

黄土高原植被恢复与土壤环境相互作用研究进展

马祥华<sup>1,2</sup>, 焦菊英<sup>1,2</sup>

( 1. 中国科学院水利部水土保持研究所; 2. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 对有关黄土高原植被恢复演替、土壤环境及其相互作用的研究进行了综述, 分析了研究中存在的问题, 指出了以后的研究方向。

关键词: 黄土高原; 植被恢复; 土壤环境; 相互作用

中图分类号: X 171. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409( 2004) 04-0157-05

Research Progresses in Interaction Between Vegetation Restoration  
and Soil Environment in the Loess Plateau

MA Xiang-hua<sup>1,2</sup>, JIAO Ju-ying<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR;

2. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The study on vegetation restoration and succession, soil environment and their interaction in the Loess Plateau was outlined. The authors also analyzed existing problems in this research field and proposed strengthening research fields.

**Key words:** the Loess Plateau; vegetation restoration; soil environment; interaction

多年来, 由于自然环境的变化和人为活动的影响, 黄土高原地区的天然植被破坏殆尽, 生态环境日益恶化, 土地严重退化, 土壤侵蚀严重, 成为我国乃至世界上水土流失最严重的地区之一。植被作为重要的生态因子, 是控制水土流失的有效措施, 在自然生态环境中占有极其重要的地位。但是, 随着我国社会经济的发展, 人口不断增长, 黄土高原地区的滥砍滥伐、过度放牧以及毁林开荒等现象越来越严重, 使得原有的林草植被越来越少, 大量的陡坡耕地由于不能得到林草植被的保护, 发生了大量的水土流失, 造成了土地生产力不断下降, 土地资源日益枯竭, 农业生态环境进一步恶化, 延缓了山区脱贫的步伐, 同时, 这反过来又加重了毁林开荒的程度, 于是就形成了“破坏—环境恶化—贫穷—再破坏”的恶性循环<sup>[1]</sup>。随着我国西部大开发这一重大战略决策的提出, 以退耕还林还草为核心的生态环境建设在西部展开, 对减缓土地沙化, 控制水土流失, 进行有效涵养水源, 改善西部生态环境将起到积极作用<sup>[2]</sup>。因此, 在黄土高原, 植被恢复和重建也越来越受到社会的广泛关注和重视, 有关该方面的研究也成为目前我国恢复生态研究的热点内容之一。现就有关黄土高原植被恢复、演替及其与土壤环境的相互作用的研究概述如下。

1 植被恢复演替特征

植被的分布主要决定于气候和土壤, 它是气候和土壤的综合反映。在黄土高原地区不同气候、地形、地貌和土壤的影

响下, 形成了不同的植被类型。同时, 在群落的形成过程中, 作为植物种或群落, 对生态环境也都有一定适应幅度, 因此, 植物种和植物群落的分布都有自己的过度范围<sup>[3]</sup>。总的来说, 黄土高原植被从东南向西北依次呈暖温性森林地带、森林草原地带、典型草原地带、荒漠草原地带、草原化荒漠带水平地带分布<sup>[4]</sup>。

1. 1 森林植被的恢复演替特征

在黄土高原地区森林植被的演替一般经过“草—灌—乔”三大阶段, 但在不同的区域的植被演替也有一定的差异。

在陕北黄土高原, 其森林植被群落发育阶段为“先锋阶段—旱中生多年生蒿类群落阶段—中生、旱中生多年生禾草群落阶段—半灌木群落阶段—灌木群落阶段—先锋乔木阶段—顶极乔木阶段”; 其具体演替序列为: 猪毛蒿群落—铁杆蒿和芨蒿群落—黄背草群落、大油芒群落和白羊草群落—狼牙刺灌丛、黄蔷薇灌丛、沙棘灌丛和虎榛子灌丛—山杨林和白桦林—辽东栎林(气候顶极群落)<sup>[5, 6]</sup>。

子午岭地区植被的恢复演替从弃耕地先锋群落开始, 经草本、灌木群落时期到早期森林群落山杨林或白桦林、侧柏林等, 进而到后期森林群落辽东栎林或油松林。近 50 年来, 油松林和侧柏林已经或正完成向辽东栎林方向的发展, 山杨林、白桦林和侧柏林为该区演替系列中的过渡时期, 气候性

① 收稿日期: 2004-07-10  
基金项目: 国家自然科学基金(40271074); 国家自然科学基金西部重大研究计划项目(90302001)  
作者简介: 马祥华(1980-), 男, 河南周口人, 在读硕士, 研究方向为植被恢复与环境效应评价。

的演替顶极为辽东栎林, 油松林为亚顶极<sup>[7]</sup>。

六盘山林区森林破坏后在不同的坡位其演替序列不尽相同。阳坡植被的演替为: 草地(长芒草、铁杆蒿、白羊草等生长快, 一般一年覆盖度达 50% ~ 80%) – 灌丛(白刺花、绣线菊、杠柳等生长旺盛, 易形成群落) – 幼林(无明显的建群种, 多以混交出现); 阴坡及半阴坡植被的演替为: 草地(白颖苔草、大油芒、野棉花等生长快) – 灌丛(箭竹、二色胡枝子、卫茅等, 混交丛生, 1 ~ 2 a 即可郁闭) – 幼林(多以伐根萌生山杨和少量的辽东栎, 以实生苗形成幼林的多为辽东栎, 由于受灌草丛的影响, 常与灌丛处于同一层次, 形成天然次生林)<sup>[8]</sup>。

## 1.2 森林草原植被的恢复演替特征

陕北黄土高原区森林草原植被恢复演替为: 先锋群落(黄蒿群落、苦菜群落、狗尾草群落等) – 多年生禾草群落(长芒草群落、大针茅群落、糙隐子草群落、香茅群落、冰草群落等) – 多年生蒿类群落(铁杆蒿群落、芨蒿群落、茵陈蒿群落等) – 疏林草原群落(山杏、大果榆、杜梨、侧柏、杜松等旱中生矮乔木侵入多年生蒿类群落, 它们的盖度一般 5% ~ 10%); 全部过程为植物群落作用下土壤性内因动态演替, 最后终止演替的主导因素为气候<sup>[9]</sup>。陕西北阳湾地区(陕北志丹县)的植被恢复演替经历了禾草草原群落 – 半灌木草原群落 – 灌丛草原群落 – 疏林草原群落四个阶段; 在植被恢复过程中, 森林草原植被从禾草草原群落、半灌木草原群落、半灌木群落、灌丛草原群落到疏林草原群落的种类、数量依次递减, 群落生物量和各层物种多样性和群落均匀度逐渐增高, 而生态优势度则略有下降<sup>[10]</sup>。晋西黄土丘陵沟壑区的植被群落演替为: 白草群丛、黄芩草群丛、羊胡子草群丛 – 沙棘群丛、虎榛子群丛 – 山杨+ 沙棘群丛、山杨+ 虎榛子群丛、辽东栎+ 虎榛子群丛 – 侧柏群丛、油松群丛<sup>[11]</sup>。

在森林草原带, 在自然恢复初期和处于演替平衡阶段的群落, 其物种多样性指数和均匀度指数较高, 但丰富度指数的峰值出现在演替中间阶段; 灌木群落的多样性要大于草本群落的多样性, 超过一定年限的灌木群落, 表现出一定的衰败, 生物多样性下降<sup>[12]</sup>。

## 1.3 典型草原植被恢复的演替特征

典型草原地带主要为以长芒草、大针茅、铁杆蒿、芨蒿、冷蒿、地椒、星毛委陵菜等组成的草原植被。虽也可生长一些乔、灌木, 但森林地带和森林草原地带许多优势种在此已无天然分布, 该地带的水热条件也不适宜于大片林木生长<sup>[13]</sup>。自然恢复演替经历了弃耕地 – 香茅群落 – 百里香+ 杂类草 – 长芒草+ 百里香 – 长芒草+ 铁杆蒿 – 长芒草+ 大针茅 – 白颖苔草+ 杂类草草甸; 从弃耕地香茅草群落恢复演替到长芒草原生植被需要四五十年时间, 而通过补播优良的沙打旺或兴安胡枝子能加速其恢复, 只需 10 年就可以完成上述的演替, 由于群落内各物种间的生存竞争使群落建群种、优势种发生更替, 从而推动了植物群落的内因生态演替; 随着演替的发展, 多年生植物及中生、旱中生植物的比例较好的呈正相关增加, 一年生植物、中生及中旱生植物比例则相反; 并且群落的盖度、总生物量随演替的发展而呈逐渐增加趋

势, 群落结构随演替发展而复杂变化, 群落对环境的改造作用随演替的发展而增大<sup>[14]</sup>。

## 1.4 荒漠草原植被恢复演替特征

荒漠草原地带主要为以旱生小灌木和禾草组成的荒漠草原植被。主要优势种有短花针茅、沙生针茅、戈壁针茅、耆状亚菊、灌木亚菊、荒漠锦鸡儿、猫头刺等<sup>[13]</sup>。内蒙古短花针茅荒漠草原撂荒地恢复演替经历了“一二年生杂类草阶段 – 根茎禾草阶段 – 旱生多年生轴根型植物阶段 – 丛生禾草阶段”; 在演替过程中, 随着撂荒年限的延长, 多年生植物种类比例增加, 一二年生植物明显减少, 其中中旱生根茎禾草阶段的时间最短, 演替时间最长的是旱生轴根型多年生植物和少数丛生禾草阶段<sup>[15]</sup>。

## 2 植被恢复中土壤环境的变化

### 2.1 土壤理化性质的变化

一般地, 在植被的恢复过程中, 土壤有机质、速效 N、速效 K、全 N、表层速效 P 含量增加, 土壤 pH 值和容重降低, 氮的矿化能力增强, 土壤微生物量明显提高, 酶活性增加, 水稳性团聚体数量和质量得到提高, 土壤结构得到改善, 土壤肥力得到提高, 促进了土壤腐殖化和黏化过程的进行, 土壤抗冲性和土壤抗剪强度得到强化, 土地生产力得到提高, 土壤水分状况得到改善<sup>[10, 16~21]</sup>。

#### 2.1.1 不同植被类型土壤理化性质的变化

不同的植被类型对土壤的改良与肥力发育有着不同的影响。乔木林和草被都有良好地改善土壤物理性能、化学特性和土壤入渗能力的效应, 且对上层土壤的改良效果好于下层; 对土壤物理性能的改良乔木林优于草被, 对土壤化学特性和土壤入渗性能的改良草被优于乔木林<sup>[22]</sup>。草本植被对 0 ~ 40 cm 土壤养分的提高作用大于乔木和灌木<sup>[23]</sup>。乔木林地速效养分丰富, 黏粒和 > 0.25 mm 团聚体的数量大; 灌丛草地则酸性较强, 坚实度偏低, > 0.05 mm 的微团粒含量较高, 乔木林地防止土地退化的效益好于灌丛草地<sup>[16]</sup>。在黄土丘陵区, 草地土壤水分含量优于灌木林地, 灌木林地优于乔木林地, 选用乡土树种油松造林造成的土壤干化程度轻; 同时, 天然草本植被也会形成土壤干层, 其中白羊草和长芒草形成有利于自身群落稳定的干层, 但芨蒿形成的干层则对自身稳定不利<sup>[24]</sup>。而在子午岭北部黄土区次生植被演替过程中, 不同植被类型的土壤含水量大小为: 辽东栎群落 > 山杨林群落 > 白桦林群落 > 虎榛子群落 > 狼牙刺群落 > 白羊草群落 > 铁杆蒿群落 > 撂荒地<sup>[25]</sup>。狼牙刺对 0 ~ 20 cm 土层中 > 2 mm 的水稳性团聚体含量有明显的增加作用, 对容重、孔隙度影响不明显<sup>[26]</sup>。沙棘林地 1 ~ 1.5 m 土层土壤水分恢复较好, 可超过或接近荒山天然草地, 6 ~ 9 龄沙棘, 土壤全 N 量可由农地、草地的 0.05% ~ 0.1% 提高到 0.2%<sup>[27]</sup>。

在植被恢复过程中要充分了解不同植被类型对土壤理化性质的影响, 遵循因地制宜, 适地适林的原则, 进行林、灌、草的合理配置, 以期快速合理实现黄土高原植被恢复和重建以及生态环境改善这一目标。

#### 2.1.2 不同恢复措施对土壤理化性质的影响

对退化土地进行植被恢复和重建可以采取不同有效措施, 但不同的恢复措施对土壤特别是土壤理化性质的影响却不尽相同。封育措施可以增加土壤含水量, 提高土壤有机质、全 N、全 P 含量和阳离子交换能力; 围栏内封育 2 a 后, 翻耕措施对增加土壤水分、养分均高于人工补种(羊草+ 豆科) 和对照; 封育 5 a 土壤表层(0~10 cm) 有机质增加 0.54%; 封育 8 a 土壤表层有机质增加 1.06%, 土壤表层含水量增加 3.2%, 羊草+ 豆科措施的土壤养分及水分均高于翻耕和对照, 这与豆科植物深根性有关<sup>[28]</sup>。随着封育时间的延长, 草地植被的生长和发育不断变化, 但封育的年限过长, 枯草覆盖地面, 不能接受到阳光的照射, 土壤中的有机质分解及微生物活动就会减慢<sup>[29]</sup>。生物篱的采用具有保水拦沙, 减少土壤肥力流失, 提高土地生产潜力, 增加坡地植被覆盖度的独特功效<sup>[30]</sup>。休闲不能在短期内改善土壤的物理性状, 重耙对土壤的影响有限, 深耕能部分改善土壤的物理性状, 浅耕则可大大改善土壤的物理性状, 并促进羊草的生长<sup>[31]</sup>。在刈割干扰下, 退耕地恢复过程中土壤全 P、速效 P 和有机 C 持续衰竭<sup>[32]</sup>。对退化土地进行植被恢复的时候, 应该采取适当的恢复措施, 并掌握一定的度, 比如封育要选择好封育的时间, 刈割要控制好刈割时间和高度等, 以便达到既可以缩短恢复的时间, 又可以起到良好的改善土壤性状的目的。

2.1.3 不同恢复年限和土地利用结构的土壤理化性质变化

黄土丘陵区不同撂荒年限的自然恢复草地的研究表明, 在 0~20 cm 土层, 土壤有机质和全氮含量为永久草地(20 年草地)> 6~8 年草地> 3~4 年草地> 人工草地; 在 20~50 cm 土层, 随着草地恢复年限的降低而降低的过程中, 在 3~4 年草地出现了一个上升值, 但仍然是永久草地最高, 人工草地最低; 在 0~50 cm 土层中, 土壤有效氮和速效磷, 除了永久草地最高和人工草地最低外, 3~4 年和 6~8 年草地都表现出了较高值, 这可能与撂荒前的耕作有关; 蔗糖酶、脲酶和中性磷酸酶三种酶随着草地恢复时间的增长而活性增强, 都以永久草地为最高, 蔗糖酶活性人工草地略高于 3~4 年草地; 三种酶活性与有机质和全 N 都呈明显的正相关, 与有效 P 和速效 P 的相关不明显<sup>[33]</sup>。退耕地恢复演替 1~7 年, 土壤黏粒和粉粒分别以 5.6% 和 5.5% 的平均速率减少, 其中第 1~2 年降幅分别高达 29.7% 和 22.9%, 砂粒平均以 6.1% 的速率递增, 其中退耕后第 2 年比第 1 年增加 26.1%, 与黏粒和粉粒的变化趋势相反, 7 年后变化趋势相反, 退耕地 0~100 cm 土壤含水量在恢复期间呈逐渐上升趋势, 中期增幅显著, 全 N 和速效 N 含量在恢复前期减少, 后期增加<sup>[32]</sup>。

对于不同的土地利用结构, 从坡底到坡顶, 0~70 cm 土层含水量以耕地-林地-草地类型最高, 为 17.4%; 草地-坡耕地-林地次之, 为 16.5%; 坡耕地-草地-林地最低, 为 15.7%<sup>[34]</sup>。在 0~20 cm 土层中, 在草地-坡耕地-林地、坡耕地-草地-林地、梯田-草地-林地和坡耕地-林地-草地四种组合类型中, 坡耕地-草地-林地和梯田-草地-林地类型具有较好的土壤养分保持能力<sup>[35]</sup>。从坡顶到坡底依次为撂荒地-灌木地-间作地-林地和撂荒地-灌木地

- 农地(梯田)-果园地两种组合类型对土壤的改良和该区域资源充分利用较好, 是黄土丘陵地区小流域较好的土地利用结构<sup>[36]</sup>。可见, 在植被恢复中了解不同退耕年限的土壤性质变化, 优化土地利用结构, 不但是退耕还林(草)的根本保证, 也可以充分利用当地的资源。

2.2 植被恢复中土壤侵蚀的变化

林草植被是防止土壤侵蚀, 控制水土流失的有效措施, 在植被的恢复过程中, 由于林草的种植使得土壤侵蚀减弱, 水土流失也得到了一定的控制。退耕地造林种草, 增加了地面覆盖度, 减少了雨水的击溅, 固结土壤, 提高土壤抗冲能力, 同时保蓄了雨水, 防止了地表径流和土壤侵蚀<sup>[37]</sup>。自然植被恢复后, 坡面基本不发生土壤侵蚀, 坡面浅沟侵蚀停止发育, 浅沟沟槽发生淤积, 降雨和地形因子对土壤侵蚀的影响不甚明显, 沟谷侵蚀及重力侵蚀得到了有效控制<sup>[38]</sup>。陕西吴旗县实施禁牧封育 3 年的山坡, 自然恢复的植被基本上可以控制水土流失<sup>[39]</sup>。黄丘区人工沙棘林及其混交林减少径流泥沙的作用突出, 但结构和混交模式的不同所发挥的作用大小不同; 沙棘纯林长势良好, 在 6 龄左右基本郁闭, 现存枯落物厚 2~4 cm, 发挥的水保功能高于其他林分<sup>[40]</sup>。另外, 在森林植被的恢复过程中, 苔藓层的形成也有利于改良土壤表层物理化学性质, 对缓冲生境的剧烈变化、减少土壤侵蚀以及稳定植被和减少地面径流方面具有积极意义<sup>[41]</sup>。

在植被的演替过程中, 随着群落结构的复杂化, 生物生产力的增大, 影响环境能力的提高和系统功能的完善, 群落保持水土的能力自然亦不断增大, 反之逆行演替则变小; 就植被而言, 一定盖度的植被, 越是贴地面覆盖, 其防蚀作用越有效, 密集生长的矮草及匍匐植物防蚀效果并不一定就比发育良好的森林差<sup>[42]</sup>。

3 土壤环境在植被恢复中的作用

土壤是植被生存的基础, 植被生长所需要的养分和水分大多都是通过土壤起作用, 因此, 尽管植被恢复对土壤环境的改善有很大的促进作用, 但土壤环境在植被的生长、发育及其群落演替等方面也起着举足轻重的作用。

3.1 植被恢复中土壤理化性质的作用

土壤速效养分含量与动态变化和土壤水分、温度、孔隙状况及微生物活动有很大关系, 它直接影响植物的现实生产力<sup>[43]</sup>。在森林土壤中, 土壤水分、容重、毛管持水量和孔隙度等重要的土壤物理因子的空间变化与土壤养分一样, 影响着树木的根系, 进而影响林分的生长<sup>[44]</sup>。在沙漠生境中, 土壤 N、P、K 的空间变异性分布与灌丛植被的出现高度相关<sup>[45]</sup>。当水分条件变差时, 植被会向着组成物种减少、结构简单、低矮、稀疏和生产力低的方向发展, 生态系统功能退化<sup>[46]</sup>。“小老树”就是由于受水分条件的制约, 造成了植物生长需水和土壤供水之间的矛盾加剧, 以至于植物生长受阻, 造成了生长慢、材木蓄积量低、生态效益与经济效益较差<sup>[47]</sup>。

3.2 土壤性质对植被群落分布和演替的影响

在不同的土壤条件下, 植物种的侵入、生长状况不同, 群落具体的发展途径有明显的差异<sup>[48]</sup>。土壤恢复速度、土壤肥

力状况以及各阶段优势植物繁殖体来源数量及定居难易,直接影响着群落优势种的拓殖和更替,从而影响演替进展的速度<sup>[48,49]</sup>。在不同的立地条件下,植被恢复的进程不同,在同一空间上有着不同演替系列,并且不同立地条件下植物生物量、土壤有机质、全 N 和全 P 的含量也不同<sup>[49,50]</sup>。

对不同的植被群落,起主要作用的土壤因子是有差异的。次生森林群落起主要作用的土壤因子是土壤厚度、含水量和酸碱度;对次生森林群落多样性发育起主要作用的因子对于不同的群落也不同,比如在马尾松群落中是土壤厚度、酸碱度、有效氮和速效磷;在马尾松+落叶阔叶林群落中是土壤厚度、含水量、速效磷和钙镁总量<sup>[51]</sup>。在黄土高原森林植被带,降水和空气温度已不是决定群落类型和分布的主导因素,土壤理化性质在这里成为决定森林群落类型和分布的主导因子,其中土壤含水量、全氮和有机质含量具有决定性意义<sup>[52]</sup>。在黄土高原森林草原地带,演替初期是以草原植被为优势,随着土壤条件的改善,中后期森林草原地带的代表植物占了优势,多属旱中生或中旱生<sup>[9]</sup>。

### 3.3 土壤种子库对植被恢复的影响

土壤种子库在植物群落的保护和恢复中起着重要的作用,是植物响应土地利用和气候变化的重要指示者,是种群、群落乃至生态系统演替过程和趋势的重要影响因子。土壤种子库与群落更新、植被重建及生物多样性保护密切相关,在退化土地的植被恢复和砍伐林地的植被恢复中有重要的生态意义<sup>[53]</sup>,大规模种子库的存在使得经历过剧烈干扰后森林植被的快速恢复成为可能,同时种子库的引入也有利于重建植被自我修复能力的提高<sup>[54]</sup>。

从以上可以看出,在土壤—植被体系中,土壤和植被是相互依存的两个因子,植被影响土壤,土壤制约着植被<sup>[51]</sup>,土壤环境与植被群落相互联系、相互制约的关系,不但表明了土壤因素在植物群落演替过程中的作用,也揭示了植物群落对土壤性质的恢复和改造作用,这种彼此影响、相互促进的作用是植被恢复演替的动力;当这种作用达到一定程度时,土壤和植被群落都受气候的限制,即顶极群落阶段<sup>[5,9]</sup>。土壤理化性质、土壤种子库的特性等影响着群落物种的竞争、更替和植被发生、发育和演替的速度,而随着植物群落的演替,土壤性质也向着好的方向改变,有机质、全氮、水分增加幅度较大,磷素增长略较平缓<sup>[9]</sup>。

另外,不同管理措施如修筑梯田,鱼鳞坑,实施径流林

参考文献:

[1] 赵新泉,马艳娥.退耕还林的生态作用及实施措施[J].林业资源管理,1999,(3):36-39.

[2] 许育彬,周桂莲.西部大开发中耕作制度的发展对策[J].西北农业学报,2003,12(2):44-47.

[3] 程积民,万惠娥.中国黄土高原植被建设和水土保持[M].北京:中国林业出版社,2001.

[4] 朱志诚.黄土高原森林草原的基本特征[J].地理科学,1994,14(2):152-156.

[5] 朱志诚.陕北黄土高原植被基本特征及其对土壤性质的影响[J].植物生态学报与地植物学学报,1993,17(3):280-286.

[6] 朱志诚.陕北黄土高原森林区植被恢复演替[J].西北林学院学报,1993,8(1):87-94.

[7] 邹厚远,刘国彬,等.子午岭林区北部近50年植被的变化发展[J].西北植物学报,2002,22(1):1-8.

[8] 程积民.黄土区植被的演替[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(5):58-61.

[9] 朱志诚,黄可.陕北黄土高原森林草原地带植被恢复演替初步研究[J].山西大学学报,1993,16(1):94-100.

[10] 赵广琪,杜增平.陕北西阳湾植被恢复的特点初探[J].西北林学院学报,2002,17(2):10-13.

业,增施有机肥料、不同整地方式、林草的不同配置方式等对植被和土壤特性的影响不同,对加速植被与土壤恢复进程具有很大的作用。

## 4 研究中存在的问题及以后研究趋势

在土壤侵蚀严重的黄土高原,退耕地作为一种重要的土地资源,其植被恢复是治理水土流失和生态环境的根本措施,而且能否成功恢复是评价该地区生态环境优劣的重要指标。近年来,随着西部大开发和退耕还林(草)工程的实施,有关黄土高原退耕地的植被恢复的研究越来越多,但这些研究大多集中于退耕地的恢复过程中植被恢复对土壤理化性质和土壤侵蚀的影响、物种多样性的变化、植被的水土保持效益以及植被恢复的配置模式等方面的研究,有关植被恢复中土壤环境对植被恢复的作用研究较少,对退耕地恢复过程中的植被恢复与土壤环境的互动效应缺乏系统性的分析。

随着恢复生态学研究的深入,多学科之间的交叉也越来越明显,有关植被恢复的研究仅仅局限于自然恢复这一模式已不能满足社会经济发展的需要,只有结合社会、政治、经济以及人文等诸因素进行综合研究才能符合当代社会发展的要求。因此,以黄土高原丘陵沟壑区退耕地的土壤—植被系统为研究对象,以快速有效地退耕还林(草),恢复植被,控制水土流失为出发点,结合土壤学、生态学、地学、经济学、环境学、社会学以及数学等学科的理论与研究方法,在深入认识退耕地在不同恢复方式下植被及其土壤环境特征的基础上,对其进行深入研究,以期快速实现退耕地的植被恢复和重建,改善区域生态环境。

在全球气候变化日益突出和环境问题日益恶化的今天,3S技术、计算机网络以及通讯技术也有了迅猛的发展,人们对景观的注重程度也越来越高,这就要求我们在这一研究过程中,除了应用多交叉学科的理论和研究方法外,还应结合3S以及计算机网络等当代先进科学技术,从景观这一尺度去提取有用的信息,来研究退耕地植被恢复与土壤环境之间彼此影响与相互作用的动态响应机理,对不同植被恢复方式下退耕地土壤的恢复质量,以及退耕地土壤环境对植被恢复的承载力大小做出评价,分析土壤种子库对植被恢复的贡献,建立“因土制宜”的植被与土壤环境的对应组合配置模型,为黄土高原退耕还林(草)与生态环境建设提供科学依据。

[ 11] 李振龙. 黄土丘陵沟壑区植被恢复的主要途径[J]. 山西林业科学, 2002, 1: 36– 38.

[ 12] 任洪玉, 温仲明, 等. 黄土沟壑区植被恢复及其物种多样性的变化——以吴旗县植被恢复为例[J]. 干旱区农业研究, 2003, 21(2): 154– 158.

[ 13] 陈云明, 梁一民, 等. 黄土高原林草植被建设的地带性特征[J]. 植物生态学报, 2002, 26(3): 339– 345

[ 14] 邹厚远, 程积民, 等. 黄土高原草原植被的自然恢复演替及调节[J]. 水土保持研究, 1998, 5(1): 126– 138.

[ 15] 占布拉, 张昊, 等. 短花针茅荒漠草原撾荒恢复规律的研究[J]. 中国草地, 2000, (6): 68– 69.

[ 16] 常庆瑞, 安韶山, 等. 黄土高原恢复植被防止土地退化效益研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4): 40– 44.

[ 17] 董林根, 林国坚, 等. 低丘生态脆弱区植被恢复与经济开发研究[J]. 浙江林业科技, 1998, 18(3): 1– 7.

[ 18] 杜凌. 林草结合恢复植被试验报告[J]. 贵州林业科技, 1996, 24(4): 21– 26.

[ 19] 刘文耀, 盛才余, 等. 云南山涧干热退化山地植被恢复重建及其效益分析[J]. 广西植物, 1999, 19(3): 215– 220.

[ 20] 刘国彬. 黄土高原草地土壤抗冲性及其机理研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(1): 93– 94.

[ 21] 张成娥, 陈小利. 黄土丘陵区不同撾荒年限自然恢复的退化草地土壤养分及酶活性特征[J]. 草地学报, 1997, 5(3): 195 – 200.

[ 22] 陈奇伯, 王克勤, 等. 金沙江干热河谷不同类型植被改良土壤效应研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 109– 113.

[ 23] 王国梁, 刘国彬, 等. 黄土丘陵区纸坊沟流域植被恢复的土壤养分效应[J]. 水土保持通报, 2001, 22(1): 1– 5.

[ 24] 王国梁, 刘国彬, 等. 黄土丘陵区小流域植被建设的土壤水文效应[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 339– 344.

[ 25] 赵世伟, 周印东, 等. 子午岭北部不同植被类型土壤水分特征研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 119– 122.

[ 26] 卜崇峰, 刘国彬, 等. 纸坊沟流域狼牙刺对土壤物理性状的影响[J]. 水土保持研究, 2003, 10(2): 25– 27.

[ 27] 阮成江, 李代琼. 黄土丘陵区沙棘群落特征及林地水分、养分分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1061– 1064.

[ 28] 张伟华, 关世英, 等. 不同恢复措施对退化草地土壤水分和养分的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(4): 31– 35.

[ 29] 程积民, 邹厚远. 封育刈割放牧对草地植被的影响[J]. 水土保持研究, 1998, 5(1): 36– 54.

[ 30] 张俊远, 侯光维, 等. 嘉陵江上游水土流失区退耕地生物篱治理模式研究[J]. 四川林业科技, 2001, 22(2): 32– 36.

[ 31] 王明玖, 卫智军, 等. 不同处理措施对退化人工羊草草地土壤物理性状的影响[J]. 内蒙古草业, 1996, 1(2): 45– 48.

[ 32] 侯扶江, 肖金玉, 等. 黄土高原退耕地的生态恢复[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 923– 929.

[ 33] 张成娥, 陈小利. 黄土丘陵区不同撾荒年限自然恢复的退化草地土壤养分及酶活性特征[J]. 草地学报, 1997, 5(3): 195 – 200.

[ 34] 傅伯杰, 王军, 等. 黄土丘陵区土地利用结构对土壤水分的影响[J]. 中国科学基金, 1999, (4): 225– 227.

[ 35] 傅伯杰, 马克明, 等. 黄土丘陵区土地利用结构对土壤养分分布的影响[J]. 科学通报, 1998, 43(22): 2444– 2448.

[ 36] 王军, 傅伯杰. 黄土丘陵区小流域土地利用结构对土壤水分时空分布的影响[J]. 地理学报, 2000, 55(1): 84– 91.

[ 37] 刘梦云, 寇宝平, 等. 安塞小流域土壤养分分布特征研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2002, 30(6): 21– 24.

[ 38] 郑粉莉, 贺秀斌. 黄土高原植被破坏与恢复对土壤侵蚀演变的影响[J]. 中国水土保持, 2002, (7): 21.

[ 39] 翟明普. 西北地区植被恢复与建设的原则[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(1): 60– 63.

[ 40] 陈云明, 刘国彬, 等. 黄土丘陵半干旱区人工沙棘林水土保持和土壤水分生态效益分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1389– 1393.

[ 41] 吴玉环, 程国栋, 等. 苔藓植物的生态功能及在植被恢复与重建中的作用[J]. 中国沙漠, 2003, 23(3): 216– 220.

[ 42] 王晗生, 刘国彬. 植被结构及其防止土壤侵蚀作用分析[J]. 干旱区资源与环境, 1999, 13(2): 62– 68.

[ 43] 曹世杰, 王小青, 等. 蒙山几个树种改良土壤物理性状的作用探讨[J]. 山东林业科技, 2002, (5): 10– 11.

[ 44] 王政权, 王庆成. 森林土壤物理性质的空间异质性研究[J]. 生态学报, 2000, 20(6): 945– 950.

[ 45] 吕贻忠, 李保国, 等. 鄂尔多斯不同地形下土壤养分的空间变异[J]. 土壤与环境, 2002, 11(1): 32– 37.

[ 46] 张继义, 赵哈林. 植被( 植被群落) 稳定性研究评述[J]. 生态学杂志, 2003, 22(4): 42– 48.

[ 47] 张雷明, 上官周平. 土高原土壤水分与植被生产力的关系[J]. 干旱区研究, 2002, 19(4): 59– 63.

[ 48] 安树青, 等. 土壤因子对次生森林群落演替的影响[J]. 生态学报, 1997, 17(1): 45– 50.

[ 49] 余树全, 李翠环, 等. 千岛湖天然次生林群落生态学研究[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(2): 138– 142.

[ 50] 孙长忠, 黄宝龙, 等. 黄土高原沟坡次生植被与土壤营养现状的关系[J]. 林业科技研究, 1998, 11(3): 330– 334.

[ 51] 安树青, 等. 土壤因子对次生森林群落物种多样性的影响[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15(2): 143– 150.

[ 52] 相辉, 岳明. 陕北黄土高原森林植被数量分类及环境解释[J]. 西北植物学报, 2001, 21(4): 726– 731.

[ 53] 李阳兵, 魏朝富, 等. 土地利用方式对岩溶山地土壤种子库的影响[J]. 山地学报, 2002, 20(3): 319– 324.

[ 54] 王相磊, 周进, 等. 洪湖湿地退耕初期种子库的季节动态[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 352– 359