

试论首都圈地区防沙治沙中的生态学问题

陈玉福 蔡强国

(中国科学院地理科学与资源研究所 北京, 100101)

摘要 近年来,中国北方地区强沙尘暴日益加剧,对首都北京的生态环境构成了威胁。首都圈农牧区人口和畜牧业压力过高,造成对土地的过度开垦利用,从而导致严重的土地荒漠化。以恢复重建自然植物群落为主的生态系统恢复是首都圈防沙、治沙的根本措施。本文就植被的生态需水规律、环境异质性对植被格局的影响、生态系统恢复的参照植被的建立和草地的退化程度与植被恢复的关系等4个方面进行了探讨。提出可持续发展应该作为首都圈防沙、治沙的目标,并讨论了生态学研究在可持续发展中的重要性。

关键词 首都圈 沙尘暴 荒漠化 生态系统恢复 可持续发展

A Tentative Discussion on the Ecological Problems in Combating Desertification in the Surrounding Areas of Beijing

CHEN Yufu CAI Qiangguo

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing, 100101)

Abstract The ever-increasing dust storms in northern China over the past decades have constituted a threat to the ecological security of Beijing, the capital of China. The human-induced land degradation due to the overpopulation pressure and the excessive land utilization is responsible for such a situation. Ecological restoration based on re-establishing natural plant communities seems to be a fundamental measure in combating desertification. In this paper, four problems on ecological restoration are discussed, i. e., the water demand of vegetation, the impact of environmental heterogeneity on vegetation pattern, the establishment of reference vegetation and the degradation degree of grassland. The sustainable development is proposed as the goal of desertification combat in the surrounding areas of Beijing.

Key words Beijing dust storm desertification ecological restoration sustainable development

沙尘暴一直是困扰中国北方地区的一个环境问题。沙尘暴极具破坏性,所经之处狂风大作,沙尘滚滚,往往造成重大经济损失和人员伤亡(杨根生等,2000)。这一问题的存在由来已久,而近年来愈演愈烈,大范围的强沙尘暴多次波及北京及其周边地区,其危害尤为严重,它不但污染北京的环境,影响交通,造成重大经济损失,甚至将会危及首都北京的生态安全,所以这一现象不容忽视。首都圈地区的防沙治沙研究和工程已迫在眉睫。

首都圈沙尘暴的发生与大尺度上的天气系统和气候变化密切相关(叶笃正等,2000;邹旭恺等,2000;全林生等,2001),同时,也反映出首都圈地区

存在的生态环境问题。据观测,对首都构成威胁的主要沙尘源是位于内蒙古中部和河北省北部的退化草地、撂荒耕地及旱作耕地(叶笃正,2000)。因此,上述环绕北京北部的沙尘源区和北京市周边郊区在防沙、治沙研究中被称为首都圈。要减少和降低首都圈沙尘暴的频度和强度,改善首都圈地区的生态环境,恢复重建该区自然景观是关键。

1 首都圈沙尘暴逐渐升级的根源

土地荒漠化是首都圈沙尘暴逐渐升级的根源。沙尘暴形成的条件有3个:①强劲的大风;②地表沙尘源;③低空大气不稳定的乱流(瞿章等,1997)。据

观测,对首都构成重大威胁的主要沙尘源是内蒙古中部和河北省北部的沙化发展区(叶笃正等,2000)。中国北方地区近50 a的强沙尘暴天气发生频率逐渐上升,主要是由同期中国北方地区沙化扩展速率逐渐加快所造成的(邹旭恺等,2000)。荒漠化是指在干旱、半干旱和干燥亚湿润地区,由气候和人类活动等各种因素造成的土地退化(ICCD,1994),是一个全球性的环境问题。中国是世界上荒漠化较为严重的国家之一,其荒漠化土地主要分布在广阔的北方内陆。

土地荒漠化的直接原因是多年生植物盖度的下降和植被结构的简单化(WMO,1983)。而植被的破坏将导致土壤理化性状恶化、地表粗糙度降低、土壤侵蚀和干旱程度加剧、土壤稳定性和生产力下降等一系列后果(Le Houérou,1996)。严重的荒漠化将造成物种的丧失,生物多样性降低,从而使生态系统功能严重受损(Dobson等,1997)。虽然干旱、半干旱区的降水具有较大的变异和波动,但造成荒漠化的主要原因是人类活动(Le Houérou,1996)。人口增长导致对土地的过度开垦、对草地的过度放牧和超载等是造成中国北方荒漠化的最主要原因(朱震达,1998)。上述影响首都的主要沙尘源位于内蒙古锡林郭勒盟、河北省张家口市和承德市。这三个地区的人口在近50 a内增长快速,尤其是锡林浩特盟增长了近三倍半。快速增长的人口势必对有限的土地资源造成日益加剧的压力,例如,从1987年至1999年,锡林浩特盟养羊的总数从6 840 408只增加到16 521 707只,增长了一倍多(内蒙古自治区统计局,1988,2000)。张家口市和承德市养羊的总数在1990年至1999年间也都增长了50%左右(河北省人民政府办公厅等,1995,2000)。过高的人口和畜牧业压力导致这些地区的土地沙化。河北省坝上地区草原由20世纪50年代初的 $86 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 减少到目前的 $51 \times 10^4 \text{ hm}^2$,耕地由20世纪50年代初的 $40 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加到目前的 $70 \times 10^4 \text{ hm}^2$,造成33%的土地沙化(田魁祥等,2001)。内蒙古锡林郭勒盟的退化草地占可利用草地的41.2%(内蒙古草地资源编辑委员会,1990)。

2 首都圈防沙治沙的根本措施

生态系统恢复是首都圈防沙治沙的根本措施。尽管荒漠化的症结在于人口过多对土地造成压力(Fan等,2001),但人口过多的状况一时尚难以得到缓解,而自然生态系统已经遭到极大的破坏,因此,恢复自然生态系统和制定符合生态学原理的管

理策略是目前保证首都圈生态环境安全的紧要任务。

生态系统恢复中最主要的问题就是重建自然植物群落,因为植被是生态系统的基础和生产者(Palik等,2000)。植被是陆地景观中一个非常重要的土地覆盖类型,作为生态系统的初级生产者,它是健康的生态系统的标志。首都圈地区的植被恢复需要考虑生态需水、环境异质性、参照植被和退化程度几个问题。

2.1 生态需水

首都圈大部分地区位于干旱、半干旱区,水资源是环境问题的焦点。干旱、半干旱区的降水年际间具有较大的变异性,加之人类社会经济活动对水资源的大量消耗,导致生态用水不足,植被因之衰减。在干旱、半干旱气候条件下,水是决定植被组成和分布格局的关键因子(Guerrero-Campo等,1999),因此,了解土壤水分收支状况和不同植物的耗水量是植被恢复非常重要的前期工作。土壤水分收支平衡决定了植树种草的可行性,试图建立使土壤水分超支的植被的做法是不可取的。

植物生长所需水分主要来自降水、地表水和地下水,地带性植被主要依靠降水来维持其生长,而非地带性植被则需要有地表水和地下水的补给才能维持。在首都圈地区植树种草,防沙治沙,必须要考虑到这一点。例如,在典型草原区内的沙地中种树往往不容易成功,因为地表水缺乏,使幼苗难以成活,不能迅速建立强壮的根系,而无法利用地下水。所以,在进行还林还草的恢复措施时,首先必须要了解降水和土壤地表水与地下水资源状况。

2.2 环境异质性

生态系统是生物与环境相互融合构成的有机整体,二者相互影响,共同发育。空间异质性是生态系统的固有特征,是景观生态学研究的核心问题(Turner,1989)。生态系统的空间异质性是由环境因子的空间异质性所引起的,环境异质性所导致的最明显的结果就是植被的空间分异。植被格局受控于气候因子和土壤特性的变化,首都圈地区自北向南分布着荒漠草原、典型草原和落叶阔叶林等地带性植被类型,主要是由大尺度上的气候特征所决定的,而除了这些类型之外,局部地区还分布着沼泽、沙地植被等非地带性植被,主要是土壤性质的变化所引起的。地貌通过影响气候因子和土壤特性而对植被产生重要的作用(中国植被编辑委员会,1995)。海拔、坡度、坡向和母质等地貌特征影响气温和地

温,以及土壤水分和养分状况,从而影响植被的组成与结构(Swanson 等,1988)。因此,气候、土壤和地貌因素的空间异质性特点是首都圈植被恢复中必须考虑的环境因素。

2.3 参照植被

生态系统恢复中的参照植被是指由特定地区的气候、土壤、地貌等自然条件所决定的潜在的天然植被类型。参照植被是植被恢复的目标,也是评价植被恢复参照的标准(Aronson 等,1995)。确定植被恢复的参照状况是生态系统恢复中的重要问题(Pickett 等,1994;Fulé 等,1997)。

一个地区的参照植被应该是什么,主要取决于两方面的因素:①该地区的气候、土壤、地貌等自然地理因素;②植物物种的生态地理特性。自然地理因素对植被的影响已如上述,植物地理分布规律反映了植物对环境因素的适应性,应作为确立参照植被的基础。参照植被的确定需要分析特定地区的自然环境和人类活动的历史演变过程,掌握植被演替规律。

首都圈地区的地带性植被包括草原和落叶阔叶林两大植被型,并混有温性针叶林(中国植被编辑委员会,1995)。草原主要位于内蒙古中部锡林郭勒高原和河北省坝上高原,落叶阔叶林位于北京市和河北省北部山地、丘陵地区。大针茅(*Stipa grandis*)、克氏针茅(*S. krylovii*)是该区典型草原的主要建群种,但在过度放牧的典型草原区,糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)等往往成为建群种。另外,典型草原区内还分布着非地带性植被类型,如各种草甸和沼泽,以及对首都圈防沙治沙特别重要的处于不同演替阶段的沙地植被,如沙地先锋植物群落、半灌木沙蒿群落、沙生灌丛群落和沙地榆树疏林等。该区的落叶阔叶林以辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、槲栎(*Q. aliena*)等栎类为建群种,针叶林主要是油松(*Pinus tabulaeformis*)林,这些植被经人为破坏出现次生灌草丛。

2.4 退化程度

首都圈大部分地区年降水量在150~450 mm范围内,地带性植被类型为温带草原。这些地区由于人口压力所致的过度开垦和放牧造成土地沙化不断加剧,成为影响首都的主要沙源。所以,尽快恢复退化的草地是首都圈防沙治沙的关键。

温带草原是以多年生旱生草本植物为主要组成的植被类型,这些多年生植物多为家养牲畜所喜食,称为饲草植物^{王立数据}。如果放牧过度的话,这些饲草植物所

产生的种子和幼苗数量就会受到影响,种群年龄结构趋于老化,进而,一些非饲草植物或有害的植物可能会取而代之成为退化草地的优势植物,最终导致地表裸露,土壤结构遭到破坏(Milton 等,1994)。过度放牧引起的土地沙漠化是一个逐步退化的过程,必须根据土地退化程度制定相应的治理措施。草地对过度放牧的最初反应往往是植物种群年龄结构的变化,通过对比饲草植物与非饲草植物的种群动态,决定是否采取季节性放牧、轮牧、控制放牧强度等措施来缓解放牧压力。如果继续过度放牧,使生物多样性和生产力下降,将导致畜牧业减产,同时,需要围封禁牧和人工种植植物以恢复生产力,而造成更大的经济损失。更严重的过度放牧将导致多年生植物盖度的下降,加重土壤侵蚀,这时候不采取改善土壤理化性质的措施,就无法恢复原有的动植物种群和生产力。在极度退化的地方,地表完全裸露,土壤侵蚀和盐渍化等问题严重,其恢复重建过程缓慢,耗资巨大(Milton 等,1994)。

3 首都圈防沙治沙的目标

可持续发展是首都圈防沙治沙的目标。可持续性是指在自然资源的开采利用中,不使所开采的系统或任何相邻的系统发生退化,也就是说,利用的标准不超出生态学所允许的界限(Lubchenco 等,1991)。可持续性的概念是当代一个热门话题,它反映了人们对人类活动所造成的环境问题的广度和深度的普遍认识,这些环境问题已经威胁到地球生命支持系统的可持续性。可持续发展听起来有点矛盾,发展是人类社会的目标,而可持续性似乎有碍于这个目标的实现。在人口较多,资源匮乏的地区,要实现资源利用的可持续性,发展几乎是不可能的。然而,自然生态系统是人类赖以生存与发展的基础,在自然生态系统遭到极度破坏的地区,实际上已经丧失了可持续发展的基础。

将自然环境和资源完全保护起来不加利用,可以保证生态环境安全,但在人口爆炸的今天,人类无法做到这一点。实际上,人类活动的影响已遍布地球的每一个角落。要在首都圈地区,既实现经济繁荣,又保证生态环境安全,就必须掌握其中的生态学规律,以将人类活动对生态环境的破坏降低到最低限度,指导严重退化地区的恢复重建。因而,生态学研究对于可持续发展是非常必要的,其在探测自然生态系统的状态,指导和评价生态系统管理决策,以及设计可持续发展系统等方面都起着关键性的作用。

(Meyer 等, 1993)。

可持续发展要求生态学研究采取一种更加广泛的针对问题的系统论观点, 特别是要将人作为生态系统的一个组成要素。生态学途径只是解决首都圈

地区生态环境问题的途径之一, 因为这个问题的诱因还包括社会、政治、经济因素。控制人口增长、消费理念的改变和对环境价值的认识等对于首都圈环境的生态系统非常重要(图 1)。

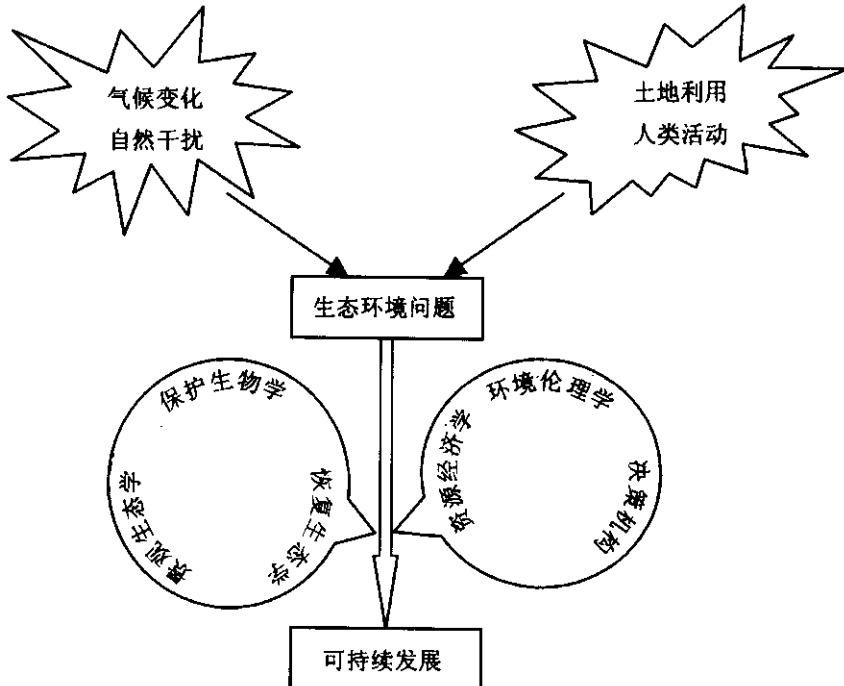


图 1 生态环境问题的起因与可持续发展的途径

Fig. 1 Causes of eco-environmental problem and approach to sustainable development

4 结论

首都沙尘暴预示着一个严重的生态环境安全问题, 这一问题说明了首都圈地区的土地荒漠化已不容忽视。土地荒漠化是由于长期的人类活动所引发并不断加剧的过程, 这一过程导致生态系统的逐步退化, 生态系统公益价值丧失。过高的人口和畜牧业压力是导致首都圈地区土地荒漠化的主要原因。首都圈的防沙治沙应依靠成功地再造自然景观, 走生态恢复的道路。因此, 恢复受到破坏的自然生态系统和制定合理的土地利用规划, 是遏制首都圈沙尘暴继续肆虐的必要措施。

植被恢复是首都圈生态系统恢复的关键。首都圈的植被恢复必须要考虑植被的生态需水规律、环境异质性对植被格局的影响、土地退化过程和植被恢复的参照状况等 4 个方面的问题。在新的世纪里, 首都圈所面临的是一个可持续发展的问题, 这是整个人类所面临的挑战, 这不仅仅是一个科学问题, 同时也是一个政治和经济问题。加强可持续发

展的生态学基础理论研究是必要的基础工作。

参 考 文 献

河北省人民政府办公厅, 河北省统计局. 1995. 河北农林统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 378~380.

河北省人民政府办公厅, 河北省统计局. 2000. 河北农林统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 417~419.

瞿章, 许宝玉, 贺慧霞等. 1996. 中国沙尘暴灾害的概况和对策. 见: 方宗义, 朱福康, 江吉喜, 钱正安编. 中国沙尘暴研究. 北京: 气象出版社, 155~158.

内蒙古草地资源编辑委员会. 1990. 内蒙古草地资源. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 460.

内蒙古自治区统计局. 1988. 内蒙古统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 401.

内蒙古自治区统计局. 2000. 内蒙古统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 358.

全林生, 时少英, 朱亚芬等. 2001. 中国沙尘暴变化的时空特征及其气候原因. 地理学报, 56(4): 477~485.

田魁祥, 马七军, 李慧英. 2001. 干旱地区草业恢复与沙漠化防治. 见: 田魁祥, 马七军主编. 草业恢复与沙漠化防治. 北京: 气象出版社, 1~4.

杨根生, 拓万权. 2000. 沙尘暴. 大自然探索 (6) 32~34.

叶笃正, 丑纪范, 刘纪远等. 2000. 关于我国华北沙尘暴的成因与治理对策. 地理学报, 55: 513~521.

中国植被编辑委员会. 1995. 中国植被. 北京: 科学出版社, 19~27.

朱震达. 1998. 中国土地荒漠化的概念、成因与防治. 第四纪研究, (2): 145~155.

邹旭恺, 王守荣, 陆均天. 2000. 气候异常对我国北方地区沙尘暴的影响及其对策. 地理学报, 55 (增刊): 169~176.

Aronson J, Dhillon S, Le Floc'h E. 1995. On the need to select an ecosystem of reference, however imperfect: a reply to Pickett and Parker. *Restoration Ecology*, 3: 1~3.

Dobson A P, Bradshaw A D, Baker A J M. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science*, 277: 515~522.

Fan S, Zhou L. 2001. Desertification control in China: Possible solutions. *Ambio*, 30: 384~385.

Fulé P Z, Covington W W, Moore M M. 1997. Determining reference conditions for ecosystem management of southwestern ponderosa pine forests. *Ecological Applications*, 7: 895~908.

Guerrero-Campo J, Alberto F, Hodgson J et al. 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain. I. Interactions with topographic factors and soil erosion. *Journal of Arid Environments*, 41: 401~410.

ICCD. 1994. International convention to combat desertification. New York: United Nations General Assembly.

Le Houérou H N. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments*, 34: 133~185.

Lubchenco J, Olson A M, Brubaker L B et al. 1991. The sustainable biosphere initiative: An ecological research agenda. *Ecology*, 72: 317~412.

Meyer J L, Helfman G S. 1993. The ecological basis of sustainability. *Ecological Applications*, 3: 569~571.

Milton S J, Dean W R J, Plessis M A et al. 1994. A conceptual model of arid rangeland degradation. *BioScience*, 44: 70~76.

Palik B J, Goebel P C, Kirkman L K et al. 2000. Using landscape hierarchies to guide restoration of disturbed ecosystems. *Ecological Applications*, 10: 189~202.

Pickett S T A, Parker V T. 1994. Avoiding the old pitfalls: opportunities in a new discipline. *Restoration Ecology*, 2: 75~79.

Swanson F J, Kratz T K, Caine N et al. 1988. Landform effects on ecosystem pattern and processes. *BioScience*, 38: 92~98.

Turner M G. 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20: 171~197.

WMO. 1983. Meteorological aspects of certain processes affecting soil degradation—especially erosion. Technical Note, 178.