

民勤绿洲的 开发与演变

——近2000年来土地利用/土地覆盖变化研究

颀耀文 陈发虎 著



科学出版社

www.sciencep.com

民勤绿洲的开发与演变

——近 2000 年来土地利用/土地覆盖变化研究

颉耀文 陈发虎 著

国家自然科学基金项目 (40401060)
科技部国际合作重点项目 (2002CB714004) 资助出版

科学出版社

北 京

内 容 简 介

民勤盆地是沙漠化发生的典型地区。本书综合运用历史地理学、考古学等研究方法,在遥感与地理信息系统技术的支持下,通过对历史文献、遥感影像、考古资料、野外考察、历史地图以及实验测年等资料的综合分析,重建了民勤盆地典型历史时期土地利用/土地覆盖格局,揭示了古绿洲的时空演变过程,并对古绿洲演变及沙漠化的成因进行了探讨;以遥感数据为主要信息源,以大致10年左右的时间间隔,系统地复原了近50年来民勤绿洲的演变过程。

本书可供从事沙漠与沙漠化、景观生态、历史地理、土地利用/土地覆盖变化、干旱区环境演变等方面研究的科研工作者参考,也可作为石羊河流域生态环境治理提供借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

民勤绿洲的开发与演变:近2000年来土地利用/土地覆盖变化研究/颜耀文,陈发虎著. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-021749-3

I. 民… II. ①颜…②陈… III. ①土地利用-研究-民勤县②土地-覆盖-研究-民勤县 IV. F321.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第057770号

责任编辑:罗 吉/责任校对:鲁 素

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008年5月第一次印刷 印张:13 插页:4

印数:1—2 000 字数:288 000

定价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

土地利用/土地覆盖变化对地球系统的气候、水文、生物地球化学循环及生物多样性等产生重大影响,从而影响到人类生存与发展的自然基础,成为全球环境变化的重要组成部分和主要原因。历史时期的土地利用/土地覆盖变化主要是人类长期进行农牧业生产的直接结果,它反映了引起全球变化的重要因子——人类活动,开展这方面的研究对区分全球变化的人类活动因子以及理解人类活动因子对全球变化的影响方式、范围和程度具有重要的理论意义,同时对科学制定应对全球变化的对策、正确进行人地关系的调整具有实践意义。

位于甘肃省河西走廊东段石羊河下游的民勤盆地,是为现甘肃省武威市民勤县版图范围的主体。而在秦汉之际却是匈奴的游牧之地,其土地覆盖保持着自然状态。在盆地的古石羊河两岸及滨湖三角洲地区,发育有大片的天然绿洲。到了西汉,民勤盆地进入中原王朝的版图,西汉政府采取修筑边塞、徙民实边、垦荒屯田、设立县治等措施,对天然绿洲进行了大规模的开发,使土地利用/土地覆盖发生了巨大的变化。此后历经魏晋、唐,尤其是明清以来的开发,土地覆盖发生了持续的变化:湖泊萎缩、河流改道、绿洲迁移、植被衰亡,可耕可渔的湿生环境变成了“十地九沙,非灌不殖”的荒漠景观。但时至今日,民勤盆地下游的沙漠化、盐渍化还在进一步加剧,生态环境进一步恶化,其发展的可持续性受到严重挑战。民勤盆地近 2000 年来的土地利用/土地覆盖变化,是强烈的人类活动在全球环境变化背景下的具体反映,在整个西北干旱区具有典型性和代表性。

本书以土地利用活动及其导致的土地覆盖变化为研究对象,综合运用历史地理学、考古学等研究方法,在地理信息系统技术的支持下,通过对历史文献、遥感影像、考古资料、野外考察、历史地图以及实验测年等资料的综合分析,重建了民勤盆地典型历史时期土地利用/土地覆盖格局,揭示了古绿洲的时空演变过程,并对古绿洲演变及沙漠化的成因进行了探讨。本书形成了一套在干旱区普遍适用的、以遥感信息为主要依据判断空间分布,以考古资料和历史文献为主要依据判断利用年代,并有机结合其他资料综合重建历史时期土地利用/土地覆盖(主要是古绿洲)变化时空过程的方法和技术;首次以干旱的民勤盆地作为研究区域,以近 2000 年来的历史时期为研究时段,系统地重建了土地利用/土地覆盖变化过程;首次以遥感数据为主要信息源,以大致 10 年左右的时间间隔,系统地复原了近 50 年来民勤绿洲的演变过程。

全书的主要内容如下:

(1) 探讨了民勤盆地历史时期自然环境,尤其是终端湖及水系的变迁。史前及历史时期,进入民勤盆地河流的有古石羊河和古云川水,在下游末端发育有终端湖。起初,终端湖为统一的大湖。后来,随着气候的变干,终端湖缩小。历史时期时,终端湖分裂为两个互不相连的湖泊,分别称为休屠泽和潴野泽。从汉代至隋唐时期,休屠泽和潴野

泽同时存在，只是称谓不同。到明代时，终端湖大部变成沼泽，毛柳遍地，出现“柳林湖”之名。清代，民勤盆地的农业开发盛况空前，柳林湖退缩成为青土湖，其他终端湖全部干涸。至 20 世纪 50 年代，青土湖也完全干涸，古老河流也被人工灌溉渠道所取代，民勤盆地进入人工水系时代。这些结果为近 2000 来民勤绿洲土地利用/土地覆盖变化研究提供了环境背景。

(2) 以人类的绿洲开发活动为主线，以朝代的更替为时间单元，复原了历史时期民勤绿洲土地利用/土地覆盖变化的过程。

1) 沙井文化和匈奴时期，民勤盆地的土地利用/土地覆盖保持自然状态。沙井文化时期，民勤盆地人类活动范围相当广泛。秦汉之际，民勤盆地为匈奴占据，畜牧业为唯一生产方式，因而人类活动对自然环境的影响不大。这时的民勤盆地，河流水量充足，终端湖面积辽阔，湖泊、沼泽、草滩广泛分布，土地覆盖处于自然状态。

2) 汉代、民勤绿洲的大规模开发发端。从 2000 多年前的汉代开始，民勤盆地进入中原王朝的版图，西汉王朝在这里设置了宣威和武威二县，大量的人口和先进的生产技术被引入本区，大片的天然绿洲被开垦为耕作农田，使本区土地利用/土地覆盖发生了显著变化。这时，人们的垦殖范围主要集中在西河两岸，总面积约 14800hm²，分别以宣威、武威两县城为中心，呈上、下游两片分布，其中宣威片位于今薛北乡一带，武威片位于今西沙窝古城周围。另外，汉代在三角城、黄蒿滩地区也有零星分布。

3) 魏晋时期民勤盆地的绿洲开垦达到高潮。中原地区人口的大量涌入为本区的农业开发提供了丰富的劳动力资源。汉代开发的片片绿洲不仅在魏晋时期得到继承，而且还有很大的扩大，使人工绿洲的总面积达到 27831hm²。这一时期绿洲的开垦主要分布在沙井子、勤锋滩、古城-连城沿线的西沙窝、端字号柴湾等地区。另外，在三角城、红沙堡-老爷庙、东安堡附近有小范围的零星分布。

4) 从南北朝时期开始，民勤绿洲走向衰落。在南北朝至元代近 800 年的时间里，民勤绿洲的开发虽然有过短暂的发展时期，但总体上呈现萧条状态。根据推断，南北朝时期的绿洲垦殖仍然集中于魏晋时期垦殖的绿洲之内，但范围大为缩小。隋代时期，盆地人口稀少，很少有垦殖活动。进入唐代，本区仅设有几处军事性建置，有过小规模绿洲开发，无大片垦田，汉晋时期开垦的西沙窝古绿洲从此开始废弃沙化。唐代后期，民勤盆地为吐蕃占据，畜牧业成为主要生产部门，绿洲基本被撂荒废弃。西夏、元代民勤盆地再无绿洲垦殖的记载。到元代末，民勤盆地仅在今县城周围有很小规模垦辟。

5) 明代为民勤绿洲的第二次大开发时代。明朝政府在这里开展了大规模的屯田，绿洲垦殖由靠近上游的青松堡和小河滩城向四周逐步扩展，使民勤坝区得到广泛开发。绿洲开垦主要集中在以小河滩城为中心的长城以内区域，绿洲总面积达到 26579hm²。其中坝区绿洲面积为 17846hm²，在长城以外水源便利、条件较好的地区也有所开垦，其中规模较大的红沙堡片、老爷庙片、大滩片，红柳园、红沙梁、六坝湖等片面积较小。在绿洲开垦的同时，绿洲沙漠化过程也在发展，坝区西部、中沙窝一带已有绿洲开始沙化。

6) 清代民国时期继续保持了明代以来的扩展势头。不仅坝区的绿洲得到充分的垦殖，而且在六坝湖、大滩、红柳园、红沙梁等地得到大面积扩展。特别引人注目的是位居石羊河下游末端的柳林湖在清代雍正年间得到大规模开发，极大地拓展了绿洲垦殖的

范围,基本奠定了今天绿洲分布的格局。这时的民勤绿洲,沿内河和外河两岸以及古终端湖的滨湖三角洲地区分布,总面积达 75847hm²。与绿洲开发同时出现的,是愈演愈烈的绿洲沙漠化问题。位于今薛北乡长城沿线地区发生严重沙漠化,大片农田村庄被沙漠埋压,人口急剧向外迁出,垦殖范围向东迁移。民国时期,民勤盆地天灾人祸频繁,干旱、大风、洪水,加上兵燹、疾病,人口大量减少,但由于经历时间短,对土地覆盖影响不大。

(3) 以遥感数据为基本资料,定量重建了近 50 年来民勤盆地的绿洲变化。研究发现,近 50 年来民勤绿洲无论在总面积上还是空间分布上,都有显著的变化。1959 年,民勤绿洲面积约 92992hm²;1973 年扩展到 106119hm²;1987 年有所下降,为 99167hm²;1994 年又有回升,达到 112440hm²;至 1998 年达到历史最高值,为 123170hm²;而 2001 年,绿洲面积又出现下降,为 109934hm²。绿洲分布图的 GIS 叠加覆盖分析表明,近 50 年来民勤绿洲的空间变化在不同阶段有不同的特征:50 年代末至 70 年代初,绿洲扩展主要表现为已有绿洲的外延式扩大;70 年代初至 80 年代后期的绿洲萎缩,主要表现为绿洲内部非绿洲斑块增加;80 年代后期至 90 年代后期的持续扩展,主要表现为靠近上游的坝区绿洲向外围扩展和荒漠腹地绿洲面积的增加,而北部湖区绿洲弃耕面积不断扩大;1998~2001 年,绿洲荒漠腹地的开荒还在继续,但湖区的绿洲荒漠化还在进一步加剧。50 年来民勤绿洲的发展总体上经历了一个面积由小到大到小、空间位置从南而北再向南的变化过程。

(4) 分析了近 2000 年来民勤盆地土地利用/土地覆盖变化的成因。研究发现,民勤盆地土地利用/土地覆盖变化的成因十分复杂。历史时期主要是中原王朝与少数民族政权更迭导致的农牧交替决定了土地利用/土地覆盖的总格局。在汉民族统治时期,绿洲开垦,农业发展;在少数民族统治时期,绿洲废弃,牧业兴盛,但绿洲的开垦与当时的政治军事形势密切相关,安定的社会环境是绿洲持续开发的基础。南北朝以降迄及宋元,区内要么战乱不断,要么为少数民族所统治,农业衰退。同时由于上游开发强度增大,下泻水量减少,加之河流改道,沙漠化逐渐发展,使汉代、魏晋时期的绿洲沦为沙漠。明清以来的持续开发使盆地绿洲持续扩大,由上游向下游扩展,但由于沙漠化的发展导致了上游绿洲的废弃。近 50 年来民勤绿洲的变化主要为绿洲荒漠化因素与荒漠绿洲化因素的相互制衡作用所左右。人口的增加和经济效益的驱动是绿洲扩大的主要因素,但水资源的减少、沙漠化的发展又使绿洲萎缩,从而造成了绿洲的迁移。

石羊河流域生态环境恶化的问题已引起党和国家领导人、国际和国内社会各界的高度重视。温家宝总理多次批示:决不能让民勤成为第二个罗布泊。目前,一项史无前例的石羊河综合治理工程即将展开,但是,我们只有在深刻认识石羊河流域生态环境演变的历史过程和机制的基础上,才能做到有的放矢,对症下药,使治理工程切中要害,发挥成效。本书即是对民勤盆地生态环境演变的历史过程的一个初步探索,希望对加深石羊河流域生态问题的认识提供有益帮助。

由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正!

作 者

2008 年 4 月 5 日

目 录

前言

第一章 土地利用/土地覆盖变化研究的意义	1
第一节 土地利用/土地覆盖变化研究的科学意义	1
一、全球环境变化与人类活动	1
二、土地利用与土地覆盖变化	2
三、土地利用/土地覆盖变化与全球变化	3
第二节 历史时期干旱区土地利用/土地覆盖变化研究的意义	5
一、历史时期土地利用/土地覆盖变化研究的意义	5
二、干旱区土地利用/土地覆盖变化研究的意义	6
三、民勤盆地开展土地利用/土地覆盖变化研究的必要性	7
第二章 民勤盆地概况	9
第一节 自然地理概况	9
一、石羊河流域	9
二、民勤盆地	11
第二节 社会经济概况	17
一、概述	17
二、农业	19
三、工业	21
第三节 民勤盆地的生态问题	21
一、生态问题的严重性	21
二、水资源问题	22
三、生态环境恶化	27
四、土地沙漠化严重	30
第三章 土地利用/土地覆盖重建方法	33
第一节 历史时期土地利用/土地覆盖重建方法	33
一、研究方法	33
二、文献资料手段	37
三、野外考察	43
四、遥感影像解译	48
五、考古学方法	49
六、样品测年	55
第二节 遥感图像处理	56
一、处理环境	56

二、遥感资料	56
三、图像预处理	59
四、遥感影像增强处理	60
五、DEM 与立体影像图制作	62
第三节 历史时期土地利用/土地覆盖遥感解译方法	64
一、解译流程	64
二、解译标志的建立	65
三、影像解译	71
第四节 近 50 年来土地利用/土地覆盖重建方法	71
一、研究方法与技术路线	71
二、土地利用/土地覆盖信息提取	72
第四章 考古调查与遥感影像解译	76
第一节 沙井文化遗迹调查	76
一、沙井文化遗迹的空间分布	76
二、典型沙井文化遗址调查	76
第二节 古城址的考古调查	78
一、重点古城址调查	78
二、汉武威、宣威城址考证	87
第三节 古墓葬、墓群调查	90
一、古墓群分布	90
二、古墓群简介	90
三、关于墓葬的时代	94
第四节 长城遗迹调查	94
第五节 古绿洲解译	98
第五章 历史时期土地利用/土地覆盖重建	103
第一节 水环境变迁概述	103
一、终端湖的演变	103
二、沙井-匈奴时期	107
三、历史时期	107
第二节 沙井与匈奴时期的土地利用/土地覆盖	113
一、沙井文化时期	113
二、匈奴时期	115
第三节 汉代土地利用/土地覆盖重建	116
一、绿洲开发	117
二、历史遗迹	120
三、土地利用/土地覆盖复原	120
第四节 魏晋时期的土地利用/土地覆盖重建	121
一、绿洲开发	121
二、历史遗迹	124

三、土地利用/土地覆盖重建	125
第五节 南北朝至元代的土地利用/土地覆盖状况	126
一、南北朝时期	126
二、隋代	126
三、唐代	127
四、西夏时期	129
五、元代	130
六、历史遗迹	131
七、土地利用/土地覆盖概况	132
第六节 明代土地利用/土地覆盖状况重建	133
一、建制与疆域	133
二、土地利用措施	134
三、历史遗迹	135
四、土地开垦	141
五、干旱、洪涝与沙漠化	142
六、土地利用/土地覆盖状况	144
第七节 清代至中华民国时期土地利用/土地覆盖重建	145
一、土地开发政策	145
二、土地垦殖	148
三、干旱、洪涝灾害与沙漠化	151
四、土地利用/土地覆盖情况	154
第八节 历史时期的绿洲变化及成因分析	155
一、土地利用/土地覆盖的变化	155
二、垦殖绿洲的变化	156
三、绿洲变化的气候背景	158
四、变化成因分析	159
第六章 近 50 年来的绿洲变化	165
第一节 绿洲面积和位置的变化	165
一、绿洲面积的变化	165
二、绿洲空间位置的变化	168
三、绿洲时间上的变化	170
第二节 变化成因分析	171
一、自然因素的变化	171
二、水资源及其利用情况的变化	173
三、绿洲化与荒漠化	175
四、社会经济因素的变化	178
五、近 50 年来绿洲变化成因	181
六、民勤绿洲变化调整对策	183
第七章 结束语	186

一、基本结论 186

二、经验与教训 188

主要参考文献..... 190

第一章 土地利用/土地覆盖变化研究的意义

第一节 土地利用/土地覆盖变化研究的科学意义

一、全球环境变化与人类活动

进入 20 世纪 80 年代,地球生态环境持续恶化,尤其是全球气候变化和臭氧层破坏等重大环境问题的发现,使人们认识到人类赖以生存和发展的环境正在发生急剧变化。温室气体过量排放造成的气候变化、广泛的大气污染和酸沉降、臭氧层的破坏、生物多样性减少、有毒有害化学品的污染危害及其越境转移、海洋污染和海洋生态系统的破坏等全球性环境问题的出现,与全球环境的变化密切相关,是全球环境变化的具体体现(孙成权、张志强,1996)。全球环境变化从根本上削弱和动摇了现代经济社会赖以存在和继续发展的基础(毛文永、文剑平,1993),将引发人类社会的一系列变化,如人口迁移和重新分布、生活方式的改变、经济系统的重构等,并最终影响到一个区域、一个国家,乃至全球可持续发展的模式、措施、目标和进程(陈泮勤、孙成权,1992)。全球变化不仅关系到地球生态系统的发展,而且关系到全世界所有国家、每一个人,甚至子孙后代的发展(余谋昌,1992)。因此,全球变化已成为当前世界各国共同关心的重大问题。1986 年,国际科学联合会理事会(ICSU)组织了以全球变化研究为核心的国际地圈-生物圈计划(International Geosphere-Biosphere Programme, IGBP),其主要科学目的是描述和了解控制整个地球系统关键的、相互作用的物理、化学和生物过程,支持生命的独特环境,以及出现在地球系统中、由人类活动诱发的重大全球变化和影响方式。其应用目标是增强对未来几十年至百年重大全球变化的预测能力,为国家一级和全球的资源管理和环境战略决策服务(陈泮勤、孙成权,1992)。

在以往有关全球环境变化的研究中,人们的着眼点主要集中于地球的流体系统,即大气系统和海洋系统的变化(李秀彬,1996),从事全球变化研究的基本上是自然科学家。直到 80 年代中期,人们认识到近来的全球变化在很大程度上是人类活动所导致的,并且已经和继续对人类社会产生影响。从这时起,“全球变化中的人文因素”(Human Dimensions of Global Change)这一术语经常被人们所提及(Turner et al., 1994)。

已有的考古学证据表明,大约在 12ka 前的末次冰期结束时,人类社会从以渔猎为主的旧石器文明转向畜牧和农业为主的新石器文化,人类对自然环境已经开始产生影响。从那时起,地球各圈层的变化不再是纯环境方面的,即不光是由地球物理或生物化学的波动及某些事件驱动的,而且也是人类活动的产物(Turner et al., 1991)。随着人类社会的不断发展,人类对地球系统的影响逐渐增强。历史时期,人类对周围环境的影响呈加速发展的态势。近代以来,特别是工业革命后的近 200 年以来,人类对自然环境的影响发生了历史性的变化,目前已进入严重干涉自然的阶段。人类导致的环境变化几乎在整个地球上都是深刻而又普遍的,并且在空间上和性质上都随着人口数量的增长

和技术力量的提高而急剧增强，目前其速度和规模已经达到空前的程度（Turner et al.，1992；摆万奇、柏书琴，1999）。

人类已严重地影响了生物圈物种的分布和性质，打破了生物圈原有的平衡，使生态系统的适应能力降低，调节能力低下。研究表明，人类对地球表面、海洋、海岸、大气圈、生物多样性、水循环、生物地球化学循环等方面的改变已明显地超过了自然的作用（叶笃正，1991；1994；陈之荣，1993；梁长青等，1998；周清波等，2000），成为导致地球系统发生变化的一支极其重要的力量。而且，人类活动所导致的大气中温室气体的增加、臭氧层的破坏、土地荒漠化的发生、生物多样性的丧失和森林的减少等，对人类社会的生存和发展构成了极大的威胁（摆万奇、赵士洞，1999）。这一事实已被大量研究结果所揭示，被绝大多数科学家所认同，并被政治家们所接受（彭少麟，1998）。

鉴于人类活动对全球环境变化的特殊作用，1990年，国际社会科学理事会启动了全球环境变化人类因素计划（International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, IHDP），其主要研究目标是：了解全球变化的根源，特别是导致全球变化的人类因素；了解人类因素引起的地球各圈层发生变化所带来的直接后果；对全球变化进行管理，包括人类适应变化，防止有害的变化，以及在产生对人类社会有害变化的情况下，恢复或重建原来的系统，从而为人类未来的发展寻求对策，并确立人类社会与自然环境之间的一种新关系（余谋昌，1992）。

在引起环境变化的众多驱动因素中，人类活动具有举足轻重的作用，但人类活动对地球系统的影响机理异常复杂，很难予以直接揭示（张明，1998）。同时，研究也表明，人类对地球系统的影响极其广泛，但突出表现在两个方面：一是通过化石燃料的燃烧干扰地球系统的生物地球化学循环，如碳循环和氮循环；一是通过土地利用活动改变地球陆地表面的覆盖性质，即所谓的土地利用/土地覆盖变化。随着研究的深入和发展，人们越来越认识到人类对土地的开发利用以及引起的土地覆盖变化是全球环境变化的重要组成部分和主要原因（Susanne，1992；Turner et al.，1994，1997；Skole，1996；Goudie，1996；Fresco et al.，1997）。所以人们从综合影响出发，选择了最能表述人类活动对地球系统影响的土地利用与土地覆盖变化机制作为全球变化研究的切入点和立足点^①。

二、土地利用与土地覆盖变化

土地利用和土地覆盖是两个既密切联系又相互区别的概念，然而在实践中人们往往将两者之间的区别忽略，从而导致了分类上的混乱、含糊不清以及对比困难（William，1996），因此区分这两个概念是非常重要的。

土地覆盖可定义为可被观察的地表物理盖层，是地球表面的生物物理状态，它包括覆盖地球表面的天然或人工植被以及人工建筑，如地表植被、土壤、冰川、湖泊、沼泽、湿地及各种建筑物等（William，1996）。因此，土地覆盖是覆盖地面的自然物体和人工建筑物的综合体，反映的是地球表层的自然状况（摆万奇、柏书琴，1999），具有特定的时间和空间属性，其形态和状态可在多种时空尺度上变化。土地利用是人类根据

^① 张明，1998，榆林地区土地利用与土地覆盖变化研究，博士学位论文。

土地的特点，按一定的经济和社会目的，采取一系列生物和技术手段，对土地进行的长期性或周期性的经营活动，把土地的自然生态系统变为人工生态系统的过程（吴传钧，1994）。土地利用包含了土地的生物物理属性被利用的方式和利用背后存在的意图——土地利用的目的（Turner et al., 1995），需要考虑人的行为，特别是决策者、制度和土地覆盖的初始条件，它可被看作是土地被利用的功能和目的描述，其定义包含了“满足人类需要的土地经营”以及“直接与土地相关的人类活动”的含义。而且，土地利用由一系列提供一种或多种商品或服务的行为构成。因此，土地利用是人类对土地施加的各种行为，其目的是通过土地资源的利用获得产品和（或）福利（William, 1996）。

例如，“林地”这个极其常用而又普通的词语，指的是有关林木开发的土地利用，它并不一定非有树木不可，例如，树木被砍伐不久的林地，也许会变成裸地或草本植物地，但它在土地利用上仍然属于林地。相反，许多有树木的土地覆盖类型，其最初的用地目的并不是林地，如公园、花园、稀树草原和自然保护区等。与土地利用有关的“林地”，其最突出标志在于其目的性，而土地覆盖的“林地”在于其自然成分，如植被组成、高度和密度（William, 1996）。

由上述分析可以看出，土地利用侧重于土地的社会经济属性，而土地覆盖侧重于土地的自然属性。土地覆盖状况可通过直接观察予以确定，而土地利用信息需要通过土地利用管理者获得。

但土地利用与土地覆盖之间十分密切的联系又是主要的。土地利用与土地覆盖的关系可用图 1.1 加以描述。在该图中，土地覆盖（自然系统）处于土地利用及其驱动力组成的系统关系中，驱动力在不同社会条件下的相互作用产生了不同的土地利用，土地利用对土地覆盖的影响则通过土地覆盖的渐变（Modification）、转型（Conversion）或维持（Maintenance）表现出来，土地覆盖变化又通过环境影响反馈回路影响到土地利用变化的驱动力。另一方面，土地覆盖变化的影响经过累积作用可以达到全球规模，继而加速气候变化，而气候变化的结果又反馈回由土地覆盖构成的自然系统，并且最终通过环境影响对驱动力发生作用（摆万奇、柏书琴，1999）。土地利用往往与实际的土地覆盖相关，因此土地覆盖可作为土地利用信息获取的一种途径（William, 1996）。土地利用是土地覆盖变化的最直接、最主要的驱动因子，无论是在全球的尺度还是国家或者区域的尺度上，土地利用的变化在不断地导致土地覆盖加速变化（Houghton, 1994; Turner, 1994b），因此常把二者联系在一起，简称土地利用/土地覆盖（land use / land cover, LU/LC），而将其变化称为“土地利用/土地覆盖变化（LUCC）”。土地覆盖变化虽然是由土地利用的改变所引起的，但土地利用的变化归根结底还是由人类社会经济驱动力所主宰的（张明，1998）。因此，对土地利用/土地覆盖的深入研究需要将自然科学和社会科学综合起来。

三、土地利用/土地覆盖变化与全球变化

土地利用与土地覆盖变化通过改变地球表面的物理性状，对局地的水分和能量收入产生影响，使局地的天气和气候、土地、生物多样性、流域水环境发生变化。当各个局地发生的变化累积起来时，就会造成全球气候、生物圈、水圈、海洋生物地球化学以及海-气之间相互作用的系统性变化，这些变化构成了全球环境变化。同时，全球环

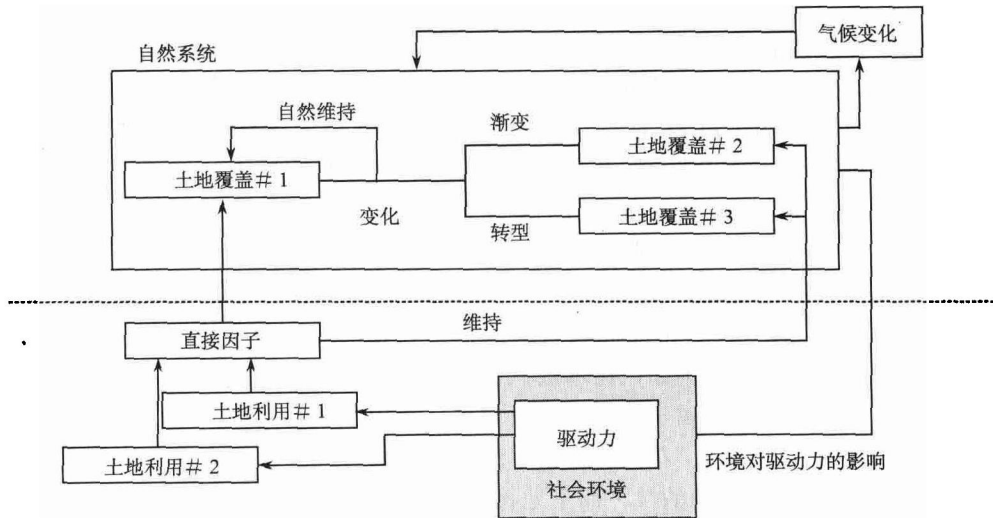


图 1.1 人类过程和土地利用/土地覆盖之间的联系 (Ojima et al., 1994)

境变化又通过气候变化和区域性变化对土地利用和土地覆盖变化发生影响。气候变化的影响既可以是直接的，如生物群落和土地第一性生产力的变化，也可以是间接的，如由于干旱、洪水造成的土地退化等。区域性变化表现为侵蚀和沉积的变化，河流水文变化或地下水位下降造成灌溉水源的短缺等，这些变化都会导致土地利用/土地覆盖发生变化（图 1.1）。

可见，土地覆盖是支撑地球生物圈和地圈的许多物质流、能量流的源和汇，土地覆盖变化通过对地面反照率和生物群落贮碳能力的影响，作用于地球的生物地球化学循环，对区域水质和水量、生物多样性及陆地生态系统的第一生产力和环境适应能力具有深刻的影响（李秀彬，1996；摆万奇、赵士洞，1999）。因此，土地利用/土地覆盖是联系地球系统各圈层最紧密的纽带，其变化在很大程度上影响着地球系统其他组分的变化，因而影响到人类生存与发展的自然基础，如气候、土壤、植被、水资源与生物多样性等，影响到地球生物化学圈层的结构、功能以及地球系统能量与物质循环等方面，是自然和人文过程交叉最为紧密的问题。同时，土地利用如农业、牧业和林业等对气候以及气候的变化比其他的人类活动更为敏感，由此可以得出，要理解气候变化意味着什么，必须对它所影响的土地利用/土地覆盖有一个全面的了解（Meyer et al., 1994）。土地利用/土地覆盖变化是造成全球环境变化的重要因素，直接反映了引起全球变化的重要因子——人类活动。作为一种人类的社会经济活动，它也是人类对全球变化所作出反应的一种方式（李晓兵，1997；摆万奇、柏书琴，1999）。因此，土地利用/土地覆盖变化，是一个跨学科领域的研究课题，是全球环境变化研究的重要内容，对其开展研究将有助于加深对全球变化与陆地生态系统相互作用的理解，有利于科学地制定全球变化的对策，最大限度地减小全球变化带来的不利影响，抓住全球变化带来的机遇（周广胜、王玉辉，1999）。

1995 年，国际地圈-生物圈计划（IGBP）和全球环境变化人类因素计划（HDP）

联合提出“土地利用/土地覆盖变化（LUCC）科学研究计划”，使土地利用/土地覆盖变化研究成为目前全球变化研究的前沿和热点。该计划确定了土地利用/土地覆盖变化的三个重点领域：土地覆盖的变化机制、土地利用的变化机制、区域和全球模型（史培军等，2000；张明，1998）。由于土地利用/土地覆盖变化的机制对解释土地覆盖的时空变化和建立土地覆盖变化预测模型起关键作用，因而是 LUCC 研究的焦点（史培军等，2000；李秀彬，1996）。

我国也确定了土地利用/土地覆盖变化的主要研究领域，包括：利用遥感影像对土地利用与土地覆盖变化的监测分析、土地利用与土地覆盖变化研究数据库的构建、土地利用与土地覆盖变化对农业生态系统及全球变化的影响、土地利用与土地覆盖变化驱动力研究以及建模等方面（史培军，2000；郑海金等，2003）。

第二节 历史时期干旱区土地利用/土地覆盖变化研究的意义

一、历史时期土地利用/土地覆盖变化研究的意义

人类从能够制造工具的直立行走的真人出现，到现代高度社会化的时代，经历了 250 万~300 万年。旧石器时代早期，地球上人口的数量极少，对自然环境并无什么影响；旧石器时代中期，人类发明了人工取火，改造自然的能力大大增强；旧石器时代晚期，捕猎的能力大大提高，对生物界的影响有所表现。新石器时代，人们开始驯化植物、驯养动物，从而产生了以适于定居生活的聚落、村庄和房屋的出现为前提的种植业和畜牧业，人类对于自然环境的改造利用和干预能力已经达到了相当的强度。其中聚落位置对于土地资源的利用，谷物种植对于土地和气候、水资源的利用以及人类对于森林、草原生态系统的干预都是重要的表现形式。青铜器时代，随着社会生产力的提高和人口的增长，土地资源的负担日益加重。铁器时代，干旱、半干旱地区的旱作农业已经不能提供足够的粮食，人们开始修建水利灌溉系统，之后则向丘陵、山地、草原、沼泽扩张，导致天然植被破坏、土壤侵蚀成灾，而干旱、半干旱草原的开垦或过度放牧，促使风沙活动盛行，土地荒漠化（黄春长，1998）。

人类的生产方式由采集、渔猎发展到原始农业，已有 1 万多年的历史，但人类活动对环境影响最明显的时期却主要集中在近 2000 年（韩茂莉，2000）。要对中国未来 10 年、20 年和 100 年人类的生存环境做出客观的预测，就要在对末次冰期以来十万年环境变化规律研究的基础之上，深入探索最近 5000 年以来的环境变化规律（黄春长，1998），而最近 2000 年以来由于人类活动的明显强烈而尤显重要。过去全球变化计划（PAGES）也明确指出过去 2000 年古气候古环境研究的重要性，因为这是衔接地质记录与器测资料、并达到预测未来气候趋势目的的一个关键时间尺度，而这一时间尺度内，人类活动因素的影响是必须要考虑的。

现代土地利用/土地覆盖变化是历史上土地利用/土地覆盖变化的继承和延续，具有其一定的历史背景，如果不查明它的历史过程，就很难全面了解现代过程及其发展趋势。但无论是国际还是国内，都对以历史时期为研究时段的长时间尺度重视不够。因此，选择近 2000 年来的时期进行土地利用变化/土地覆盖研究，对深刻理解人类活动导致的全球环境变化具有重要意义。Serneels（2001）指出，应集中精力“重建长时间尺

度的土地利用动态过程及其与生物物理过程的相互作用”。《中国全球变化研究的主要科学问题及研究战略》也强调，要采用历史资料、宏观调查和遥感信息等多种手段获得过去全球和不同区域土地利用和土地覆盖变化的科学依据，分析造成上述变化的自然和人为原因，建立起土地利用与土地覆盖变化与诸因子之间的定量关系和模型。1999年，中国科学院与北京大学等联合起草的《过去2000年中国环境变化综合研究》预研究报告列出了5个研究重点，即：过去2000年气候变化研究、过去500年土地利用与土地覆盖变化的研究、过去2000年来人对环境变化适应的研究、陆地生态系统的历史演变与生物地球化学循环和生物物理过程研究和过去2000年气候与环境变化的模拟研究，明确将历史时期土地利用/土地覆盖变化的研究提上议事日程。陈佑启等（2001）、陈宜瑜（1999）、任国玉（1994）等都明确地指出开展历史时期的土地利用/土地覆盖变化研究的意义。陈佑启（2001）还指出了土地利用与土地覆盖变化的历史研究的主要内容：一是土地利用与土地覆盖变化的环境历史与古人类历史研究，探讨土地利用与土地覆盖的长期变化轨迹；二是在长期变化的历史背景上，进一步考察土地利用与土地覆盖每50~100年内的变化特征，寻找土地利用与土地覆盖变化的原因；三是结合典型地区，考察近300年来的环境变化过程中，土地利用与土地覆盖变化的关键性影响因子。

二、干旱区土地利用/土地覆盖变化研究的意义

在地球上，干旱、半干旱地区占有很大面积，生活着众多的人口。世界历史上若干古代文明都起源于生态环境十分脆弱的干旱、半干旱区，然而由于人类长期不合理利用土地资源，结果造成了严重的干旱、荒漠化、尘暴、水土流失等，成为困扰干旱、半干旱区经济社会发展的严重问题（黄春长，1998）。这些问题往往以显著的土地利用/土地覆盖变化为表现形式。从距今4000多年前到公元之初，世界上干旱、半干旱地区许多曾经繁荣一时的古文化相继衰落，大都与自然和人为活动引起的荒漠化有关。例如尼罗河下游的古埃及、两河流域的古巴比伦及其后的赫梯帝国、希腊的迈锡尼文化、印度的印度河文化和雅利安文化，今天都只是废墟遗存于荒漠之中。为了正确认识现代沙漠化地区的自然环境状况，区分人类活动的影响程度，求得人与自然的协调发展，都需要深入研究干旱、半干旱区土地利用/土地覆盖变化的时空规律、人文因素在变化过程中的作用程度和未来趋势。

我国是世界上著名的文明古国，具有5000年连续的文明史，农业生产源远流长，历史悠久。由于地域辽阔，区域差异显著，土地类型复杂多样，长期的土地利用使土地覆盖的变化显著而又深刻，特别是干旱、半干旱地区，这一过程尤其显著而强烈。早在2000多年前，人们就在干旱、半干旱地区开展移民实边活动，使这些地区的人口增加、垦田面积扩大，土地覆盖发生了显著变化。此后，随着中原王朝与周边少数民族政权力量对比的变化，中国的干旱、半干旱区发生了多次生产方式的剧烈转变，出现了多次农牧交替，导致了土地利用/土地覆盖的交替变化。但这些变化在承载人口、促进国家经济发展的同时，也造成了诸多生态环境问题，如水资源短缺、天然和人工植被衰退、土地盐碱化加重、沙漠化愈加强烈等，特别是土地荒漠化，已经达到相当严重的地步。王涛等（2003）对中国北方2000年 $256 \times 10^4 \text{ km}^2$ 区域内沙漠化土地的遥感监测结果表明：沙漠化土地总面积现已达到 $38.57 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其中轻度和潜在沙漠化土地 $13.93 \times$

10^4km^2 ，占沙漠化土地面积的 36.1%；中度沙漠化土地 $9.977 \times 10^4\text{km}^2$ ，占 25.9%；重度沙漠化土地 $7.909 \times 10^4\text{km}^2$ ，占 20.5%；严重沙漠化土地面积 $6.756 \times 10^4\text{km}^2$ ，占 17.5%。分析还发现（王涛、朱震达，2003），目前我国沙漠化土地仍在蔓延，1987～2000 年 14 年中净增 $4.674 \times 10^4\text{km}^2$ ；沙漠化土地继续呈加速发展的趋势，年平均发展速率从 20 世纪 50 年代后期到 70 年代中期的 1560km^2 、70 年代中期到 80 年代后期的 2100km^2 发展到 90 年代的 3600km^2 ；部分旱农区以及农牧交错地区沙漠化土地出现明显逆转，但荒漠草原地区沙漠化土地面积继续扩大，并且程度有所加剧。据朱震达等（1994）研究，在我国干旱、半干旱地区，诱发沙漠化的主要动力是过度开垦、过度放牧和过度樵采，分别占沙漠化面积的 45%、29%、20%，其次有人为改变水系、流动沙丘推进、工矿建设等方面的因素，占 6%，而过垦、过牧和过樵的直观表现就是土地利用/土地覆盖变化。因此，中国的干旱区是研究历史时期土地利用/土地覆盖变化的理想地区。

本书的研究，拟以人类活动显著强烈的近 2000 年以来作为研究时段，选择人类活动影响极为显著、土地利用/土地覆盖变化明显的干旱区为研究区域，以历史时期人类活动导致的土地覆盖变化为研究对象，通过大量资料和合理的推理分析，重建研究时段内各重要历史时期土地利用/土地覆盖格局，探讨其演变规律，为区域的可持续发展提供历史借鉴。本研究在时间阶段上与国际全球环境变化研究核心计划之一的“过去的全球变化（PAGES）”研究计划的时间阶段 I 相重合，可同时作为 PAGES 研究的案例。

三、民勤盆地开展土地利用/土地覆盖变化研究的必要性

位于甘肃省河西走廊东段的石羊河流域是我国开发最早、水资源开发利用强度最高的内陆河流域。发源于祁连山地的石羊河，流经绿洲平原和沙漠戈壁后，在自然条件下流入下游的终端湖泊，在河流两岸，发育着连片的带状绿洲。该流域的中下游由位于中游的武威盆地和位于下游的民勤盆地两部分构成，两个盆地之间通过唯一的一条河流——石羊河贯穿起来，形成一个完整的地理单元。这种自然环境在我国干旱区具有典型代表性。经过长期的演变，这个流域的终端湖泊消失，地下水位大幅度下降，地表固沙植被衰败或死亡，土地荒漠化严重，历史时期开发的大片绿洲也已被沙漠吞噬。土地覆盖的剧烈变化，造成生态环境的急剧恶化。其中民勤盆地因地处下游，故土地利用/土地覆盖变化频率更高，变化幅度更为剧烈，后果也更为严重。有研究表明，以民勤盆地为中心的河西及内蒙古西部地区是我国沙尘暴爆发的三大源区之一。

民勤盆地的垦殖农业大规模出现于 2000 多年前的西汉王朝占领该区之后，耕作农业的引入无论对土地利用或土地覆盖来说，都表现为一次剧烈的“变革”。这次变革起始时间明确，前后界限分明、对比明显，因此非常有利于人类活动对环境影响历史的研究。同时，从西汉开拓河西距今正好有 2000 多年的历史，完全符合对研究时段的要求。从民勤盆地在中国干旱区所处的地理位置来看，它位于中国“三北”干旱区中部；从自然地理的角度来看，处于内蒙古高原、青藏高原和黄土高原的交汇过渡地带，同时也是季风区和非季风区的交接地带。这种独特的地理位置，决定了影响其土地利用/土地覆盖变化的自然因素具有承东启西的过渡性特点，具有较强的区域特色。民勤盆地地处温带干旱区，降雨稀少而蒸发极强，自然生态环境十分脆弱，极易受到各种自然和人为因