

# 人为加速侵蚀对土壤退化的影响\*

白红英 唐克利 查 轩 史瑞云

(中国科学院水利部西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

**摘 要** 应用人工降雨试验及野外小区观测资料,分析了人为加速侵蚀对土壤退化的影响。结果表明:植被破坏后,由于土壤侵蚀加剧,使土壤表层每年流失 0.8cm 左右;林草地在开垦的第一二年,土壤养分损失量较大;损失的养分大部分随土壤的流失而流失,使泥沙养分富集,泥沙中速效磷与土壤中速效磷富集化高达 1.4~3.41;大量肥沃表土流失使土壤容重增大,土壤孔隙度下降,土壤平均入渗速度较林草地减少 60%~70%;夏季土壤表层温度较林地升高 10℃ 左右,使土壤水的损失加快,导致农作物旱情加重,环境质量变差。

**关键词** 人为加速侵蚀 土壤退化 养分富集

## Effect of Man-made Accelerated Erosion on Soil Degradation

Bai Hongying Tang Keli Zha Xuan Shi Rueiyun

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica  
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** Influence of man-made accelerated erosion of forest vegetation destroyed by human on soil degradation has been analysed in this paper, using data of simulated rainfall experiment and observed data of the large slope runoff plots. The results shows that soil loss of surface layer is 0.8cm/a caused by severe soil erosion, organic matter loss 3~5%/a, available phosphorus loss 10%/a, in the first reclaimed year, soil nutrition loss occupies 20% of total amount of soil nutrition. Because soil nutrition losses with soil loss, nutrition in sediment is rich, available phosphorus contents is 1.4~3.4 times than that in soil. Soil porosity decreases, soil infiltration decreases 60~70%, compared with forest land. Soil temperature on reclaimed lands is 10℃ higher than that of forest lands in summer, which results in increasing soil water loss and strengthening drought situation of crops. All this result in soil degradation and eco-environment worsening.

**Key words** man-made accelerated erosion soil degradation nutrient richness

土壤是植物生长最基本的条件,是农业生态系统作用的基础。土壤的形成和发育需经历数千年的漫长过程,而人类活动只需几十年,甚至几年,即可引起土壤侵蚀和退化。据联合国粮农组织统计(1974年),全世界 225 亿亩总耕地中;由于土壤侵蚀,正以每年 7 500 万~10 500 万亩的速度丧失;世界每年因森林砍伐而遭受侵蚀的土地面积达 6 亿亩<sup>[1]</sup> 我国黄土高原地区土壤侵蚀相当严重,黄

河每年约有 16 亿 t 泥沙,通过三门峡流到下游,其中约有 90% 的泥沙来自黄土高原。本区长期以来,由于土地的不合理利用,广种薄收、轮作轮荒,使坡耕地产沙达 8 亿 t,相当每年损失耕地约 266 万亩(按耕层 20cm 推算),并且使土地愈加破碎、贫瘠。黄土高原地区植被覆盖率很低,林草面积只占总土地面积的 22% 左右<sup>[2]</sup> 而且近年来由于人口增加、开垦等人为活动的影响,植被屡遭毁坏,如子午岭林区的正宁、富县,近 30 年来林地减少了 245 万亩,滥垦使土壤侵蚀和退化加剧。保护植被、防治土壤侵蚀,拯救土壤,改善环境已成为世界关注的问题。在国内,对这方面的研究特别是植被破坏加速侵蚀引起的土壤退化研究还较少。为此我们利用野外人工降雨试验及小区观测资料,分析了人为加速侵蚀对土壤退化的影响。

土壤侵蚀是影响土壤质量发生变化的主要因素,人为破坏植被,加剧了土壤侵蚀,使大量表土流失导致土壤性质恶化,土壤调节能力以及土壤—植被—大气之间的平衡发生了急剧变化,土壤退化加剧。

## 1 加速侵蚀对土壤剖面的影响

植被破坏后,随着土壤流失,土壤剖面的厚度愈来愈薄,土壤构型变差,土壤生产力降低,地带性土壤遭破坏,岩性土取代了地带性土壤。如黑垆土为黄土高原地区主要地带性土壤,由于大面积开垦荒地、水土流失严重,除在一些破碎塬区(如董志塬、洛川塬、宜川等)尚保留有一定的面积外,在广大的黄土丘陵区均已流失殆尽。由于人类的加速作用,植被破坏后,即使发育较好的剖面在短短的几年里肥沃的表土也会流失殆尽。

图(1-a、b)为子午岭林区林地及林地开垦(10 年左右)为农地后土壤剖面。从图(1)中各土层性质及不同深度土壤中有机质的含量可以看出,林地开垦 10 年后腐殖质层  $A_1$  已经基本流失殆尽,即每年有 0.8cm 的土层被侵蚀掉。受耕作方法、坡度等影响,实际侵蚀厚度可能更大。据富县野外试验小区观测资料,林地开垦后,梁峁坡和谷坡联接开垦的坡面,年侵蚀模数高达 20 100t/km<sup>2</sup>,<sup>[3]</sup> 即年侵蚀土层 1.2cm。林地开垦两年后,由于土壤侵蚀,小区细沟密集(沟深 20~50cm,宽 40~110cm),浅沟发育更为明显,部分小区的沟谷坡面上 A 层已流失掉。子午岭林区发育于三趾马红土及页岩上的土壤厚只有 1m 左右,植被破坏后,为按每年侵蚀 0.8~1.2cm 的土层计算,不到 100 年这些地区将遍地石头,无土可耕。

黄土地区由于土层深厚,土壤侵蚀对其影响虽没有南方土石山区“一年种、二年瘦、三年见石头”的现象那么严重,但由于黄土的易蚀性,沟头每年前进,使大片坡地变得支离破碎,而无法耕种,可利用的土地面积减少,肥沃表层流失,高产稳产田愈来愈少。

地面裸露,为重力、风力侵蚀提供了条件。尤其是干旱、半干旱地区,人类乱砍滥伐、掠夺性的经营和过度放牧,使风力侵蚀加剧,沙化面积增加。为奈曼旗辽以前有茂密的森林和肥美的草原,而解放初期森林覆盖率仅剩 5.9%。目前潜在沙漠化面积占全旗土地面积的 11%,沙漠化面积占 53%<sup>[4]</sup> 人类毁坏植被导致大面积沃土沙化,生存环境恶化。

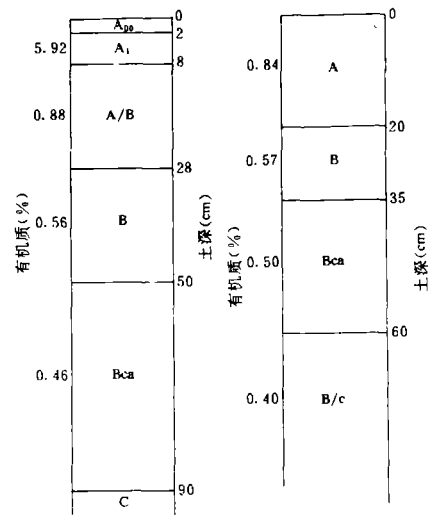


图 1-a 林地土壤剖面

图 1-b 开垦(10 年)地土壤剖面

## 2 植被破坏对土壤调节能力的影响

### 2.1 人为加速侵蚀作用使土壤肥力降低

植被破坏后,由于地面裸露,土壤侵蚀加剧、氧化反应强烈,土壤肥力迅速降低。从表1可以看出:林地开垦一年后土壤中有机质减少了3.74%~31.5%,速效磷减少了5.86%~35.4%;两年后有机质减少了23.38%~35.26%,速效磷减少了23%~56%;三年后有机质降低了17%~40%;

速效磷损失达5%左右。即开垦一两年内养分损失量最大,以后几年由于肥沃表土已大量流失,养分损失量相对减少。即林地开垦后,如不注意用地养地、预防水土流失,土壤中养分会急剧下降,只靠其自然肥力生产粮食,10年后这些土地由于人类的加速作用将无耕种价值。

土壤中损失的养分其中一部分被生物氧化分解、植物吸收利用外,而大部分养分则随土壤颗粒从农地流失,进入沟道、河流等,使泥沙养分富集。如图2为1990年8月1日的降雨,其雨量为15.3mm,雨强为12.91mm,由图2可知开垦小区泥沙样中有机质含量大多高于小区土壤中的含量,速效磷含量则为小区土壤中含量的1.40~3.41倍。1990年各开垦小区的年侵蚀模数高达7581.19~24483.81t/m<sup>2</sup>,其泥沙样中有机质含量达165.88~516.12t/km<sup>2</sup>,泥沙样中全氮含量8.3~25.8t/km<sup>2</sup>,相当流失硝铵23.7~73.7t。土壤侵蚀使养分从农地流失,使农地愈加贫瘠。

### 2.2 植被破坏与土壤物理性质变化

破坏植被加速了土壤侵蚀,侵蚀使土壤质地变差、容重增大、孔隙度下降、保水蓄水性能降低,土壤氧化反应加剧、土壤水分蒸发加快。图3为富县任家台试验小区1990年三次降雨泥沙样中粘粒含量,从图中可以看出泥沙样中小于0.005mm的细颗粒基本接近流失小区耕层中的含量,即坡耕地的泥沙主要来自肥沃的表土。

黄土土层深厚、质地均匀,在长期的土壤侵蚀情况下,虽然仍保留深厚的耕层,且质地也未发生明显的粗化,但由于土壤流失过程中对养分的富集作用(如表1),表土养分大量流失,土壤生产力逐年下降,最后不得弃耕撂荒,继续开垦其他林草地,形成新的土壤侵蚀。

另一方面,植被破坏导致土壤调节能力变差。由于雨滴直接打击地面使土壤板结、容重增大、土壤总孔隙度变小,入渗能力变差。由人工降雨试验资料知,当降雨因子相同时,天然草地降雨前后容重几乎无变化(0.92g/cm<sup>3</sup>),但草地开垦后,雨后土壤容重较前增加了33.72%。草地表层总孔隙度为开垦地的1.16倍,据蒋定生等人在子午岭林区的研究结果表明林地土壤总孔隙度比农地高,表层是农地的1.22倍。而土壤孔隙状况直接影响着土壤入渗能力;随着孔隙度的降低,土壤的入渗能力也随之降低。由人工降雨资料表(2)知:林、草地开垦后其平均入渗速度分别减少了约2/3和

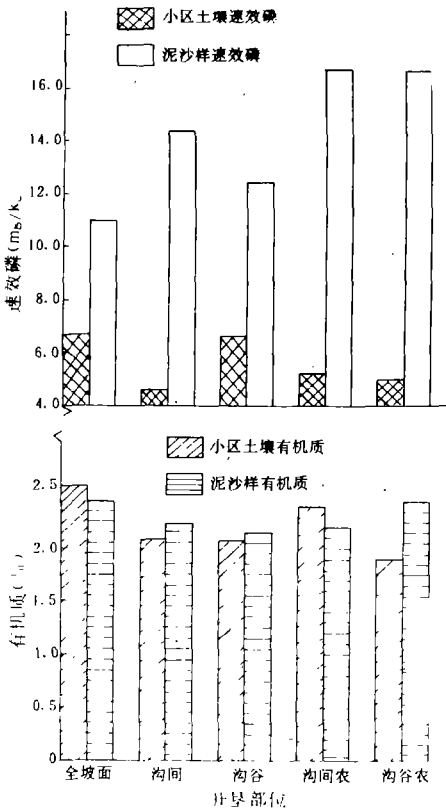


图2 小区土壤、泥沙样中养分含量(1990年8月1日)

表1 试验小区有机质、速效磷平均含量\*

小区 编 号	项 目	开垦前				开垦一年后				开垦两年后				开垦三年后			
		有机质 (%)	速效磷 (mg/kg)	有机质		速效磷		有机质		速效磷		有机质		速效磷		有机质	
				含量	减少量 (%)	含量	减少量 (%)	含量	减少量 (%)	含量	减少量 (%)	含量	减少量 (%)	含量	减少量 (%)	含量	减少量 (%)
3	梁坡十谷坡开垦	2.657	6.69	2.510	5.53	4.32	35.43	2.328	12.38	3.00	55.16	—	—	—	—	—	—
6	梁坡开垦休闲	2.885	7.00	2.142	25.75	5.34	23.71	2.025	28.60	3.07	56.14	1.752	39.27	2.58	63.14		
2	谷坡开垦休闲	2.491	5.83	2.156	13.45	5.37	7.89	2.091	16.06	4.49	22.98	2.058	17.38	3.89	33.28		
7	梁坡开垦农地	2.783	4.95	2.679	3.74	4.66	5.86	2.392	14.05	2.88	41.82	2.198	21.02	2.88	41.82		
8	谷坡开垦农地	2.964	5.33	2.031	31.48	4.37	18.01	1.919	35.26	3.58	32.83	1.985	33.03	3.05	42.78		

\* 为耕层(0~20cm)土样

3/5,土壤入渗能力降低,使径流量急剧增加;而覆盖良好植被的林地和草地几乎能百分之百的拦蓄降雨,使土壤、大气、植物之间的平衡得以正常发展;人为破坏植被后,由于土壤渗透和蓄水保土性能的物质基础被毁,这种平衡难以持续。

表 2 林、草地人工降雨资料\*

雨 强 (mm/min)	坡 度	处 理	入 渗 深 度 (cm)	平均入渗速度 (mm/min)	径流量 (m <sup>3</sup> )	拦蓄降雨量 (%)
1.26	17°~23°	林地	30	10.71	0	100%
		开垦	10	3.57	0.208	
1.56	18°~20°	草地	50	16.1	0.008	97.6%
		开垦	20	6.45	0.217	

\* 林地资料为蔡庆人工降雨资料

### 3 加速侵蚀对生态环境的影响

植被破坏加剧了土壤侵蚀,使土层变薄,夏季地表温度过高,破坏区小气候发生变化。如图 4 为林地及林地开垦后,温度随土壤深度的变化情况。从图 4 可知,林地开垦后由于地面直接受阳光照射使得开垦地耕层温度升高了 10°左右,地表水份蒸发随之加快,土壤含水量急剧下降。如子午岭林区草地表层含水量一直保持在 25%左右。而草地开垦后 1~2 天,表层水分就急剧降至 10%左右。另一方面,植被破坏,使空气中水汽容易飘移,空气中相对湿度降低,气候变得干旱,据子午岭东坡气象站观测,自 1960 年以来,每 5 年年均相对湿度减少 0.6%~1.5%,20 年内减少了 3.4%。

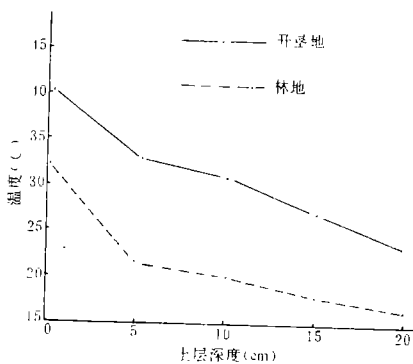


图 4 温度随土层深度变化情况

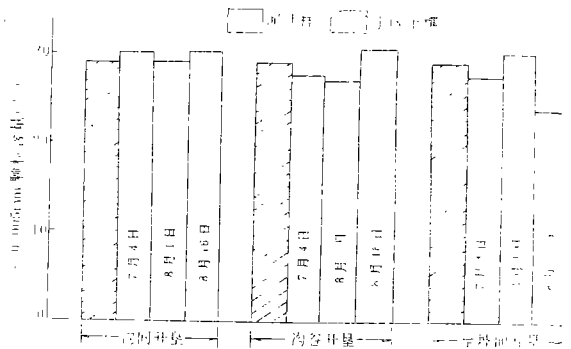


图 3 1990 年三次降雨泥沙  
样中<0.005mm 颗粒含量

所以说毁坏植被就是破坏水源涵养条件,最终引起河川水文状况的恶化,导致生态环境长期处于恶化状态而难以逆转,加剧了旱、涝等自然灾害。目前,黄土高原地区支离破碎、沟壑纵横的景象及 1991 年江南发生的百年不遇的洪水灾害,都与人为加剧土壤侵蚀有密切的关系。这些事实表明,由于植被破坏,土壤侵蚀加剧,土壤严重退化,使生态环境不断遭到破坏,直接或间接地诱发和强化了自然灾害的发生与发展;而恶化了生态环境又加剧了土壤侵蚀与退化的发展,使植被—土壤—大气形成了相互影响的恶性循环局面。

### 4 结 语

4.1 人为破坏植被,加剧了土壤侵蚀,使土壤表层每年流失 0.3~1.2cm。

4.2 在人为植被破坏开垦的第一年和第二年,土壤中养分损失量较大,以后几年由于大量肥沃表土的流失,养分损失也相应减少。损失的养分大部分随土壤流失,使泥沙养分富集。

4.3 人为破坏植被,使土壤物理性质变差,土壤平均入渗速率较林草地减少60%~70%;土壤、植物、大气之间的平衡被破坏,最终导致生态环境恶化,土壤退化加剧。

#### 参考文献

- [1]史德明. 保持水土 拯救土壤. 中国水土保持, 1985(4)
- [2]中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径. 中国科学技术出版社, 1990
- [3]唐克丽. 自然侵蚀与人为加速侵蚀初析. 黄河流域环境演变与水沙运行规律会议论文集
- [4]鲁坤强. 浅谈奈曼旗自然因素, 人为因素与沙漠化的祸根. 中国水土保持, 1989(1)