

环境变迁

黄春长 著



科学出版社

环 境 变 迁

黄春长 著

科 学 出 版 社

1 9 9 8

内 容 简 介

本书是作者在国内外从事环境变迁研究和教学实践的基础上,总结最近 20 年来环境变迁科学的最新成果,系统地论述了环境变迁的有关理论问题、环境变迁的时间和空间尺度、环境变迁的原因和动力、环境变迁研究途径、信息载体和理论依据、环境变迁断代方法等。并且着重论述了末次间冰期、末次冰期、晚冰期、冰后期、小冰期和本世纪以来的环境演变历史,以及人文因素、人地关系的演变等地球系统科学领域的前沿性问题。

本书可供地理学、气候学、海洋学、水文学、冰川学、土壤学、沙漠学、动植物学、环境科学、区域科学、环境地质学、历史地理学、史前学和考古学专业的教师、研究人员、研究生和本科生,以及国土、土地、水利、资源开发、生态和环境保护等部门的管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境变迁/黄春长著. - 北京:科学出版社,1998.10

ISBN 7-03-006597-2

I.环… II.黄… III.环境-变迁 IV.①P9②X24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13160 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 10 月第 一 版	开本: 787×1092 1/16
1998 年 10 月第一次印刷	印张: 13 3/4
印数: 1—1 600	字数: 320 000

定价: 30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

前 言

自从地球诞生以来,地球表层自然环境就处于不断地演变之中。与漫长的地球历史相比较,人类文明的产生与发展只是短暂的一瞬间。尽管如此,人类的各种活动,已经成为促进全球环境变化的最活跃的动力。尤其是最近 100 多年来人口增长和工业化发展,人类对于环境资源的开发利用,远远地超过大自然的承载力。环境的局部性问题、区域性问题、全球性问题接踵而至。众多环境问题严重威胁着人类的生存,引起人们对于未来生存环境的关注。因此,深入探索不同时间尺度的环境演变规律,揭示环境变化的原因,识别环境的自然演变过程与人类活动的影响机理,准确评价环境变化的影响,预测下个世纪以及更远的将来的环境状况,已经成为地学界当前的主要任务。

本世纪 80 年代以来,环境变迁研究在全世界受到广泛的重视,地学各部门的专家都投身于这个领域的考察研究工作,各种分析测试手段不断更新和完善,新的发现和学说不断涌现,使得环境变迁迅速发展成为国际地学界学术气氛最为活跃的领域。国际科学联盟(ICSU)于 1995 年在北京举办了“地球系统科学论坛”,召集全球地学机构、科学基金组织和联合国有关机构的专家,讨论制定全球变化、环境变迁研究的战略规划。目前,许多国际性研究计划正在执行之中。其中最著名的如世界气候研究计划(WCRP)、国际地圈生物圈计划(IGBP)、国际地质对比计划(IGCP)、全球环境变迁人文因素计划(HDP)、国际大陆钻探计划(ICDP)、全球海洋大气陆地系统计划(GOALS)、欧洲南极冰芯计划(EPICA)、格陵兰冰芯计划(GRIP)、联合国环境计划(UNEP)等等。

我国地学界在继续探索气候变化、古冰川与冰期、生物圈演变、古人类进化、黄土与季风演化、海岸带演变、青藏高原隆升等理论性问题的同时,也开始探索一些与经济社会发展密切相关的课题,如气候突变、荒漠化、旱涝灾害规律、土壤侵蚀、封闭型湖泊流域生态变化、东部平原河湖演变、黄河的决口和断流问题、全球变暖与海面上升对于沿海平原的影响、人地关系演变及其调控等,取得了多方面的进展,获得了大量的新知,对于经济社会的持续发展起着重要的指导作用。

由于受到科学发展水平、研究方法和技术手段的制约,经典地理学注重自然环境的区域分异规律。随着时代的发展,地学的研究范围已经扩展到地球表层的各个角落,从太空、深海、极地、高山和荒漠获得了前所未有的新知。这大大丰富了环境变迁学的内容,形成了系统的理论和研究方法。建立在现代认识论基础上,为现代科学技术和研究方法武装起来的环境变迁科学,作为地球系统科学的重要组成部分,重视研究地理环境在时间上的变化规律,以及人地关系在时间上的演变。因此,环境变迁科学的确立,对于完善地理学的理论和方法有着十分重要的意义。

本书试图比较科学地、系统地论述环境变迁学的理论、方法和发展趋势,其中融入了作者多年来在国内外的研究成果,以及对于环境变迁理论的认识和哲学思考。同时,也引用了世界环境变迁学领域大量的新材料。作者对各位学者的研究成果深表钦佩,并且衷

心地感谢他们允许在这里引用或评述其研究成果。

当然,作为地学的发展前沿,环境变迁学正在突飞猛进,知识更新迅速,新的发现和新的学说层出不穷。本书中有关方面的内容仍然有待于在发展中得到充实和完善。同时,由于作者学识有限,错误和缺点在所难免,衷心希望同行学者批评指正。

此外,作者对于陕西师范大学和康德集团出版奖励基金提供的部分资助表示感谢。

黄春长

1997年12月1日于陕西师范大学

目 录

前 言

第一章 绪 论	1
第一节 地理环境与环境变迁	1
一、地理环境	1
二、环境变迁的研究历史	1
第二节 环境变迁研究内容	3
一、环境变迁的研究内容	3
二、环境变迁学涉及的时代范围和信息载体	5
三、当前中国环境变迁研究的主要任务	7
第三节 环境变迁学与相邻学科的关系	9
一、第四纪地质学	9
二、古地理学	10
三、历史地理学	10
第二章 环境变迁的原因和时空尺度	11
第一节 环境变迁的原因	11
一、地球表层系统以外的影响	11
二、地球表层系统内部的影响	16
三、人类活动的影响	22
四、各种环境要素的相互影响	22
第二节 环境变迁的时空尺度和幅度	24
一、具有渐变性质的气候变化	24
二、具有突变性质的气候变化	25
三、环境变迁的区域尺度问题	28
第三节 环境变迁断代方法	31
一、树木年轮断代	31
二、珊瑚体年层断代	32
三、地衣测量	32
四、湖泊纹泥断代	33
五、冰层年代	34
六、 ^{14}C 年代测定	35
七、热释光和光释光测年	36
八、裂变径迹测年	36
九、古地磁年龄测定	37
第三章 环境变迁研究途径及其理论依据	39
第一节 新构造运动和地表过程	39
一、新构造运动	39

二、地貌演变	39
三、地表作用过程	40
第二节 气候系统	42
一、冰川活动与冰期	42
二、氧同位素与温度变化	50
三、深海沉积物中的尘砂、火山灰砂与季风演变	51
四、树木年轮与气候变化	51
五、珊瑚年层与气候变化	53
六、物候学证据	54
七、历史文献记载	56
八、大气成分演变	58
第三节 水文系统	59
一、海平面与海侵和海退	59
二、湖泊盆地演变	66
三、河流水系演变	69
第四节 土壤生物系统	70
一、土壤和风化壳	70
二、孢子花粉分析与植被演变	73
三、哺乳动物化石与动物群的演变	78
四、微体生物化石	82
第四章 末次间冰期与冰期环境变迁	85
第一节 末次间冰期	87
一、气候状况	87
二、海岸带环境变化	88
三、生物群演变	89
第二节 末次冰期	91
一、全球冰流扩张	92
二、气候带和海流发生变化	94
三、海平面大幅度降低,大陆架出露成陆	95
四、某些内陆盆地出现巨大的内陆湖和海	99
五、生物带向低纬度、低地迁移	99
第三节 晚更新世黄土与东亚古季风演变	106
一、研究简史	106
二、地层序列及其年代	107
三、主要气候代用指标	109
四、东亚季风演变及其全球性对比	112
五、发展趋势前瞻	112
第四节 晚冰期环境变迁	113
一、晚冰期及其环境特征	113
二、Younger Dryas 事件及其时代和延续时间	115
三、Younger Dryas 时期环境变迁	116
第五章 全新世环境变迁	121

第一节 概述	121
一、全新世的开端	122
二、全新世气候基本特征	122
第二节 全新世主要环境特征	123
一、海岸带变迁	123
二、湖泊演变	125
三、植被演变	128
四、动物群演变	133
第三节 全新世生物气候期的划分	134
一、西北欧地区	134
二、中国北方地区	135
第四节 全新世中期气候最适宜期的特征	136
第五节 西北欧全新世中期的 Elm Decline 事件	138
一、基本特征和时代	139
二、形成原因	141
三、在中国的表现	145
第六节 中国东部历史时期的气候变化	146
第七节 “小冰期”的环境变迁	149
一、全球气温降低,寒潮势力强大,河流、湖泊和海水结冰	149
二、雪线下降,山地冰川推进	149
三、各种自然灾害频繁	150
第八节 本世纪的气候变化及其发展趋势	151
第六章 环境变迁的人类因素	157
第一节 人类活动的发展演变	157
一、人类的发展与人口增长	157
二、史前人类文化及其干预自然能力的发展	159
三、青铜器时代以来人类干预自然能力的发展	169
四、人地关系的历史性转变	170
第二节 人类活动对地质地貌环境的影响及其反馈	172
一、城市地面沉降	172
二、影响边坡稳定,重力地貌灾害加剧	175
三、筑坝建库蓄水诱发地震	176
第三节 人类活动对土壤和土地资源的影响及其反馈	176
一、土地的沙漠化	176
二、土地的盐碱化	179
三、土壤侵蚀	180
第四节 人类活动对大气圈、水圈和生物圈的影响及其反馈	181
一、人类活动对大气圈的影响	181
二、人类活动对水圈的影响	186
三、人类活动对生物圈的影响	189
主要参考文献	192

第一章 绪 论

第一节 地理环境与环境变迁

一、地理环境

地理环境是人类赖以生存的客观条件,它对于人类的产生与发展起着决定性作用,因此人类的诞生地只限于地球上的某些区域。随着人类的进化和人类社会的发展,人类改造自然的能力不断增强,生存空间不断扩大,对于地理环境的影响也就越来越大。及至目前的工业化阶段,人类活动造成的环境恶化已经成为不可忽视的全球性问题。

从这个意义上说,地理环境就包括了自然环境和社会环境两个方面。自然环境是由地球表层的岩石圈、大气圈、水圈和生物圈相互作用、相互制约、相互转化所构成的复杂体系。自然环境中的物质和能量循环过程中能够为人类所开发利用的方面,是所谓自然资源(natural resources);那些不利于人类生存,并对人类生产、生活形成严重危害的方面,是所谓自然灾害(natural hazards)。社会环境则是人们在生产、生活过程中所形成的政治、经济、文化体系。社会环境是在自然环境中产生与发展的,它反过来又会对自然环境产生巨大的影响,引起生态失衡、环境恶化和资源退化。因此,自然环境与社会环境是相互联系、相互作用的。

在地理学领域,探索人类社会与自然环境之间的关系是一个永恒的主题。如果过分强调自然环境对于社会发展的决定作用,片面地认为自然环境控制着人类的命运,用自然环境去解释各种社会现象,就会导致“环境决定论”(environmental determination)。相反,要是片面强调人类社会对于环境的优化改造作用,则会走向“文化决定论”(cultural determination)或者“人定胜天论”。环境变迁科学的产生与发展,将有助于我们深入理解人类社会与自然环境之间的关系,从而为协调(harmonizing)人地关系(earth-human relationships)提供科学依据。

二、环境变迁的研究历史

对于自然环境的变化,人类早就有所认识。在世界各国的历史文献典籍中,都有关于环境变化的大量论述和记载。当然,这其中大多数都是与灾害性环境变化有关。比如关于远古时代,西方圣经上记载的有 40 天大雨洪水,彻底改变了世界的面貌。但是人们将洪水发生的原因归结于神的作用。印度古代传说中将连续 12 年的大雨洪水说成是世界的末日,将洪水的发生看作环境恶化—毁灭—复原的循环。中国古代“女娲炼石补天”的神话和大禹治水的故事,都与远古长期的暴雨、洪水有关,而“羿射九日”的神话则与长期的干旱灾害有关。

圣经大洪水的记载曾经深刻地影响了西方地学家的思想。直到 19 世纪初期,英国人 William Buckland 和 Adam Sedgewick 将西北欧地区广泛分布的漂砾层,仍然当作是圣经大洪水的产物。但是,从 19 世纪初期开始的高山和极地探险活动,大大丰富了人们关于自然环境和冰川运动的科学知识。1820~1930 年 Venetz, Louis Agassiz 等人通过对阿尔卑斯山、格陵兰、斯堪的纳维亚半岛的大量考察研究,提出了“大冰期理论”,认为所谓的大洪水漂砾实际上是由过去冰川扩张然后退缩形成的。这首次科学地揭示了气候的变化会在地球表面造成大范围自然景观变化的事实。英国地质学家 Charles Lyell 支持了这种冰川理论。在北美 Timothy Conrad 从 1893 年起,用冰川理论来解释那些分布广泛的漂砾沉积物。冰川理论到 19 世纪后期广为地学界所接受,及至本世纪初,人们先后在欧洲阿尔卑斯、美国和中国东部建立了四次冰期、三个间冰期和一个冰后期,用以概括过去 250 万年里全球性大幅度的气候变化。同时,许多学者也在探索气候变化和冰期发生的原因和机制问题。

在中低纬度地带干旱、半干旱地区湖盆的考察中,发现这里的湖泊曾发生过多次的扩张与缩小,表明在过去气候曾有过数度干旱—湿润变化。Alfred Taylor 在 1868 年提出“雨期”这个名词,指的是在冰期时,冰盖以外的干旱区有一个降水丰富、湖泊扩张的时期。雨期与间雨期的学说,对于解释中低纬度干旱、半干旱地区的环境变化具有重要意义。但是雨期是否与高纬地带的冰期一致,曾经长期为地学界所争论。

人们很早就发现了海平面的变化。我国从晋代起就有“沧海桑田”之说。北宋时沈括根据在太行山麓的卵石和螺蚌化石分布,推断当地曾经一度是海滨。19 世纪三四十年代,Charles Lyell 和 Charles Maclaren 研究了冰期发生与海平面的关系,认为冰期时大量的降水固化形成冰川储存在陆地上,导致全球海平面大幅度降低,大面积的浅海大陆架出露成为陆地。

19 世纪后期,B.F. von Richthofen 和俄国人奥勃鲁契夫研究了欧洲、中亚和中国西北的黄土,认为它是冰期时风力将荒漠和冰川外围松散沉积物中的粉沙长距离搬运堆积而成。这首次科学地从环境变迁的角度阐明了黄土的成因问题。

自从本世纪 50 年代以来,由于深海钻探技术、氧同位素研究、古地磁研究和¹⁴C 测年、热释光测年的进展,深海沉积物、冰岩芯和黄土地层研究方面取得了很大突破,证明了在过去 250 万年里,曾经有 20 多个冰期与间冰期气候变化旋回。每一个冰期与间冰期旋回的时间尺度为大约 10 万年。南斯拉夫学者米兰科维奇的天文理论认为,这种尺度的气候变化是与地球运转轨道要素的周期变化有关。这些重要进展,突破了由 A. Penck 等人在 1909 年所建立的第四纪总共有四次冰期的理论,促使环境变迁科学突飞猛进。

目前,人们认识到,就大尺度的环境变迁而言,气候是最为活跃的因素。在寒冷的冰期,冰流大幅度扩张,它影响地球的大气环流和洋流,使北半球的气候带向南移动,寒潮增强,热带季风萎缩,冰缘和冻土界线南移,冻土苔原植被带扩展。由于降水的减少,气候干旱寒冷,沙漠扩张,内陆冷高压气候系统异常活跃,地表的松散沉积物被风力吹扬搬运数百、甚至数千公里沉降堆积形成黄土。在中低纬度地带的干旱半干旱地区,降水大幅度减少,湖面蒸发损失的水分得不到补充,致使湖水水位降低,湖泊面积收缩,甚至咸化形成化学沉积。冰期里海平面的降低,使得大部分浅海大陆架转变为陆地,气候的大陆度增强,森林面积缩小,干草原植被扩展,北半球黄土的分布区也就是冰期时的半荒漠、干草原植被

区。与此同时,适应于半荒漠、干草原环境的哺乳动物分布范围扩张,其中典型的动物种有:野马、野牛、羚羊、大角鹿、赤鹿和狼等。在冷湿的冻土苔原地区,则出现了典型的喜寒冷动物,其中代表性动物猛犸象、披毛犀和原始牛等。

冰后期的温暖湿润气候为人类农业文明的发展提供了机会。人们驯化植物、驯养动物,食物来源有了可靠的保证,使得人类社会迅速发展。环境变化对于农业的影响最为明显。农业收成的丰歉与气候变化息息相关,所以人们更为关心的是较小尺度的气候变化。数千年来,人们不断观测天气变化,试图总结出气候变化的规律,以便预测未来的气候。中国人发明的“12 相数纪年法”,可以说是人们对于以 11 ~ 12 年为周期的气候变化规律的总结,利用它可以来预测与气候变化相关的农业收成的丰歉。现代气候变化理论表明,这种周期的气候变化是由于太阳活动所造成的。

随着地球上人口的高速增长,人类活动对地理环境形成巨大的压力。自然资源被大量消耗,森林大面积的消失,物种大量绝灭。水土流失和荒漠化使土地资源退化,严重威胁着干旱、半干旱地带的农业。河流泥沙和洪水又危及下游平原的安全。由于工业化的发展,人类社会的活动对于大气圈、水圈、土壤和生物圈的影响日益严重。地理环境不仅发生着局地变化、区域变化,也发生全球变化(global change)。这些引起了众多有识之士的忧虑,也引起全人类普遍的关注。在自然环境和社会环境的相互和共同作用之下,人类的未来将会有什么样的地理环境?这已经成为环境变迁学领域的重大研究课题。

第二节 环境变迁研究内容

一、环境变迁的研究内容

环境变迁学作为地理学的一个分支,它的研究对象是地理环境,侧重于自然环境(physical environment)方面。

环境变迁学(environmental changes, environmental evolution)的主要目的,在于阐明地理环境及其要素在时间上的变化规律和引起这些变化的原因,以预测未来地理环境的变化趋势,指导人地关系调控,为经济、社会可持续发展服务。显然,环境变迁学家在研究地理环境时,必须给地球表层三维空间体系加上一根时间轴线,沿着这根轴线去探索它的过去、现在和未来。对于过去的环境变化的研究,主要是从各种自然和文化载体中揭示环境变化的历史。对于现代环境变化的观测研究,不仅可以揭示较小时间尺度环境变化的规律,而且也有助于深入探索环境变化的机制,对于过去的环境变化的原因作出科学的解释。将过去的和现代的环境变化规律相结合,才能达到预测未来环境变化趋势的最终目的。

环境是由多种要素相互作用、相互影响而构成的复杂体系。这个体系又具有不同层次或等级的分异,因而在地球的表面就产生了具有不同景观的区域。同时,环境又在以不同的时间尺度和幅度变化发展。这样,环境变迁学的研究内容就非常广泛。目前,环境变迁学主要研究下述方面的内容。

1. 大气圈演变 (atmospheric change)

这是环境变迁学的首要研究内容。这不仅在于气候的变化可以引起地球表面自然景观的变化,而且还在于它直接影响着人类食物的生产和生活。况且,由于自然和人为造成的大气成分变化,不仅直接危及人类的生存,也会导致全球性气候变化。探索大气圈成分、气候变化的原因和规律是本学科的重要课题。

2. 海岸带变化 (coastal-zone change)

这是环境变迁学的重要内容之一。海岸带变化可以由气候变化或人类活动所引起,然而大幅度的海洋与陆地的相互消长又对气候产生反馈作用。本世纪以来,全球性的海面上升为人们所担忧,因为它对沿海平原经济发达地区造成直接的危害,在那些易受风暴潮侵袭的地区则更是如此。

3. 陆地水文的变化 (hydrological change)

这对于淡水资源的供应有直接的影响,与农业灌溉、城市水源、航运、水力发电都有着密切的联系。河湖洪水泛滥或者干涸断流,都会给工农业生产和人民生活带来很大危害。这些变化既可以由气候的干湿变化所引起,又可能由人类活动所造成。当前,更多情况下则是其共同作用的结果。

4. 动植物群 (fauna and flora) 的演变

第四纪时期动植物群本身在进化着。同时,由气候变化造成的植被带的迁移,也会引起动物群的迁徙,改变其地带性分布特征。例如冰期—间冰期更替变化,甚至造成了某些动物群的绝灭。然而,当前由于人类活动造成的物种绝灭,则远远超过了第四纪自然原因引起的物种绝灭速度和规模。

5. 干旱、半干旱区的沙漠演变 (desert evolution) 和黄土沉积 (loess deposit)

干旱、半干旱地区生态系统十分脆弱,因而它对气候变化和人类活动的影响非常敏感。然而世界历史上若干古代文明都起源于这样的地区。由于人类长期不合理利用土地资源,造成了严重的干旱、荒漠化、尘暴、水土流失等。这已经成为困扰干旱、半干旱区经济社会发展的严重问题。

6. 环境变迁的人类因素 (human dimension)

自从新石器时代以来,环境变化实际上受到气候变化、构造变动和人类活动多重影响。人类在改造利用自然环境的过程中,对于环境施加的影响越来越显著。人类可以改变大范围的地貌、水系、土壤、植被和气候,也可以改变某些外营力作用的过程,甚至于干扰某些物质能量循环过程。因而,人类活动的影响 (human impact) 也必然成为环境变迁的重要研究内容。

7. 各个圈层相互作用的演变 (integrative change)

地球各个圈层之间的相互作用也是在发展变化着的。因而,综合性地探索地球表层

系统的演变,也成为环境变迁学的重要课题。例如,目前的研究热点——全球碳循环(carbon circulation)问题。虽然,目前我们认为本世纪全球性升温,是由于人类活动排放CO₂造成了“温室效应”,但是许多事实证明,第四纪时期大气中的碳含量随着气候变化而变化。大气温度与大气碳含量之间,谁是原因,谁又是结果呢?令人十分困惑。因为在地球表层系统中,碳是在岩石圈(活动断裂、火山、泉眼、石灰岩溶蚀释放)—大气圈(既有收入,又有支出)—土壤和生物圈(动植物呼吸,森林和土壤储存)—水圈(海洋生物和沉积物储存)—人类文化圈(生产和生活排放)之间循环的。只有就碳循环问题搞清楚各个圈层之间的相互作用,及其随着全球增温而发生的演变,才有可能阐明大气温度与大气碳浓度之间“鸡生蛋,还是蛋生鸡”的问题。

8. 新研究方法的探索

不断探索发现新的研究方法和途径,用以揭示储存于自然界的各种环境变化信息,也是环境变迁学的重要研究内容。事实上,最近二三十年来环境变迁学的进展,恰恰取决于研究方法和技术上的进步。例如,深海钻探技术的进步,使人们可以获得深海沉积物岩芯来研究海洋和大气环境变化;氧同位素技术的进步,从海底沉积物中揭示了海水温度或气温的变化,从而发现了气候变化的周期性规律。又如,将氧同位素方法应用于从极地冰盖获得的冰芯的研究,则揭示了冰原温度的变化,也为气候变化的周期性和突发性提供了依据;同时也从中获得了有关过去的大气成分变化的信息。再比如对于黄土高原黄土和古土壤的成分、粒度、磁化率的研究,揭示了过去我国东部西北季风与东南季风的演变。不断发现的新方法促进了环境变迁研究的进步,但新的研究方法往往是传统方法的补充,并不能完全取代旧的方法。虽然目前有氧同位素方法、¹⁴C测年方法、²¹⁰Pb测年方法、仪器观测方法等,但是植物孢子花粉分析、树木年轮分析、湖泊纹泥研究、哺乳动物化石、微体动物化石研究、沉积相分析、物候学方法、文献记录研究等,仍然是环境变迁学的重要研究方法和途径。

二、环境变迁学涉及的时代范围和信息载体

地理学家所谈的环境,包含现代自然环境及其形成和演化发展。因而本书中涉及的环境变迁的时代范围,主要限于末次间冰期以来的十多万年时间。在这段时间里,随着地球表层系统经历了一个冰期的环境巨变,其后冰期结束气候转暖,地球表面又变得生机勃勃,人类社会得以迅速的发展。就地理环境的形成和演变而言,气候和新构造运动可以视为自变量。但是,人类的各种活动已经发展壮大,成为改变自然环境的重要外营力。所以,我们也可以将人类活动看作一种自变量,从而来探讨这段时间里的环境变迁规律。

环境变化的许多方面表现为不同时间尺度和幅度的叠加复合,最近十多万年来的环境变迁也仍然是以第四纪250万年的环境变迁为背景。所以,本书的某些内容还将涉及到整个第四纪的环境变化。

环境变迁学的研究,也遵循着“将今论古”的基本思维方式。也就是说,目前在地球表层进行着的各种内外力的作用过程,在过去也都发生过。例如流水的侵蚀、搬运和沉积作用,冰川的活动及其侵蚀、搬运、堆积作用,风力的侵蚀、搬运和堆积作用。这些作用过程

中所形成的沉积物记录了当时的地理环境特征。因此,通过对这些沉积物的研究,可以揭示过去的环境变迁。同时,我们也应当意识到环境变迁中的突变现象,有的突变我们已经有所经历,有的突变甚至灾变我们可能还尚未经历过。

也就是说,过去十多万年里堆积形成的各种类型的沉积地层,是主要的环境变迁信息载体。例如有关陆地第四纪气候变化的完整信息序列,主要来自中国黄土高原的黄土沉积地层剖面,以及各地的河流沉积、湖泊沼泽沉积物、冰川冰缘沉积地层。对于海洋环境变迁的信息主要来自对深海沉积、海岸带沉积地层的研究。最近 20 年来气候变化研究的进展,主要依赖于利用各种先进技术手段对上述沉积地层和大陆冰盖层、湖泊纹泥、树木年轮、珊瑚礁沉积剖面等的研究(表 1-1)。这些物质往往既是环境变迁的信息载体,又是物化了的时间标尺。在实际研究当中,通过提高采样密度,改进分析技术手段,可以提高环境变迁信息序列的时间分辨率(resolution),从而准确地揭示一些高频率(high frequency)的环境变化过程,或者速变、突变现象。

应当指出的是,环境变迁的信息载体还有“个体载体”与“群体载体”之分。个体信息载体的记录能力是有限的,受到环境灾变、构造运动和其本身生存期限的影响,它所记录的信息的时间尺度是受限制的,甚至可能是不完整的。群体信息载体的记录能力则可能是无限的。它所记录的信息时间尺度大,比较完整和全面。这就要求我们在处理环境变迁信息时必须进行多指标综合对比(multi-correlation),延长信息序列,弥补可能出现的遗漏或者缺环,保证信息的完整性和可靠性。

表 1-1 各种环境变迁信息载体的时间分辨率

信息载体类型	时间分辨率	时间尺度(年)	温度	降水	化学过程	大气成分	水文	生物量	火山活动	地球磁场	海平面	太阳活动
树木年轮	年/季节	10 000	+	+		+	+	+	+			+
湖泊沉积	年	1 000 000	+	+	+	+	+	+		+		
极地冰芯	年/季节	100 000	+	+	+	+			+			
中纬度冰川	年/季节	100 000	+	+					+			
溶洞石笋	年/季节	1 000	+	+	+	+	+					
珊瑚沉积	年/季节	1 000	+	+	+	+	+				+	
黄土	10 年	1 000 000	+	+	+			+		+		
海洋钻孔	100 年	1 000 000	+		+		+	+	+	+	+	
花粉	年	1 000 000	+	+			+	+				
古土壤	100 年	100 000	+	+	+				+	+		
沉积岩	年	1 000 000	+	+	+		+		+	+	+	
考古资料	年	10 000	+	+				+	+		+	
历史文献	天	3 000	+	+		+	+	+	+	+	+	+

注: + 号表示含有此项信息

三、当前中国环境变迁研究的主要任务

关于中国地理环境变迁的研究任务,可以概括为这样几个主要的方面,即着重研究环境变迁的机制、区域环境变迁、全球环境变迁、环境变迁人类因素、环境变迁的影响等。我国环境变迁的研究既要具有中国或东亚的地域特色,又必须与国际上的进展相互协调。

1. 提高环境变迁信息系列的时间分辨率

要对中国未来 10 年、20 年、50 年和 100 年人类的生存环境作出客观的预测,就要在对末次间冰期以来十多万年来环境变化规律研究的基础之上,深入探索最近 5 000 年以来的环境变化规律。这一较短时间尺度环境变化研究的进展,取决于环境变化时间分辨率的提高。对我国历史文献纪录的环境变化研究、珊瑚年层、树木年轮的研究、泥炭地层孢子花粉的研究、内陆封闭水系小流域湖泊沉积物的综合研究、山地冰川动态、高山冰帽冰层序列的研究、古遗址环境变化及人类活动的研究、仪器观测大气、气候和水文资料的分析研究、加速器 ^{14}C 测年、 ^{210}Pb 和 ^{137}Cs 测年技术的运用,以及各种无干扰精确采样技术的应用,都将大大提高环境变迁信息系列的时间分辨率。在不久的将来,有望实现 10 000 年尺度环境变迁的分辨率达到 50 年,2 000 年以来环境变迁分辨率达到 10 年,1 000 年以来的环境变迁分辨率达到年,500 年以来的环境变迁可以分辨出季节性变化。

2. 揭示环境变迁的区域分异规律

在仪器观测时期,中国的地理环境表现出明显的东西分异和南北分异,形成了如海岸带、东部平原、东北冻土沼泽、黄土高原、内蒙古草原、西北荒漠盆地、西部高山高原冰雪区等这样一些各具特色的区域。已有研究表明,在末次冰期里,中国东部海平面曾大幅度降低,内陆荒漠和黄土干旱草原范围向东南扩展,雪线降低,冰川活动范围扩大。在冰后期 10 000 年里,各个区域的环境演变仍不太清楚。根据历史文献的记载,我国北方的农牧交错地带,尤其是黄土高原地区,农业区与牧业区的界限发生过多次的迁移。早期的研究多将其归结为由政治和军事原因造成游牧民族的南侵,但实际上它也与以百年为尺度的气候变化相联系着。因为这种尺度的气候变化,引起了内陆干旱区范围的扩张与收缩。当干旱区扩张时,游牧民族不得不南下追逐水草以求生。因此为了重建全新世以百年到千年为尺度的环境演变区域分异规律,准确划定各个时期的区域界限,不仅应当重视青藏高原、西北荒漠、黄土高原、东北冻土沼泽区和海岸地带这样的环境敏感区的研究工作,而且还应当加强对西南地区、华中、华东和华南地区环境变迁的研究。

3. 确切掌握某些特殊时期的环境特征

近年来对于中国末次冰期极盛期、晚冰期、全新世大暖期、全新世“小冰期”等特殊时期环境的重建,取得了较大的进展。中国的末次冰期极盛期出现在距今 18 000 ~ 15 000 年之间,当时的气温比目前低 8 ~ 10℃。盛冰期出现的时间与欧洲和北美洲大陆相同,降温幅度亦相当。但当时是欧洲、北美洲大陆以大冰盖的扩张为特征,中国大陆却以干旱草原的扩张和风成黄土的大范围堆积为主要特征。当时西北季风和黄土沉积一直向东南扩

展到长江中下游地区,以及沿太平洋西岸的大陆架。全新世大暖期出现在距今 8 000 ~ 3 000 年之间,由于某些区域性差异,其开始与结束时间在各地有所不同。但是总的来说,它与欧洲和北美大陆具有同步性。当时全球的气温可能比目前高出 2 ~ 3℃,它引起了植被带的迁移,荒漠范围明显缩小,许多地区流沙固定并且有土壤层发育。但是国外的研究表明,在这个大暖期里,仍有若干次突发性气候恶化事件。发生在公元 1550 ~ 1900 年之间的降温事件称之为“小冰期”,它既为山地冰川冰舌的伸展所反映,又被树木年轮所记录,在中国则为许多历史文献中的物候现象和自然灾害反映出来。本世纪以来的“温室效应”引起的全球性气温上升和海面上升,荒漠化地区旱情和水资源缺乏状况的加重也被人们重视。对于上述特征时期环境变迁研究的深度和广度还很不够,许多方面的结论仍然是“以点代面”或者模棱两可,资料显得严重不足。所以在各个区域,增加研究地点的密度将是很长一个时期内环境变迁研究工作的重点。

4. 不断地完善环境变迁的理论

搞清楚环境演变的机制(即变化的原因、过程和规律性),是预测未来环境的基础。随着研究工作的深入,资料的大量积累,引入现代数学方法,建立环境变化的系统模型,就有可能达到预测的目的。但是在地球表层系统中,各个圈层本身并不是封闭的、孤立的体系,它们之间不断进行着物质和能量的交换。系统内一种因子的变化超过一定的阈值(threshold)时,就会打破各个圈层之间长期发展演化建立起来的某种平衡关系,产生难以估量的后果。因此,某些环境变化现象的出现,其原因可能既不像玩“多米诺骨牌”那样的直接和浅显,也不是多种驱动因子变化机械的简单叠加。有的研究认为,如果太阳辐射存在 0.1% 的变化,由于下垫面的反馈作用(如冰原、荒漠等),可以导致类似冰期与间冰期的气候变化。又如对大气中 CO_2 与温度关系的研究表明, CO_2 的增加既会使地球表面增温,又会导致温度的变化幅度增加,造成全球范围内气候异常,灾害频繁发生。对于天文学的研究,揭示了地球运转轨道的变化是地球上发生冰期与间冰期气候旋回性变化(cyclic change)的根本原因,而太阳黑子的变化则引起地球上气候以 11 年或 22 年为周期的变化。环境变迁当中还存在着速变(rapid change)和突变(abrupt change),对于人类社会来说则是灾变(catastrophic change)。因此对于速变、突变或灾变的研究也不容忽视。有人认为地球内部变化、太阳系九大行星会聚等也有可能是某些突变的原因。但是,这里的许多理论尚不甚完善,有的还仅仅是处于假说阶段。

5. 环境变迁中的人类因素(human dimension)

我国历史悠久,社会变革频繁,自从新石器时代以来,人类就显著地改造着自然环境。直至目前,人口膨胀的压力巨大,人类活动对于环境的不良影响日益加剧。有关中国某些特殊的环境变化问题中的人类因素,要求我们客观地去认识与评价。例如过去 3 000 年里黄河下游的频繁改道和泛滥问题,人类在黄土高原的农业开垦和耕作究竟有多大的贡献?它是否改变了黄土高原侵蚀、黄淮海平原堆积的自然过程?而自 80 年代初期以来愈演愈烈的黄河断流,其原因何在?它除了严重影响黄河下游经济社会发展之外,对于自然环境又意味着什么?内蒙古高原沙漠化过程中,气候变化和人类因素的贡献又如何?塔里木盆地历史上众多城镇的废弃,是人类对于绿洲的不合理开垦造成的,还是气候干旱化

导致的沙漠扩张的结果?最近半个世纪以来绿洲大规模开垦,广泛拦河引水导致自然水文网瓦解,绿洲消失或者迁移,是否可以给我们客观认识历史废墟问题提供某些线索?中国历史上曾经几度大规模地向黄土高原西北部和长城沿线移民,如今却不得不出居民以谋生路。这些地区土地资源退化的原因何在?1991年长江中下游地区特大洪涝灾害损失巨大,是否与人类聚落无限度地向河谷低地扩张占据水道有关?

6. 环境变迁对于经济社会发展的影响评价

只有充分阐明环境变迁对于人类社会的影响,以及人类活动对于环境的影响及其反馈问题,才能使环境变迁的研究成果被运用到区域经济、社会发展规划,以及某些大型工程(如水电站、港口建设、交通设施等)的规划设计中去。这就是所谓对于人地关系的有目的地调控,实现人地关系协调,保证经济、社会的可持续发展。许多对于经济社会发展有重大影响的环境变迁问题,例如气候的变暖对我国种植业作物布局的影响,对于我国西北内陆干旱区土地资源的影响,对于牧区草原面积与承载力的影响;海平面上升对沿海工业城市、农业和水资源的影响,植被的变化与水循环、水资源的关系;植被变化与大气中 CO_2 循环的变化;污水灌溉对于土壤环境的影响;酸雨对于森林、湖泊生态和农作物的影响;地球臭氧层破坏对于人类和生物界的影响;地下水的大量开发引起的地面沉降等等,都应当成为环境变迁领域研究的重点课题。

第三节 环境变迁学与相邻学科的关系

环境变迁学是现代地理科学的重要组成部分。它主要研究地理环境在时间上的变化规律。传统的地理学重在研究地理环境的区域分异规律,而环境变迁学的发展则使地理学能够从空间和时间(space-time)两个方面去深入探索地球表层系统中的规律。然而环境变迁学不可能孤立地发展,它与其它许多基础学科有着密切的联系。

一、第四纪地质学

第四纪地质学(Quaternary geology)是地史学的一部分,它主要研究最近250万年里地壳发展演化的历史,以及各种地质作用的演变规律。第四纪又分为更新世和全新世,其中全新世是最近的10000年。第四纪地质学的研究内容包括沉积物的成因类型和形成环境,第四纪地层的划分和对比,第四纪的地壳构造运动,第四纪生物界的演化和发展,第四纪古气候、古地理环境和矿产资源。它与地理学的关系十分密切。现代地貌主要是第四纪里各种内外地质营力作用的结果。当然,现代地理环境也是第四纪地理环境的继承与发展。有的第四纪地质学家认为,人是自然环境的组成部分,因而将人类活动对于自然环境的各种影响也看作是一种地质作用过程。

第四纪地质是从研究地表松散沉积物开始的,18世纪初人们误将地表冰川沉积物当作洪水沉积物,故而第四纪曾被称为“洪积期”。后来冰期理论创立,有人称第四纪为“冰川纪”。随后又发现人类是在这一时期产生与发展的,故有人主张将第四纪称为“灵生代”。还有人建议称其为“黄土纪”。这些也正好反映了第四纪一些重要地理环境特征,即