

# 沙尘暴及其治理<sup>\*</sup>

蒋高明

(植物研究所 北京 100093)

**摘要** 近年来大范围发生在我国北方的沙尘暴与内蒙古草原沙地草地的生态退化有直接关系。长期以来人类对自然生态系统的掠夺性利用造成了沙地草地的退化,即人为原因是主要的,而自然的原因是次要的。在沙尘暴的治理方面,关键要解决自然生态系统恢复演替中牲畜的压力,大面积的土地可借助自然力恢复。文章针对沙尘暴问题产生的原因、治理途径、森林在其中的作用、自然力的作用等问题进行了讨论。

**关键词** 沙尘暴,生态退化,生态恢复,生态城镇,自然力



## 1 沙尘暴物质来自国外还是国内?

关于这一点,至今学术界还没有达成共识<sup>[1,2]</sup>。国家气象中心的遥感卫星数据显示,66%的沙尘暴物质来自蒙古国或更远的地方;中国科学院的风洞实验数据

显示,60%的沙尘暴物质来自中国的草原,20%来自中国的农牧交错区。那么,现场测定的情况是什么呢?根据我们的测定,2002年沙尘暴过后,锡林郭勒盟草原土层的损失量约在0.2厘米—1厘米之间;浑善达克沙地沙层损失在3厘米—21厘米之间。个别严重的例子更是触目惊心,例如,2001年5月2日一场大风使白音锡勒牧场近2万亩耕地播种的小麦种子、化肥及8厘米表土全部吹走。这些土壤物质到哪里去了?除了较重的物质就地运输成害外,如沙埋民房、围栏、公路等,不能否认那些较轻的土壤物质被长距离运输走了,造成沙尘暴。

一个不容乐观和推卸责任的事实是,我们的干旱、半干旱区草地在大规模退化。据动态观测,20世纪70年代,我国土地沙化扩展速度为每年1560平

方公里,80年代为2100平方公里,90年代前5年达2460平方公里,后5年则高达3436平方公里。可以看出,沙漠一直在扩大。沙地草地生态系统退化诱发的最直接环境灾害就是沙尘暴<sup>[3]</sup>。近百年来,我国沙尘暴共发生70次,前30—40年中平均3年一次,沙尘暴加剧是最近十几年来事情。如上世纪60—70年代每2年1次;90年代每年1次;2000年很快增加到12次;2001年,我国北方地区共出现18次沙尘天气过程,其中强沙尘暴过程41天;2002年3月18—21日,我国北方大部分地区自西向东经历了20世纪以来最强的一次沙尘天气过程,强沙尘暴席卷我国北方140万平方公里。其范围之广,几乎使长江以北所有地区都不同程度地遭受沙尘天气影响。近年来,严重的沙尘暴使国家蒙受了重大的经济损失,国家为治理投入的巨额费用在逐年增加。由此看来,我们姑且承认33%的沙尘暴物质是我们自己产的,但也没有沾沾自喜的理由。因为实际情况是,中国境内干旱、半干旱区正在发生着大范围的沙漠、沙地、草地的生态退化。我们不可能治理外蒙古的退化,实际上,人家的生态退化比我们的要轻得多。

## 2 沙尘暴的发生是“天灾”还是“人祸”?

首先分析一下支持生态系统的六大环境因子的变化。第一,光照并没有变化;第二,温度正常波动;

<sup>\*</sup> 中国科学院重大创新项目(编号: KSCX1-08-02); UNESCO-MAB 资助项目

收稿日期: 2002年10月8日

第三,氧气含量也没有变化;第四,二氧化碳有所增加(从工业革命前的 290 ppm 到目前的 350 ppm),但这对植物的生长是有利的;第五,水分虽有变化(如 1999—2001 三年干旱),但总体雨量正常,部分年份还会出现偏高。例如,2002 年的雨量就比往年偏高。在干旱、半干旱地区,水是限制植物生长的主要因子,但即使很严酷的环境,也会有天然植被分布,这是地球生物圈长期演化的结果。既然适合植物生长的气象条件仍然存在,那么植物的生长为什么一年不如一年呢?原因在于:第六,土壤和矿物质发生了巨大的变化:自然生态系统的物质循环被人为中断了,土壤损失严重。在草原上,植被所依托的土层充其量只有 1 米多厚(许多地方土层不足 10 厘米),下面就是几百米厚的通体沙。很明显,这 1 米多厚的土层是至关重要的。只有当有草丛完全覆盖的时候,土层才不会被风吹走。一旦保护土壤的草丛遭到破坏,土层就会松动、活化,最终变成沙尘飞到北京,甚至飞越太平洋。

因此,我们是不赞同因天气的变坏而造成沙地草地退化的观点的,尽管有学者认为,全球变化的发生在一定程度上加剧了干旱化<sup>[4]</sup>。为说明这一点,不妨再举两个事实:其一,在中国呼伦贝尔、锡林郭勒盟东部地区退化草原(高度 <20 厘米)的对面——蒙古国的草原高度依然在 1 米左右,那里仍然有上万只黄羊活动,而我们的黄羊才有几只。要是天旱,他们的草应当更差才是,因为他们的位置还在我们的北面。其二,在中蒙、中俄 10 公里宽的边境线上,草原高度依然保留上世纪 50 年代的高度。这两个例子有力地反驳如下两种观点:其一,草长不起来是天旱造成的;其二,牲口不啃食草原,草原反而长不好!因为大家都知道,边境线上是没有牲口压力的。

由此可见,人口增加无疑是造成草地生态系统退化最主要的原因<sup>[4,5]</sup>,即沙尘暴的产生是人为的结果,是大自然对人类实施的“警告”或“报复”。锡林郭勒盟从建国初的 20.5 万人增加到目前的 92 万人,净增加 348%<sup>[6]</sup>。随着人口的增加和人类对物质生活的追求,牲畜数量更是迅速增加,从 160 万头增加到 2 300 万头,净增加 1 700%,这样使草地的压力急剧加大,超过了其极限。支持一个标准羊单位的草地面积直线下降,从原来的 77 亩降到 7 亩,草场压力净

增加 950%。社区生活方式的变化以及由于这种变化而实行的政策导向也是重要的原因。由游牧而定居,且追求现代化的生活目标,更加重了草地的退化。其机理是,牲口在渡过漫长的冬季后,初春萌发的青草成为牲口争食的对象,但这个时期正是植物光合器官形成的敏感时期,然而牲口利用的量不到草原潜力的 1%。如果牲口数量少,造成的破坏还能够天然弥补,但到处在放牧,草原就被压制,生长不起来了。年复一年,形成恶性循环。

### 3 “人进沙退”还是“人退沙退”?

在上世纪 50 年代,曾经出现过一個响亮的口号即“向沙漠进军”,当时的国人豪情满怀,挥动铁锹做出了人类征服沙漠的壮举。然而,50 年过去了,除了少数治理成功的样板外(花费了大量金钱建立的治理模式),似乎沙漠的力量远比人类想像得强大,今天沙尘暴的猖獗正说明了这一点。事实是,虽然我们一直在与沙漠化做斗争,但遗憾的是,土地沙化速度不但没有得到遏止,而且呈加速的趋势。人口增长是荒漠化的一个重要驱动因素<sup>[7]</sup>,因此,欲治理生态系统的退化,必须从解决人的因素入手,解决人的生存与出路是治本,其余措施是治末。因此,在那些治理难成效不显著的“硬骨头”地区,最好的办法是“人退”,减少人为的压力,让自然去修复。即使在那些古老的沙漠地区也不会造成太大的危害,因为那些戈壁上有一层天然硬壳、古沙漠上有一层天然面膜,只要我们去碰它,是可以保护土壤不被风吹走的,因此我们要“善待沙漠”。沙漠如此,那么自然环境条件要好得多的草原与沙地地区,“人退”后的恢复效果则会好得多。

那么,既然承认“人退”有利于“沙退”或至少“沙止”,怎样做才最有效?这需要更多的学者与政府部门认真研究。实际上内蒙古自治区正在采取的“围封转移”或“转移发展”战略,都是有利于天然草场恢复的。但是,转移出去的人怎么安置?在新的土地上会不会造成新的破坏?这些问题必须引起足够的重视。

### 4 治理中该不该在草原地区种树和飞播?

目前国家投入在沙地草地生态治理的大量费用(例如内蒙古自治区某盟 2002 年得到 5 亿人民币的治理费用),根据调查主要用于三部分:种树、飞播、

打井舍饲。我们认为,除了第三项是主动的措施外,其余两项经费支出的效果相对于大量的投资来讲收效很小。其实种树问题已经是争论很久的话题。20世纪60年代,著名地理学家黄秉维院士就非常形象地将干旱、半干旱地区的树比喻成“抽水机”,因此,他不主张在草地上大量种树。但是,目前的实际情况却令人担忧。在北京或在中国的任何一个大城市,只要问一下市民,沙尘暴发生了,怎么治理?很多人会毫不犹豫地建议多种树,甚至会慷慨解囊资助这样做。可见种树措施的影响之大。为什么种树在干旱、半干旱地区不合理?其原因如下:

第一,这是自然的规律。在年均降水量不足300毫米的地区,天然分布的是草原或灌丛,树木生长的雨量 and 有效积温不能满足树木的成活,即使活了,也只能长成“小老头树”。

第二,加重土壤的干旱。干旱半干旱地区强烈的蒸发量(是降水量的7—10倍以上)如没有草本层有效的覆盖,会造成更严重的干旱。树木的生态耗水远大于灌木和草本,因此,造林可加重旱情。我们经常看到草原地区人工林下,少草本层或无草本层,就是这个原因。

第三,干旱、半干旱区人工造林实际上是失败的。以内蒙古锡林郭勒盟为例,建国53年来,整个地区的森林覆盖率不足1%,还包括了近一半的天然林在内(如浑善达克沙地的榆树是天然的)。那么,我们自然要问,造的大量林哪里去了。实际情况是,年年植树,树木年年死去。这在自然方面,是客观规律的反应,是正常的;但在人的方面,却造成了大量人力物力的浪费,且延缓了自然恢复的宝贵时间,是不正常的。

第四,树木不能阻挡沙尘暴。在沙尘暴发生最严重的早春,现场观察到的情况是,杨树林里的沙子照样在流动。林子外面的能见度在5米以下,而灌木地和草本层覆盖较好的地段,能见度在200米以上。森林阻挡沙尘暴的作用可见一斑。即便是上述1%的有林地是“铁钉”一块,99%的土都松动了,这个“钉子”能起什么作用?更何况它固土的作用远不如草和灌木,但人类为此花费的金钱却远远超过恢复草原的代价。

为什么飞播也不合理?

第一,草原地区土壤库中含有大量的种子以及各类繁殖体,只是没有萌发或即使萌发也没有生长的机会。因此,飞播只是解决了草地恢复中的一个很小的次要矛盾。主要矛盾是牲口压力,其次是干旱。第二,飞播带来了大量外来种,一些有毒的物种如醉马草很容易就混入羊柴的种子飞到优质的草原中。大部分物种不是这个地区生长的,却因借助人的力量扩大了分布的地盘。这在短期内我们可能看不到它的危害,但从生态平衡和生物多样性保护的角度看,则是不利的事情。第三,经济上不合算。根据我们的调查,某旗县飞播了5000亩沙地,使覆盖率提高了约30%,成本81万元,每提高10%的覆盖率合每亩54元,这还不包括飞播不成功造成的各种浪费。而我们的围栏实验证明,在4万亩沙地草地里的实际投入只有16万元围栏费,滩地的草本覆盖率达到100%,流动沙丘的自然恢复率达到30%,平均起来,每提高10%的覆盖率的费用为每亩1.73元。且自然恢复的植被没有外来种,均为优质的禾本科牧草。因此,无论从经济上,还是从生态上来看,飞播都是不合算的,甚至是有害的。

## 5 生态恢复应当强调自然力还是人力?

英国是世界上最早工业化的国家,也最早尝到了生态破坏的苦果。截止目前,他们已经把历史上由于采矿(主要是采煤)而造成的废弃地恢复成了自然生态系统,并进一步规划成为世界上著名的乡村景观。他们成功的一个重要经验就是借助自然力进行生态恢复<sup>[9]</sup>。利用自然力进行生态恢复的过程可以简单地理解为围封,就是在保证土壤不损失的前提下,保证各类繁殖体(种子、孢子、果实、萌生根和萌生苗等)能够“安家落户”并得以自然繁衍。应当旗帜鲜明地反对在天然草地上种植杨树等单一树种的做法,这是一种对天然草地的人为侵掠,对草场恢复并无益反而十分有害(如破坏整个系统的水循环等)。利用自然力恢复成功的例子其实很多,例如,1991—1999年的8年中,北京延庆山区搬迁人口4356户,山区人口由原来的近6万人减少到3万人,从而极大地缓解了山区森林的压力,林木覆盖率由原来的30%达到了目前的70%以上。原来森林不能生长的原因之一是农民的烧柴问题,每人约需20亩山地。香港嘉道理有一片山地,因为农业活动停止了,在

40 年的时间里自然恢复,形成了郁郁葱葱的森林。在浑善达克沙地,我们在锡林郭勒盟正蓝旗巴音胡舒噶查进行的 4 万亩的围封实验,滩地上的草本植物第一年就实现了全面恢复(植被覆盖度为 100%),草层高度当年达 80 厘米以上,产草量 820 斤/亩/鲜重;第二年的效果更加惊人,草层高度达 1.43 米,产草量 5 300 斤/亩/鲜重,自然萌发的 2 年生榆树苗达 321 棵/平方米,完全恢复到了上世纪 60 年代的水平。在群落演替上,植物种类由当年的杂类草(地榆、委陵菜、沙葱、冷蒿等)向优质的禾本科草原(无芒雀麦、羊草、赖草、冰草等)发展。这是任何人工的力量都难以实现的。而在治理前,这里却是牧民们分不出去的碱滩。再如,在赤峰市巴林右旗的赛罕乌拉生物圈保护区的 1 万多亩的核心区,搬迁出 100 个定居的放牧点后,也是在 1 年内将原来的裸沙实现了全面自然恢复。这些例子充分说明利用自然力恢复生态系统是最直接、最经济、最有效、风险最小的途径。

目前人们对于沙尘暴的发生采取“怨天”不“尤人”的态度。在花费大量金钱治理退化草地的过程中,如果采取“头疼医头、脚疼医脚”的做法,而不考虑人在退化生态系统中本身的破坏因素,不让当地的老百姓参与并获得利益,那么治理就不可能成功,相反会白白延误自然恢复的宝贵时间。因为,“无为而治”也是符合自然法则的。要警惕那些打着“生态治理”而搞的所谓生态建设工程,实际上是进行“生态破坏”的做法,尽管人们可能是无意识这样做的。

## 6 “以地养地”是关键,生态城镇是出路

在退化沙地草地治理中,我们提出了一种“以地养地”模式,这个思路主要是基于,用少量的土地,加上现代化的技术手段,提高土地的利用效率,提高社区群众的物质生活和生活质量,使大量的土地“休养生息”,借助自然力实现退化草地的恢复<sup>[9,10]</sup>。其做法很简单,即在有水分、电力、肥料、交通、技术等保证的地方建立少量的高效地,并进行生产与生活方式的调整。将大量的退化土地进行封育,并进一步发展成保护区。利用的土地与自然恢复的土地比例可为 1:100。这是由于目前退化生态系统的生物生产力一般很低,如退化草地上的产草量只有每亩 30—100 斤(鲜重,下同),而通过一定技术措施后的饲料产量

可达 6 000 斤/亩以上。这样做的科学依据是,有化肥保证的集约化土地不会退化,内地 5 000 年的农业文明一直没有衰退,主要原因是那里的土地没有退化。

“以地养地”的关键在于“养”字,即在小面积的高效地里,一要防止土壤的损失;二要防止土壤因利用地下水造成的盐渍化(这两点处理不好就会形成“人造荒漠”);三要将土壤养肥,使之可持续利用。按照目前的科学水平,实现上述三点并不难。在大面积土地上的“养”字则体现在让草地生态系统“休养生息”和自然演替上。它的回报是巨大的,如我们在 4 万亩的实验地中,能够产干草 2 000 万斤,按 0.2 元/斤,收入应该在 400 万元以上,但实际的投入却是 16 万元围栏费加上不到 1 万元的看护费。在人的方面,“养”字体现在必要的经费扶持上,以保证自然恢复力的实现,这个问题更为重要,需要从政策上去深入研究。例如,阿拉善盟生态退化达到了 80%以上,但“破坏”因素只有 1.5 万户 6.2 万人,即使采取一个“养”措施,其费用也就是 1.5 亿/年(每户每年合 1 万元)。当然,这可能被人们认为是一个下策。但是,反过来讲,既然承认阿拉善地区(27 万平方公里,相当于 3 个江苏省)是“生态脆弱的敏感地区,其生态环境的优劣直接影响黄河、河西走廊、银川平原、河套平原,波及西北、华北及更远的江南地区”,这点钱花起来也是值得的。我们在所谓的“生态工程”中一掷“亿”金而不心疼,怎能在这关键的环节上就舍不得。

在人的去留问题上,如果我们将大量的费用集中在 1%的土地上,集中在社区居民上,帮助他们形成产业链,即逐步形成种草、养草、收获、储藏、运输、舍饲、产奶、产肉、再运输、城市人群消费,并形成专业化分工、集约化畜牧业和定单畜牧业,让牧民得到实惠就可避免大规模的“生态移民”。在科学上,在少量的土地上实现生态系统的初级生产并不难,难的是如何形成高附加值的产品。例如,中国科学院在正蓝旗的大量优质牧草出现了“卖草难”。所以,中央财政的生态治理费(如治沙费、造林费)、用于救灾的经费、生态补偿的经费、各种社会捐助、地方政府经费应向退化地区的社区倾斜,发展小城镇,以解决水、电、通讯、交通、教育、生活质量提高等方面的具体问

题,减少对环境的破坏。目前在广大的草原地区,现行的政策是:退耕还林有钱,而还草的钱则很少。这种政策如不及时纠正,将会在更大规模上加速草原的退化。应当通过利益的关系和土地使用功能的转变,使当地社区的居民由被动参与生态治理到主动参与,从而使他们由生态的破坏者转变成生态的保护者,这是关系到治理能否成功的关键。

#### 主要参考文献

- 1 邱新法,曾燕,缪启龙.我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径.地理学报,2001,56: 316-322.
- 2 王式功,董光荣,杨德保.中国北方地区沙尘暴变化趋势初探.自然灾害学报,1996,5: 86-94.
- 3 舒文,蒋高明.绿网何时缚“黄龙”.Newton 科学世界,2002,(7): 28-30.
- 4 McNaughton S J. Grazing as an optimization process: grass-regulate relationships in the Serengeti. Am. Nat., 1990, 113: 691-703.
- 5 Ware H. Desertification and Population: Sub-Saharan. In: Michael H. G. Desertification: Environmental Degradation in and around Arid Land. Boulder, Colorado: Westview Press, 1997.
- 6 锡林郭勒盟志编纂委员会.锡林郭勒盟志.呼和浩特:内蒙古人民出版社,1996.
- 7 慈龙骏,刘玉平.人口增长对荒漠化的驱动作用干旱区资源与环境,2000,14: 28-33.
- 8 Bradshaw A. The use of natural processes in reclamation advantages and difficulties. Landscape and Urban Planning, 2000, 51: 89-100.
- 9 蒋高明.浑善达克退化生态系统恢复从何处入手.中国青年报,2001,7月25日第11版.
- 10 蒋高明.浑善达克沙地退化生态系统恢复的对策.中国科技论坛,2002,(3): 13-15.

## The Problem of Wind Sand Storm and Its Treatment

Jiang Gaoming

(Institute of Botany, CAS, Beijing 100093)

Degradation of grassland ecosystem is so serious in Inner Mongolia of China that it can hardly support its population. The degradation is induced largely by the increase population especially the Han people, after their living styles have been changed from nomadism to fixed settlements. The large increase of domestic animal numbers has led to the degradation in a dead way. To treat such serious grassland degradation and to stop the serious windy dust storm, the wisest way is to help the local people to get rid of poverty. Most of the money need to be spent for the people rather than planting single tree such as *Populus* spp. Such planting wastes a great deal of money however receive less effects in the stabilization of the soils. Natural processes could be enhanced if the huge animal pressures were lessened. A new model of using a small part of land to care for the large part of the degraded area is given by us.

蒋高明 植物研究所首席研究员,博士生导师。1964年9月出生于山东省平邑县。1993年获中国科学院植物研究所博士学位。1991—1992年和1995—1996年分别在英国利物浦大学和美国哥伦比亚大学从事恢复生态学与全球变化生态学合作研究。中国人与生物圈委员会副秘书长,中国生物多样性保护基金会副秘书长,目前参加或主持“973”项目、中国科学院重大创新项目等多项,主要从事植物生理生态学、恢复生态学与全球变化生态学研究。在国内外发表论文130余篇,主编与副主编专著8部。