

恢复生态学与退化生态系统的恢复

*

彭少麟

(中国科学院广州分院 广州 510070)

摘要 恢复生态学是新兴的生态学分支学科,文章论述了恢复生态学的产生及发展,介绍了退化生态系统的类型及植被恢复与重建的方法与步骤。

关键词 恢复生态学,退化生态系统,恢复

1 恢复生态学的产生及发展

人类在改造和利用自然的过程中,伴随着对自然环境产生的负面影响,长期的工业污染、大规模的森林砍伐以及将大范围的自然生境逐渐转变成农业和工业景观,形成了以生物多样性低、功能下降为特征的各式各样的退化生态系统。生态恢复是保证经济可持续发展的需要,更是人类生存的需要。由此,恢复生态学应运而生,并成为生态学界乃至政府部门关注的焦点。

恢复生态学是 Aber 和 Jordan 两位英国学者于 1985 年提出的。按照美国生态恢复学会 (Society for Ecological Restoration) 的详细定义,生态恢复是帮助生态整体 (Ecological Integrity) 恢复和管理的过程,生态整体包括生物多样性、生态过程和结构、区域、历史的环境以及可持续的耕作实践等的临界变异范围。国际权威杂志 *Science* 曾设专栏讨论生态恢复在当今生态学研究领域的发展、作用和前景,肯定了恢复生态学理论和实践在停止和恢复退化土地的出现而伴随的生物多样性急剧下降的作用,认为生态恢复必将为人们提供如何组建生态群落和认识生态系统功能动态的途径。

美国恢复生态学会在 1998 年召开的年会中安排了三个报告:生态恢复的教育、牧场的生态恢复和跨越边界的生态恢复。第一次把生态恢复教育摆在非常重要的位置,强调在大众中进行恢复生态学教育的重要性和紧迫性。许多恢复生态学工作者越来越认识到,恢复生态学的研究工作不但有助于生态学家认识生态系统的基本结构和功能,而且还能有效地改变普通公民的生态意识和对环境的态度,并了解人类应如何与自然界建立良好的互惠关系。环境生态恢复的实践是教育和学习最有效的工具。

恢复生态学的迅速发展及该学科与人类经济、社会及文化活动密切相关的特点,吸引了越来越多其它学科的学者加入该领域,从而推动了该学科的更快发展。恢复生态学在不同的生

* 中国科学院广州分院副院长,华南植物研究所研究员,中山大学首席教授
收稿日期:2000 年 1 月 20 日

命系统层次上的研究,除发展了该学科的理论外,还突出了其显著的应用特征。退化生态系统的恢复无论对改善区域环境,还是对生态系统生产力的提高均有极其重大的意义。

2 退化生态系统的类型

自然干扰和人类干扰形成的退化生态系统类型繁多,主要有:

(1) 裸地。裸地(barren)或称为光板地,通常具有较为极端的环境条件,或是较为潮湿,或是较为干旱,或是盐渍化程度较深,或是缺乏有机质甚至无有机质,或是基质移动性强等。

裸地可分为原生裸地(primary barren)和次生裸地(secondary barren)两种。原生裸地主要是自然干扰所形成的,而次生裸地则多是人为干扰所造成的。

(2) 森林采伐迹地。森林采伐迹地(logging slash)是人为干扰形成的退化类型,其退化状态随采伐强度和频度而异。

据世界粮农组织调查,1980—1990年全球森林每年以1 100—1 500万公顷的速度在消失。联合国、欧洲、芬兰有关机构联合调查研究预测,1990—2025年,全球森林每年将以1 600—2 000万公顷的速度消失。与最后一季冰川期结束后相比,原始森林覆盖面积的减少百分比,亚太地区88%,欧洲62%,非洲45%,拉丁美洲41%,北美39%。七个森林大国中,巴西、中国、印尼和刚果(金)的森林面积每年以0.1%—1%的速度递减。俄罗斯、加拿大和美国以每年0.1%—0.3%递增。目前世界原始森林已有2/3消失。

中国现有林用地2.6亿公顷,森林覆盖率仅为13.92%。在十大自然资源中,森林资源最为短缺,人均占有森林面积仅相当于世界平均水平的11.7%。50年代初期,海南岛森林面积为25.7%,现在只有7.25%;西双版纳为55.5%,现在只有28%。50年来,长江上游生态林已损毁过半。

(3) 弃耕地。弃耕地(abandoned till, sidcard cultivated)是人为干扰形成的退化类型,其退化状态随弃耕的时间而异。

(4) 沙漠。沙漠(desert)可由自然干扰或人为干扰形成。按目前荒漠化的发展速度,未来20年内全世界将有1/3的耕地会消失。

目前全球荒漠化土地面积达3 600万平方公里,占陆地面积的1/4,并以每年15万平方公里速度扩展(比整个美国纽约州还大);100多个国家和地区的12亿多人受到荒漠化的威胁;36亿公顷土地受荒漠化的影响,每年造成直接经济损失420多亿美元。

我国已成为世界荒漠化面积最大、分布最广、危害最严重的国家之一。荒漠化土地面积超过10亿公顷,占国土面积近1/3。据中、加、美国合作项目的研究,1998年中国荒漠化灾害造成的直接经济损失约为541亿人民币。

(5) 采矿废弃地。采矿废弃地(mine derelict)是指采矿活动破坏的、非经治理而无法使用的土地。主要可分为四类: ①由剥离表土、开采的废石及低品位矿石堆积所形成的废石堆废弃地; ②随着矿物的开采形成大量的采空区域,即开采坑废弃地; ③利用各种分选方法选出精矿后的剩余物排放形成的尾矿废弃地; ④开采石料而形成的采石矿废弃地。

根据地矿部门的初步统计,到1996年为止,我国共有近万座大中型国营矿山,30余万座乡镇经营和个人开采的矿山,总计已形成200多万公顷的废弃地,现每年约以2.5万公顷的速度

继续扩大。大面积的矿山废弃地毁坏了大片森林草地和农田,将生产用地变成非生产性用地;废弃地还造成水土流失,同时又是巨大的污染源。因此,废弃地的整治在退化生态系统的恢复与重建中具有重要的位置。

(6) 垃圾堆放场。垃圾堆放场(wastes stack bank)或堆埋场是家庭、城市、工业等堆积废物的地方,是人为干扰形成的。

3 退化生态系统植被的恢复与重建

植被恢复是重建生物群落的第一步,是以人工手段促进植被在短时期内得以恢复。不同的退化生态系统的恢复其技术与步骤是不同的,但都必须遵循生态学原理和演替规律进行。

3.1 极度退化生态系统的恢复

极度退化的生态系统,其特点是土地极度贫瘠,理化结构差。由于这类生态系统总伴随着严重的水土流失,反复的土壤侵蚀,更加剧了生境的恶化,因而极度退化的生态系统是无法在自然条件下恢复植被的。对这类生态系统的整治,第一步就是控制水土流失。

中国南方红壤区域中,严重水土流失区域会出现崩岗等严重的水土流失现象,如广东德庆县崩岗面积只占水土流失总面积的 17%,流失量却占总流失量的 60% 以上。其治理应采取工程措施和生物措施相结合的方法,先控制水土流失,再进行植被的重建。

对极度退化生态系统的重建,采取有针对性地进行综合治理是很必要的。早期适宜的先锋植物种类对退化生态系统的生境治理具有重要的作用。在后期进行多种群的生态系统构建时,更要注意构建种类的选取。根据对广东鹤山五个七年生的人工林群落的研究发现:多样性高的混交林群落,趋于形成复杂的层次结构,能较好地利用直射、反射、散射和透射光,总体光合量大。由于不同树种的混生,可以改善土壤和林分的光照、水分状况;落叶中所含的不同灰分物质,可以丰富土壤的营养,提高土壤肥力;树种的多样性高又有多层的根系,加速了物质的循环;多层的林木结构栖息多样的动物,可以制约虫灾的突然发生。然而,混交林虽具有明显的优点,但由于需投入较多的人力物力,因而极大地影响了营造混交林的数量和质量,且往往难以成功。鹤山的混交林,采用了相当部分的豆科树种与其它阔叶树混交。由于豆科植物有较强的固氮能力,在很贫瘠的土地上可快生速长,因而与其它树种混栽后能较快地改变生态环境,在一定程度上也促进了其它树种的生长。因此利用豆科树种与乡土树种混交,是一种有效的造林途径。

3.2 次生林地生态系统的恢复

次生林地生态系统一般生境较好,或是植被刚被破坏而土壤尚未被破坏,或是次生裸地而已有林木生长,因而其恢复的步骤是按植被群落的演替规律,人为促进顺行演替发展。

(1) 封山育林。这是简便易行、经济省事的措施。中国南方封山育林可为阔叶树种创造适宜的生态条件,促使被破坏的林地的林木生长,或针叶林逐渐顺行演替为保持土地能力较高的针阔叶混交林,进而顺行演替为地带性的季风常绿阔叶林。

(2) 林分改造。为了促使森林的顺行快速演替,可对处于演替早期阶段的林地进行林分改

造。如南方马尾松疏林或其它先锋林中补种椎栗、木荷、黧蒴或樟树等, 以促使针叶林快速顺行演替为高生态效益的针阔叶混交林, 进而恢复季风常绿阔叶林。

(3) 透光抚育。即在先锋林中, 对已生长着的一些建群树种进行透光抚育, 或择伐一些先锋树种的个体, 以促进建群种的生长, 尽早形成地带性植被, 顺行演替为生态效益最高的地带性顶极群落。

次生裸地成林后的群落动态是与演替的发展相一致的。中国科学院鹤山定位站五个不同类型的人工林长期动态定位研究表明, 五个人工林群落的自然演替方向是一致的。这些群落种林下种类组成均趋于复杂, 原旱生性的禾草消退, 一些地带性顶极群落的先锋种和建群种的幼苗以至小树可见于林下, 在自然状况下会逐渐向地带性的亚热带季风常绿阔叶林发展。但五个人工林群落的演替速度并不一致。在混交林群落中由于有部分顶极种, 林中环境相对较为接近的地带性常绿阔叶林, 有利于后者所具有的自然种类的生成, 从而促进了演替的发展, 演替速度相对较快。马占相思林和大叶相思林以及马尾松林和湿地松林, 演替速度则相对较慢。尤其后两个群落, 结构仍较开敞, 生境较差, 自然种群的入侵现象不明显, 演替的发展将更缓慢。由于这些先锋种类的生长和发展, 已在不同程度上改善了群落的环境条件, 这为林分改造提供了良好的条件。

3.3 废矿地生态系统的恢复

采矿地的生态重建应以恢复生态学作为它的理论基础。通常处理的步骤是先用物理法或化学法对废矿地生态系统进行处理, 消除或减缓尾矿、废石对生态系统恢复或重建的物理化学影响, 再铺上一定厚度的土壤。若矿物具有毒性, 还需有隔离层再铺土, 然后种上植物。对废矿地或其它污染造成的退化生态系统的植被恢复, 还要注意以下的两方面的技术。

(1) 化学改良: 化学改良主要是指化学肥料、EDTA(乙二胺四乙酸)、酸碱调节物质及某些离子的应用。速效的化学肥料易于淋溶, 收效不大, 缓效肥料往往能取得较好的效果。在管理方便的情况下, 可以少量多次地施用化学肥料。EDTA 主要被用来络合含量高的重金属离子使之对植物的毒害有所减轻。研究还发现, 金属阳离子的毒性可由 Ca^{2+} 的作用而趋于缓和, 富钙废弃物中许多金属的毒性是属于低强度的。钙离子的存在也会减轻铬酸盐的毒性, 这种作用不依附于 pH 值变化和可溶性现象。酸性较高的基质, 可以施放石灰石渣滓、熟石灰等予以中和, 这样往往能取得满意的效果, 碱性废物如发电站灰渣可用于改良酸废土。对于碱性基质, 可以施用硫磺、硫酸亚铁及稀硫酸等。近期的一些研究还发现, 磷酸盐能有效地控制伴硫矿物酸的形成, 因而, 磷矿废物亦可用于改良含硫废弃地。

(2) 有机废物的应用: 污水污泥、泥炭、垃圾及动物粪便等富含 N、P 有机质, 它们被广泛地应用于改良矿业废弃地, 其作用是多方面的。首先是它们富含养分, 可以改善基质的营养状况; 其次是它们含有大量的有机质, 可以螯合部分重金属离子缓解其毒性; 再次是这些改良物质与基质本身便是一类固体废弃物, 这种以废治废的做法具有很好的综合效益。试验证明, 污水污泥等往往比化学肥料的改良效果更好。

3.4 沙漠的植被恢复

沙漠或荒漠的植被重建首先应充分利用地下水和其它水资源来营造绿地。一般在无林地

段,首先计划在有利的地形引水建立人工林。根据林木的特性,人工诱导其根系伸展到地下水层,即行停止灌溉,使之依靠浅地下水维持林木生长,原来供灌溉的水源随之转移到新的营林地点,用以继续扩大绿地面积。充分利用自然降水和其它水源,小型分散地进行人工地形集水,遵循荒漠自然植丛侵移规律,因势利导,营造绿地。如中国新疆营造怪柳实生幼林,必须在夏季高温时利用洪灌或集流造成的小范围淤积,而梭梭则只能选择冬雪分布区,在早春短命植物可以繁生的范围造林,并利用入冬后化雪前的季节播种;春天可配合土壤熵的活动在荒漠区营造绿地。

荒漠植被恢复策略,不应该首先着眼于中生性用材林的营造,而应以耐旱灌木为主体绿地的营造,以林地为首要目标,以林、牧、农结合的原则安排轻重缓急。并应以灌草为主,适当搭配乔木种类,尤其应着力于多年生灌木的选择,种类组成力求多样化。

荒漠区用栽植苗木的方式恢复植被相对是比较困难的,利用自然环境潜力,根据荒漠植丛自然侵移规律改善和建设生态环境,因势利导促进原有荒漠植丛的扩展应是扩大绿地覆盖,恢复植被的根本对策之一。

簇生和簇播是荒漠自然植被恢复的有效措施之一,如前苏联,近 80 年来沙地造林普遍采用的是簇植方式,每公顷面积内设置 800—1 000 个小块,每个小块面积为 $2 \times 2\text{m}^2$ 或 $3 \times 3\text{m}^2$,其中均匀种植 20 株苗木,这样可促进小块区迅速形成丛郁闭,但丛间却维持一定距离,使每一树簇都能得到充足的光照。由于每一团块的簇生苗株互相间提供荫蔽,局部改变水热风沙条件,因而能较迅速生长。此外,亦采用每苗施 150 克湿泥炭,或同时加入磷钾肥于泥炭中,以提高保湿能力和增加肥力,泥炭施放深度在 40—70cm 之间。这种植被恢复措施已取得良好效果。

参考文献

- 1 Bloom S. The recovery process in damaged ecosystems, 1980: 141—151.
- 2 Cairns J J. Recovery and restoration of damaged ecosystems, Charlottesville: Virginia Uni. Press, 1977.
- 3 Cairns J J. (Ed.) The Recovery process in damaged ecosystems, Ann Arbor Science Publishers Inc., 1980.
- 4 Jordan W J. Gilpin M E., Aber J D. Restoration Ecology, Cambridge Univ. Press, 1987.
- 5 王伯荪,彭少麟. 植被生态学,北京:中国环境科学出版社,1996.
- 6 余作岳,彭少麟. 热带亚热带恢复生态学,广州:广东科技出版社,1996.
- 7 彭少麟. 恢复生态学及植被重建. 生态科学, 1996, 15(2): 26—31.
- 8 彭少麟. 恢复生态学与热带雨林的恢复. 世界科技研究与发展, 1997, 19(3): 58—61.
- 9 Parham W. (Ed.), Improving degraded lands: promising experience from south China, Honolulu: Bishop Museum Press, 1993.
- 10 中国-加拿大水土保持协作组编. 广东省水土保持研究,北京:科学出版社,1989. 3—6.
- 11 广东省科学院丘陵山区综合科学考察队主编. 广东山区水土流失及其治理,广州:广东科技出版社,1991.