

# 河西走廊生态系统退化特征研究

金自学, 谢宗平, 谢晓蓉, 马国泰

(甘肃省张掖市高等师范专科学校 生物系, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 从生态系统退化机制入手, 主要对河西走廊生态系统由于水资源变化引起的退化特征进行了研究, 探讨了植物系统的逆行演替与环境退化的关系, 提出了生态恢复的基本思路。

关键词: 河西走廊; 生态系统; 退化特征

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2000)04-0011-05

中图分类号: S181, S157

## A Study on Degradation Characters of Eco-system in Hexi Corridor

JIN Zi-xue, XIE Zong-ping, XIE Xiao-rong, MA Guo-tai

(Department of Biology, Zhangye Normal College, Zhangye 734000, Gansu Province, PRC)

**Abstract** Based on the degradation mechanism of eco-system, the eco-system degradation caused by the change of water resources in Hexi corridor is studied, and the relationship between the contrary succession of plant systems and environmental degradation is discussed. The basic thought of ecology restoring is put forward.

**Keywords** Hexi corridor; eco-system; degradation characters

### 1 系统边界与地理生态概况

河西走廊位于甘肃省西部, 东起乌鞘岭, 西止甘新交界, 南有祁连山与青海省相邻, 北止内蒙古自治区和蒙古人民共和国边界。在地理位置上, 处于我国西北干旱区和青藏高原边缘, 位于北纬  $37^{\circ}17' - 42^{\circ}48'$ , 东经  $92^{\circ}12' - 103^{\circ}48'$ , 总面积  $27019758 \text{ km}^2$ 。

河西走廊的地貌基础奠定于喜马拉雅山运动的老构造运动。新构造运动对地面地貌特征给予显著的影响, 如古剥蚀面、多级河谷阶地、镶嵌的洪积扇、河道变迁、褶皱隆升与逆掩断层、沉积深厚的平地等。同时外营力对地貌的塑造也起着重要作用, 使该区地表形态复杂, 有山地、平原、沙漠戈壁等, 但总体上呈狭长走廊地形, 其宽约  $270 \text{ km}$ , 长  $1000 \text{ km}$ , 这一地形奠定了该区的气象类型, 一旦产生起风因素, 则风速很高, 为沙尘暴发生准备了地理条件。

河西走廊气候。因位于亚欧大陆腹地, 远离海洋, 夏季, 东南太平洋暖湿气流可途经我国大陆, 翻越秦岭和黄土高原而影响该区; 西南气流因受青藏高原影响, 可把印度洋和孟加拉湾等南亚洋面的水汽输入该区东部; 西部大西洋和北部北冰洋气流, 远途跋涉欧亚大陆, 经前苏联中亚、里海, 翻越准葛尔界山、天山, 止该区西部已成尾翼, 变得水汽缺乏, 空气干燥。冬

季, 在蒙古高压控制之下, 格外寒冷和干燥。另一个特点是风多且大, 大风挟带沙粒, 一旦气流急速向高空腾升, 便形成沙暴, 一般 8 级以上大风可造成灾害。如安西县年平均大风日数达 20 d 以上, 素有“风库”之称。由于气候干燥, 沙化、荒漠化便成为伴生的灾害性地理特征, 由此具备了沙尘暴产生的客观条件。

此外, 河西地区的河流及水文条件的严酷, 是关键性生态经济因素。河西地区的河流皆为内陆河, 发源于南部山区, 向北流入走廊区, 最终淤成尾间湖或消失于沙漠。这里水量超过  $1.0 \times 10^9 \text{ m}^3$  的大型内陆河只有一条(黑河), 超过  $5.0 \times 10^8 \text{ m}^3$  的为 3 条, 超过  $1.0 \times 10^8 \text{ m}^3$  的为 16 条。石洋河水系下游曾淤积成湖, 汉称“休屠泽”, 后又名曰“亭海”, 现早已干涸; 黑河水系位于中部, 疏勒河位于西部, 由于人类经济行为所导致的环境变迁, 其流量日趋减少, 地下水位急剧下降, 使植被枯死, 土地沙化, 成为近些年来沙尘暴频发的生态基础。

该区植被具有广泛的地理成分, 主要包括亚洲中部蒙古成分, 欧亚北温带成分, 中亚地中海成分, 东亚成分。特有种、特征种和广布种成分, 组成了平原和山地的森林、灌丛、草原、荒漠、草甸和沼泽等不同的植被类型。这里值得一提的是, 20 世纪 80 年代以后, 由于人们急功近利, 大肆滥挖植被, 如甘草 (*Glycyrrhiza*

*glabra*) 麻黄 (*Ephedra przewalskii*) 等, 已使自然植被濒临崩溃。据笔者调查, 河西地区 80% 以上的甘草、麻黄等药用植物被破坏, 仅张掖市中药提炼厂一家年消耗麻黄几千吨, 而麻黄草的人工栽培与繁育技术尚停留在实验室条件之下。这就是在短期利益驱动之下对自然生态环境的破坏。

此外, 由于人类对水资源的过度开发利用, 近年来, 地下水位下降导致大片植物(森林、灌丛、草甸植被等)死亡, 使河西绿洲系统面临严重的生态危机。

## 2 河西走廊生态系统退化机制探讨

随着人口的迅速膨胀和社会经济的快速发展, 人们向自然的索取强度越来越大, 对环境资源的利用与破坏越来越严重, 生态系统退化在全球范围内已成为普遍性事实, 特别是干旱、半干旱地区, 生态恶化更为严重。所以对生态系统退化理论的研究成为我国乃至世界范围内的重大课题。系统研究生态系统退化机制、特征及过程, 对于生态恢复与重建关系重大。

### 2.1 关于生态系统退化机制

生态系统是一种永远处于不断运动和变化状态的动态系统, 在无外界因素干扰的情况下, 按照自然方向演替发展, 最终建立起顶极状态的相对平衡和稳定的生态系统。一旦人为干扰强度超过其生态系统的自组织调节能力, 生态系统必然退化。生态系统的退化一方面取自组织调节能力和对环境抵抗力, 另一方面决定于外在的驱动因素——干扰的强弱。

生态系统的退化, 首先是系统组分发生不良变化, 生物层次由复杂走向简单化, 食物关系由食物网到短线性, 总的生物量趋于减少, 在人为因素干扰下, 经过长期正向演替并达到稳定、平衡的生态系统严重受损。一般认为, 正向演替过程与气候、水文及地质等因素有关, 演替的发生过程是生物学行为, 而人类的强烈干扰使正向演替终止, 在没有恢复措施并继续干扰的前提下, 必然发生逆向演替。凡是使生态系统受到干扰并引起组分变化的因素都可能引起系统退化, 如森林的过度砍伐利用; 灌木及草本植被的过度樵采; 超载放牧; 滥捕滥猎动物; 水利、建筑等工程措施; 不合理垦荒以及自然灾害等。这些干扰一旦超过阈值界限, 即超过生态系统的自组织修复能力和抵抗力, 系统将发生退化, 一旦退化成为不可逆, 恢复与重建将成为不可能, 河西走廊干旱系统沙漠化是典型的不可逆退化。

### 2.2 生态演替与退化过程

生态演替是生态系统的基本理论之一, 最先是由

生态学家 Cowles 和 Clements(1900) 提出, 传统的演替理论主要是探讨物种随时间变化所发生的种类替代顺序。近年来由于人与自然关系的矛盾日益尖锐, 生态学家将演替过程中生物多样性变化以及稳定性等作为重点。

生态学家 Cox 在 60 年代末期提出, 周期性的自然干扰使生态系统呈周期性演替是生态系统演替的动因, 生态系统演替过程中所产生的一系列正负反馈信息, 使生态系统演替为一种动态稳定状态。自然干扰对于自然生态系统演替是一种必然现象。如火灾、冰雹、干旱洪水、地震、滑坡及冰川作用等, 自然干扰所引起的退化往往是突发性的, 而人类的强烈干扰往往使生态系统发生逆行演替, 其退化过程主要为渐变退化或跃变退化, 如土地退化、污染退化、森林系统退化或草地持续超载等引起的退化等。河西地区生态退化的驱动力主要是人为造成的水资源利用不合理, 植物生态系统受损, 由此引发了严重的沙漠化问题。

正常的生态系统是生物群落与自然环境取得平衡的自维持系统, 各组分的发展变化是按照一定规律进行的, 并在某一平衡点发生波动, 从而达到一种动态平衡, 而已经退化或正在退化的生态系统, 能否恢复与重建, 完全取决于其远离平衡点的幅度。

在人为因素干扰下, 首先是植物种群结构(组分)发生变化, 优势种衰退, 如河西地区大量超采地下水, 使植被退化, 特别是湿生类草本草甸植物严重衰退, 如民勤青土湖地带原来 2 m 多高的芦苇退化为低矮的鸡爪芦苇, 马蔺等被盐爪爪、胖姑娘所代替。退化进一步发生, 生物多样性下降, 初级生态生产力下降, 使次级生态生产力降低。如河西地区草场退化后, 一些有毒牧草滋生, 使草场逐渐失去载牧能力。由于生物多样性下降, 植被盖度变小, 土壤侵蚀与水土流失加剧, 或者植物群落完全消失, 盖度为 0, 形成不可逆人为荒漠, 进一步的侵蚀使荒漠变为永久沙漠。

研究生态系统退化, 特别是干旱系统的退化, 自然因素与人为因素混合在一起, 一般难以区分, 但对生态系统退化机制的研究应当置于一定时间尺度内, 方可对退化实质进行研究。人为活动的干扰, 是将一个处于动态平衡的生态系统位移动到一个更为初级的演替阶段, 所以, 人为干扰与自然干扰在特征与结果上是不同的, 生态演替在人为干预下表现出使系统更为开放, 若干预程度强烈, 往往使演替向反方向进行, 引起逆行演替, 如草原过渡放牧, 超出草场生态系统的调节能力, 首先是偏中生植物和不耐践踏的丛生禾草在草群中消失, 一些耐旱、耐践踏的植物增加, 接着

便是盖度、生产量下降,成为稀疏状态的植物群落,演化为脆弱的生态系统。河西地区自明朝开始大面积开垦、放牧,破坏了草原植被,引起土地沙化。随后进一步的滥垦、撂荒、不合理开发水资源、植被死亡等,使沙化面积不断扩大,20世纪90年代以来,生态灾害如沙尘暴发生频率越来越高,终于出现了“生态难民”的严重后果。

河西地区的生态退化,主要是人类经济活动所产生的干扰,因此,生态系统退化的根本驱动力是人类的直接或间接的干扰,这里特别应强调的是,河西走廊处于干旱地区,加之特殊的地理特征,自然退化与人为驱动退化耦合在一起,如荒漠化本身是伴随干旱所发生的,这是一种自然退化现象,但人为干扰加速了这一退化的速度,正是这种耦合作用更加速了河西地区生态环境的退化,大片绿洲的消失正是这种耦合退化的结果。

### 3 河西走廊生态系统退化特征

人为导致的干扰因素很多,随着经济的发展,人们对环境与资源进行过度开发,使生态系统严重退化。我国目前处于退化状态的生态系统面积占国土总面积的45%以上,而且仍处于继续恶化状态。河西走廊全区 $2.7 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,有 $1.65 \times 10^5 \text{ km}^2$ 已为沙漠和戈壁所占据,近40a来,沙漠面积以 $1000 \text{ km}^2/\text{a}$ 的速度发展,每年大约向东南方向移动20m。据调查,50年代有胡杨林 $1.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,已减少35%,梭梭林有 $1.14 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,盖度为30%~50%,目前已下降到 $2.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,面积不足原来的18%,盖度只有15%左右。20世纪40年代西居延海水深达3m,湖面 $190 \text{ km}^2$ ,60年代西居延海已经干涸,东居延海至90年代也已干涸。目前河西走廊水井深度每年下降10m,已有2/3水井干涸,水质矿化度升高,一般大于 $1.0 \text{ g/L}$ ,许多水井达 $2\text{--}3 \text{ g/L}$ 。

本文对河西走廊地区生态系统退化的研究主要运用纵向对比法和实验验证相结合,从植物系统受损着手,探讨植物系统的逆向演替与环境退化的关系,以便提出生态恢复与持续发展的方案与措施。

#### 3.1 水资源利用不合理是生态退化的根本人为因素

由于特殊的干旱地理学特征,河西地区水资源问题成为影响环境变化及制约经济发展的主要生态因子。通过调查研究分析,河西水资源的总体亏缺及局部不平衡始终存在,其中人类经济活动对水环境的影响是巨大的。

##### 3.1.1 三大内陆河流域径流水系变化分析 位于河

西走廊东段的石洋河,50年代进入民勤县的河水量与上游山区支流出山水量的关系可用直线方程表达:

$$W_s = 0.31 W_c + 0.7$$

式中:  $W_s$ ——石洋河径流量( $10^8 \text{ m}^3$ );  $W_c$ ——上游支流出山口水量( $10^8 \text{ m}^3$ )。70年代以后石洋河的水量逐年减少。

位于河西走廊中段的黑河,70年代以后,亦趋下降,特别是张掖、临泽、高台农业开发规模强大,从黑河正义峡30a资料分析,断流平均天数,由50年代的51d上升到70年代的80d,90年代初期达90d。位于西部的疏勒河下游注入安西盆地的径流量也呈下降趋势,经分析发现,进入双塔水库的河水量80年代初与60年代初比较减少了24%,与90年代中期相比,减少31%(表1)。

表1 20世纪河西走廊三大内陆河径流量变化  $10^8 \text{ m}^3$

流域	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
石洋河	5.7	4.4	3.2	2.4	1.9
黑河	11.4	10.8	10.7	10.5	9.9
疏勒河	-	2.8	2.6	2.2	1.8

从表1可以看出,河西走廊3大内陆河流径流变化呈逐年减少趋势,表明了河西地区水资源对于该区域生态环境的巨大影响。

3.1.2 地下水资源变化分析 自20世纪70年代以来,在人为及自然因素干扰下,河西走廊地下水资源发生了巨大变化,地下水补给量逐年减少,其原因除受山区河流来水量周期性影响而有波动外,主要是人为活动的影响。据甘肃省地震局水文资料,河西走廊地下水资源70年代较60年代中期减少15%,较50年代减少25%,90年代较70年代减少25%(表2)。

表2 20世纪河西走廊地下水资源变化  $10^8 \text{ m}^3$

流域	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代
石洋河	15.8	12.0	9.7	8.7	7.6
黑河	35.4	32.4	27.8	22.9	19.9
疏勒河	13.6	13.2	11.5	10.3	9.8
合计	64.8	57.6	49.0	41.9	37.3

地下水逐年减少,是系统内植被退化的主要因素,也是河西走廊生态系统退化的启动因子。所以,研究河西走廊的生态退化问题,必须从水资源问题入手,方能找到问题的根本。

#### 3.2 植物及土地系统受损是引起退化的关键

河西走廊目前的土地格局为:绿洲系统只占9.27%,沙漠占15.9%,戈壁为57.35%,盐渍化和荒漠草地为17.46%。以不到10%的绿洲养育了近5.0

× 10<sup>6</sup> 人口,而且随着环境的进一步恶化,一些绿洲已经消失。本文对河西植物系统退化状况按森林植被系统和草地系统进行比较研究(包括森林土壤系统退化),以期对生态系统退化原因做进一步考察,从而提出系统恢复与持续发展对策。

3.2.1 森林系统退化特征 河西走廊森林系统由水源涵养林、防风固沙林和疏林组成,面积为 3 583.2 km<sup>2</sup>。据车克均(1993)研究,对森林水分效应有明显影响的相关生态环境因子有 6 大类,即土壤因子、植被因子、气象因子、地形因子、水文因子和人为活动因子,每一个生态因子对涵养水源产生的作用是不同的。在这 6 大类因子中,水分因子是核心因子,植被因子是最敏感因子,人为因子是驱动因子。流域内森林覆盖率在 30% 以上才能调蓄降水和冰雪融水均衡而缓缓流出林地,补给河川径流,起到涵养水源、保持水土的森林水文生态功能,而河西走廊中部的黑河流域

表 3 河西走廊三大内陆河流域森林面积与下游河水平均含沙量的关系

m<sup>3</sup>/km

流域	森林覆盖率 %	森林面积减少率 %	河流	1955-1965	1966-1975	1976-1985	1986-1995
石洋河	6.1	43.2	黄洋河	0.397	0.532	1.123	1.202
			东大河	0.640	1.137	2.047	2.242
			西大河	0.153	0.570	1.550	2.000
黑 河	6.4	38.6	洪水河	1.482	2.434	2.981	3.023
			计赖河	1.569	1.855	2.342	2.713
			梨园河	2.551	2.692	3.011	3.238
疏勒河	6.0	45.1	昌马河	3.4	4.725	5.254	5.922

3.2.2 草地系统退化特征 河西走廊草地系统主要包括草原植被、荒漠植被、沼泽草甸植被等,对于河西地区生态生产力来说,草原植被退化的研究更为重要。其退化特征主要表现为:超载放牧、开垦破坏和水文条件恶化。河西走廊牧业草场目前有 50% 以上超载,20 世纪 60 年代全区超载 2.22 × 10<sup>5</sup> 个羊单位,80 年代超载 8.54 × 10<sup>5</sup> 个羊单位,90 年代初超载 9.87 × 10<sup>5</sup> 个羊单位。

由于管理落后,乱牧、抢牧现象十分严重,使比较好的草场如芨芨、滨草草场啃食剧烈,优良牧草在 1 a 中没有开花结果的机会,得不到更新,使草场退化。河西走廊草场面积由于开荒而逐年减少,40 a 来,河西开荒毁坏草场 6.67 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup> 多,山丹大马营、花草滩一带,苏南大河区、红土湾一带因垦荒、撂荒使草场变成了蒿属杂草类草原。此外,乱樵采、乱挖药材对草场破坏也十分严重。据笔者调查,仅安西一县每年挖甘草 2.00 × 10<sup>6</sup> ~ 3.00 × 10<sup>6</sup> kg/m<sup>2</sup> 多,按每 1 kg 破坏 1 m<sup>2</sup> 面积计算,每 1 a 破坏草场 200 hm<sup>2</sup> 以上。近 40 a 来,由于上游灌溉面积扩大,饮水量增加,下游水

森林覆盖率平均为 6.4%,月流量比值大,削减洪峰的作用较差。由于气温和雨季影响,河川径流量比例 7-9 月份占 53% 左右,冬春季只 10% ~ 20%,而农业需水量春季(3-5 月)却占全年的 34%,春季因缺水造成河西地区农业减产 20% ~ 30%。因此,河西地区营造森林,扩大森林覆盖率意义重大。

河西走廊森林系统退化的主要特征是面积减少,不合理的经营管理,乱砍滥伐为其主要原因,由于对森林的生态功能认识不足,管理落后,特别是单纯追求粮食生产,70 年代以来,山地垦荒,强行采伐使森林系统严重受损。森林系统受损之后,其灾害性生态效应便是水土流失。60 年代与 50 年代相比较,6-8 月份洪水期的多年含沙量有所增加(表 3)。砍伐后,使密林多成疏林,林窗增大,林层下部环境旱化,杂草有所增加,致使祁连山水源涵养林极为脆弱的生态系统失调。

量剧减,因旱化而草场退化。如绿洲边缘及河流下游尾间地区,在自然水系时期,发育着红柳、芨芨、芦苇、苔草等的草甸和草甸沼泽草场变为盐爪爪、红沙等盐生和荒漠化草场,产量下降,牧用价值降低。青土湖在 50 年代就已干涸,随着地下水位的进一步下降,植被退化,已经大部分变为沙漠。敦煌南湖一带芦苇草场 50 年代草高 1 m 以上,现在不及 50 cm。

3.2.3 森林土壤系统退化特征 祁连山青海云杉林和祁连山圆柏林下发育的主要是灰褐土,云杉林下枯枝落叶和苔藓层一般厚度为 6 cm,其下为有机质和腐植质,厚度为 50 cm 左右。由于森林破坏,灌草类滋生,森林土壤向草原土壤演变。草原土壤由于被牲畜啃食和践踏,植被退化,地面成斑点状裸地,毒草和荒漠灌木侵入,土壤有机质含量减少(表 4),土壤严重侵蚀,荒漠化特征明显。土壤旱化使草甸沼泽土向荒漠化发展,其演变顺序为沼泽土 → 草甸沼泽土壤 → 草甸土壤 → 荒漠化草甸土 → 荒漠土。草甸沼泽土上层 1 m 深度内土壤水分含量由 29% 减少到了 7.6% (例如荒漠化土壤)。

表 4 河西走廊土地开垦年限与养分变化情况

开垦 年限	有机质 / %	全量 /%			产鲜草 / (kg·hm <sup>-2</sup> )
		N	TP	TK	
3	3.98	0.15	0.13	2.10	1350
10	3.57	0.15	0.12	2.07	1050
30	1.81	0.09	0.04	2.10	750
50	0.15	0.03	0.03	1.86	450

由于水资源补给数量减少, 河湖沿岸土壤中积累

的盐分得不到冲洗, 在强烈蒸发下积盐度越来越高, 原来非盐化或轻盐化土壤发展成重盐化土壤或盐土。在劲风作用下, 土壤遭受侵蚀, 使地面形成波状起伏的风蚀地形, 在覆沙地方, 形成了新月形沙丘。河西走廊地区生态系统退化特征主要是人为不合理的开发(表 5), 特别是对水资源的过度利用, 使植物系统退化严重, 演替方向由水生、中生向旱生、盐生化发展, 最终形成人工荒漠。

表 5 河西走廊植物系统退化特征

km<sup>2</sup>

植物系统	总面积	退化面积	潜在退化面积	系统退化特征
森林	3 303.4	1 498.2	1 002.4	乱砍滥伐, 祁连山雪线上升, 次生演替, 管理落后
灌木林	2 122.3	1 233.5	789.0	乱砍滥挖, 樵采, 地下水位下降, 次生演替
草场	168 578.5	87 523.7	13 245.9	过度载牧, 牧场管理落后, 次生演替, 地下水位下降
荒漠植被	12 263.4	6 755.8	1 026.4	乱挖滥采, 无管理措施, 地下水位下降, 次生演替
沼泽草甸植被	365.2	189.6	107.4	次生演替, 水因子消失
人工林	324.1	151.3	98.5	地下水位下降, 枯死, 无管理措施

河西走廊地理生态类型复杂, 干旱少雨, 自然植被稀少, 风沙灾害频发, 盐渍化、荒漠化问题严重, 因此, 我们认为应从客观上保持南部山区水源涵养林, 充分挖掘绿洲内部的生产潜力, 在合理利用绿洲系统内部的资源条件下, 用更科学合理的方法指导生产经营和管理, 合理用水, 发展节水农业, 从内涵与外延两方面探讨河西走廊复合生态系统的恢复与可持续发展对策。

## [参 考 文 献]

[1] 金自学. 河西走廊荒漠植被的生态学研究 [J]. 干旱区研究, 1996(1): 96-99.

[2] 包维楷. 生态系统退化的过程及其特点 [J]. 生态学杂志, 1999(2): 102-105.

[3] 刘慧. 我国土地退化类型与特点及防治对策 [J]. 自然资源, 1995(4): 91-96.

[4] 彭珂珊. 困扰我国 21 世纪的环境退化问题研究 [J]. 热带地理, 1995(1): 106-107.

[5] 王伯荪. 植物群落学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.

[6] 黄培佑. 从植物群落的演替规律剖析生态环境复原与建设途径 [J]. 新疆环境保护, 1992(2).

[7] 卜久宇, 金自学, 等. 实用农业生态学 [M]. 中国气象出版社, 1992.