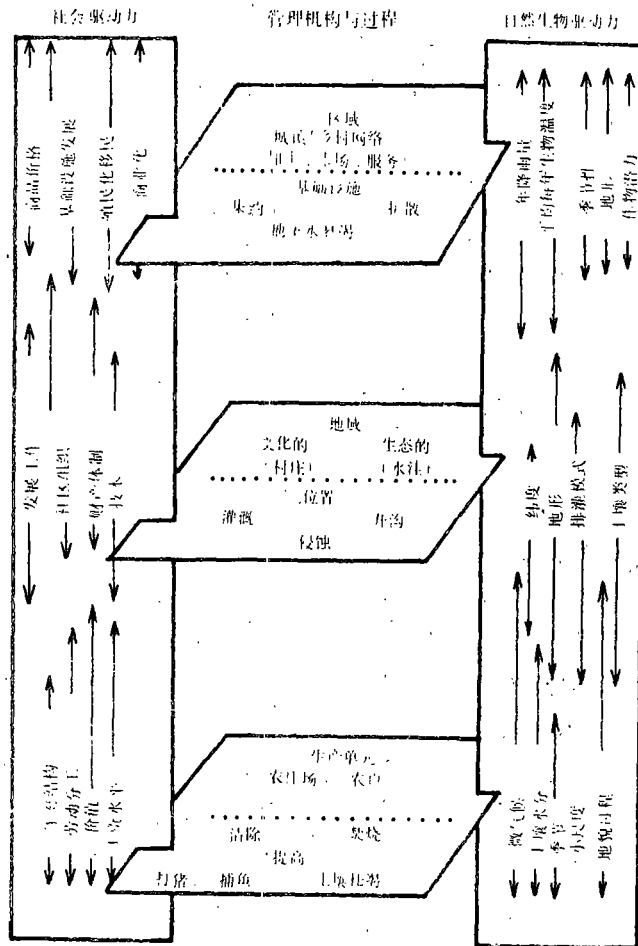


图2 土地利用/覆盖变化的多尺度驱动力。

赫林(Holling)认为许多生态系统的动力行为可以用一些驱动力来解释,这些驱动力是在具有特点的时间和空间尺度内起作用的,这就是其关键性假设(Holling 1992)。土地利用/覆盖变化的驱动力和系统极为庞杂,从中是否能寻找到这种关键性过程呢?这一疑问是构建全球或更少尺度的土地利用/覆盖变化模型的中心。

案例研究方法为检验旨在构建全球或区域模型而提出的土地利用/覆盖变化的假设奠定了基础,另外,它还为确定模式预测的可信度提供了经验基础。在这样的模型中,结构变化不能预测,随着条件的变化,理论联系也可能不被维持。基于案例的机制模型可以区分有效的和错误的关联,土地利用/覆盖状况的发展,可以为详细概述土地利用/覆盖变化的多样化途径提供基础。

摘译自 Chapter 3, IGBP Report No. 35/HDP Report No. 7 "Land—Use and Land—Cover Change" 1995