

子午岭林区林地和开垦地 土壤侵蚀特征研究

郑粉莉 唐克丽 王文龙 白红英 张科利 查 轩

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要 利用大型坡面径流场和小流域的观测资料研究了子午岭林区林地开垦前后土壤侵蚀特征,其结果为林地土壤侵蚀很轻微,侵蚀强度小于 $15\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,径流模数小于 $2\,400\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。地形和降雨特征对土壤侵蚀的影响不甚明显,植被和土壤成为影响土壤侵蚀的决定性因子。而当林地被开垦后,土壤侵蚀由自然植被覆盖下的自然侵蚀转变为人为加速侵蚀,侵蚀模数达 $10\,000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上,径流模数在 $27\,480\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上。降雨和地形特征对土壤侵蚀的影响非常明显。土壤加速侵蚀量与10min或15min最大雨强(I_{10} 或 I_{15})的关系最为密切,坡面汇流增加,谷坡侵蚀产沙系数为27.7%。

关键词 子午岭林区 林地与开垦地 土壤侵蚀特征 降雨侵蚀指标

Study on Soil Erosion Properties in the Forest Lands and Reclaimed lands

Zheng Fenli Tang Keli Wang Wentong Bai Hongying Zhang Keli Zha Xuan

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

Abstract Soil erosion properties of forest-lands and reclaimed lands have been researched in this paper, using observed data of large slope runoff plots and small watershes. The results have shown that soil erosion intensit in the forest land is very slight, soil erosion modulus is less than $15\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$, runoff modulus is loss than $2\,400\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{a}$. The factors of vegetation and soil are decided factors of affectiong soil erosion, but effect of rainfall and topography factors on soil erosion is not obvious. After vegetation being destroyed and reclaimed, natural erosion is being changed into accelerated erosion, erosion modulus and runoff modulus are above $10\,000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ and $27\,480\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ inspectively. Effect of factors of rainfall and topography on soil erosion is obvious, soil erosion modulus on the valley is two times that on hilly slope. And soil erosion amount of man-made accelerated erosion is very close relation to I_{10} or I_{15} . It is 27.7% that increasing sediment of the valley slope erosion of coming from runoff and sediment of hilly slope.

Key words the Ziwuling forest area Forest-lands and reclaimed lands soil erosion properties rainfall erosion index

现代人为破坏植被开垦耕种是造成人为加速侵蚀的重要原因,但迄今缺乏科学论证,关于人为破坏植被或自然植被恢复与土壤侵蚀的演变关系,也未见专门报导,原为强度侵蚀的子午岭林区,经 100 多年的自然植被恢复为研究这些问题提供了实验基地。子午岭林区代表了目前黄土高原自然植被覆盖下的自然侵蚀,侵蚀很轻微,而近几十年来,人为破坏植被非常严重,土壤侵蚀加剧,侵蚀模数高达 $1 \text{ 万 t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})^{[1,2]}$ 因此,为了研究自然植被覆盖下的自然侵蚀和人为破坏植被开垦耕种下的加速侵蚀特征,从 1989 年起,我们在富县任家台林场所辖林区布设了大型坡面径流观测场,研究追溯自然侵蚀和人为加速侵蚀的发展过程,为正确评价自然侵蚀和人为加速侵蚀在现代土壤侵蚀中的各自作用提供科学依据。

1 试验区概况与试验布设

1.1 试验区概况

试验区设在子午岭东坡的延安地区乔北林业局任家台林场所辖林区的一条流域内,地貌类型为黄土覆盖的低山丘陵,沟壑密度 $4.5 \text{ km}/\text{km}^2$ 。年均气温 9°C ,年降水量 578.7 mm ,汛期降水占全年降水的 $50\% \sim 70\%$ 。区内林木郁闭度为 0.7 以上,土壤为褐色森林型土。

1.2 试验布设

径流小区布设以沟缘线为界考虑土壤侵蚀发生的不同部位和林地、开垦裸露地或开垦耕地(农地)、砍伐迹地的不同土地利用方式,共布设了 9 组试验处理。

2 林地破坏前土壤侵蚀特征

观测资料表明,在子午岭林区的林地上,土壤侵蚀很轻微,年侵蚀模数小于 $15 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,年径流模数小于 $2400 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。土壤侵蚀特征为自然植被覆盖下的自然侵蚀,与林地开垦后的加速土壤侵蚀特征明显不同。在林地上,当降雨量和降雨强度较小时,由于林地和森林植被的巨大蓄水能力,地表不发生径流、侵蚀;当降雨强度超过入渗速度和降雨量超过林地蓄水能力时,显然也发生径流,但径流是在土体内进行,其运动速度只相当于无林地的 $1/40$,林地中枯枝落叶层、腐殖质层和土壤层的入渗速度分别是无林地的 $2 \sim 4$ 倍,从而在林地连续接受降雨的情况下,地表不发生径流或发生地表径流,其流速和流量小,搬运能力小,加上地被物的拦截和挂淤作用,使土壤侵蚀很轻微,只发生鳞片状的片蚀。

观测资料还表明,在林地上,降雨和地形特征对土壤侵蚀的影响不明显,而植被和土壤因子成为影响土壤侵蚀的决定性因子。

2.1 降雨特征对土壤侵蚀的影响

研究资料表明,在林地上,降雨特征对土壤侵蚀不甚明显,且无一定规律可循。当两次降雨的平均雨强,10min 最大雨强分别相差 3.49 倍和 2.01 倍时,土壤侵蚀量分别为 $4.62 \text{ t}/\text{km}^2$ 和 $4.50 \text{ t}/\text{km}^2$,基本无差异;而又当 10min 最大雨强分别为 1.2、1.1 和 $1.0 \text{ mm}/\text{min}$ 时,土壤侵蚀量差异非常明显,其值分别为 1.18、7.16、 $0.22 \text{ t}/\text{km}^2$,无规律可循;又当 10min 最大雨强和降雨量(分别为 $1.3 \text{ mm}/\text{min}$ 和 $1.2 \text{ mm}/\text{min}$ 及 22.8 mm 和 24.3 mm)基本相同时,侵蚀量为 $1.36 \text{ t}/\text{km}^2$ 和 $0.35 \text{ t}/\text{km}^2$,也无规律可循。

2.2 地形特征对土壤侵蚀的影响

表 1 表明,谷坡林地径流小区和梁坡径流小区的年侵蚀量均小于 2 kg ,年径流量均小于 0.5 m^3 (表 1),单次观测资料也表明(表 2),无论是谷坡林地还是梁峁坡林地,侵蚀量均小于 2 kg ,径流量均小于 0.5 m^3 ,坡度和坡长对侵蚀的影响表现不甚明显,且无规律可循。如 1989 年 7 月 14 日的观

测资料表明,谷坡林地的侵蚀量(1.364kg)小于梁峁坡林地的侵蚀量(1.773kg),1989 年 9 月 23 日的观测值表明,谷坡林地和梁坡林地侵蚀量相同(0.011kg),而 1990 年 7 月 26 日的观测值是谷坡林地侵蚀量大于梁坡林地的侵蚀量。而当人为破坏林地开垦后,坡度对侵蚀的影响非常突出,谷坡开垦地上的侵蚀模数是梁坡地上的 2 倍多。

表 1 林地上坡度与径流量、侵蚀量的关系(年观测)

小区号	观测年	处 理	坡 度 (°)	坡 长 (m)	侵蚀量 (kg)	径流量 (m ³)
5	1989	梁坡林地	14~32	80.2	1.4704	0.228
1		谷坡林地	42	38.2	1.8420	0.3702
5	1990	梁坡林地	14~32	80.2	1.4230	0.2150
1		谷坡林地	42	38.2	7.3690	0.4960
5	1991	梁坡林地	14~32	80.2	0.8606	0.1809
1		谷坡林地	42	38.2	1.7475	0.2605

表 2 林地上坡度对径流、泥沙的影响(单次降雨观测)

观测日 (年、月、日)	降雨量 (mm)	平均雨强 (mm/h)	小区号	处 理	坡度 (°)	含沙量 (kg/m ³)	径流量 (m ³)	侵蚀量 (kg)
1990.9.23	40.8	5.38	5	梁坡林地	14~32	0.015	0.02	3.0×10^{-4}
			1	谷坡林地	42	0.016	0.117	1.8×10^{-3}
1989.9.23	31.9	3.27	5	梁坡林地	14~32	0.62	0.017	0.011
			1	谷坡林地	42	0.44	0.026	0.012
1989.7.14	22.8	3.70	5	梁坡林地	14~32	60.3	0.0294	1.7730
			1	谷坡林地	42	23.8	0.0573	1.3640
1989.7.23	26.3	5.80	5	梁坡林地	14~32	4.5	0.0353	0.1589
			1	谷坡林地	42	2.5	0.0573	0.1433
1989.8.17	41.2	5.49	5	梁坡林地	14~32	7.6	0.435	0.0573
			1	谷坡林地	42	2.15	0.226	0.226
1990.8.1	15.1	12.91	5	梁坡林地	14~32	0	0.009	0
			1	谷坡林地	42	0.031	0.043	1.33

3 林地开垦后土壤侵蚀特征

当林地被开垦后,土壤侵蚀急剧增加,无论是全坡面开垦裸露地、谷坡开垦裸露地或农地,还是梁峁坡开垦裸露地或农地,年侵蚀模数均达 $10\,000\text{t}/\text{km}^2$ 以上,径流模数均达 $27\,480\text{m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上。土壤侵蚀由自然侵蚀转变为加速侵蚀,土壤侵蚀方式表现为以强烈细沟、浅沟侵蚀为主,其中细沟侵蚀量占总侵蚀量的 21%~37%,浅沟侵蚀量占 45%~69%,二者占总侵蚀量的 80%~90%。

林地被人为开垦后,开垦裸露地同林地相比,侵蚀模数增加上百倍至上千倍,径流模数增加几十倍至几百倍。小流域观测资料表明(表 3),林地开垦后,年侵蚀模数也增加几百倍至上千倍,与小流域观测结果类同;而径流量仅增加 2~4 倍,与径流小区观测结果差异较大,其原因是小流域观测的径流量包括地表径流和地下径流两部分,而小区观测的径流量仅是地表径流。

表 3 有林与无林小流域单次降雨的径流、泥沙比较

径流 测站	代表 类型	郁闭 度(%)	面积 (km ²)	降雨量 (mm)	平均雨强 (mm/h)	观测日期 (年、月、日)	径流模数(m ³ /km ²)		含沙量(kg/m ³)		侵蚀模数(t/km ²)	
							量	比值	量	比值	量	比值
寺沟	林区	90	4.34	16.8	14.0	1965.7.18	50.181	1	1.03	1	0.08	1
南沟	无林区	2	5.11	21.0	13.7	1964.8.4	1131	22.5	131	127.2	154.6	1932.5
寺沟	林区	90	4.34	75.9	5.8	1967.9.6	1014	1	1.51	1	1.93	1
南沟	无林区	2	5.11	63.9	3.0	1964.7.16	6440	6.35	185	122.5	1225	634.7
寺沟	林区	90	4.34	31.7	1.6	1966.9.1	137.1	1	0.107	1	0.03	1
南沟	无林区	2	5.11	31.7	1.55	1966.6.15	3405	24.8	160	1495.3	552	18400
平均								17.9		581.7		6989.1

表 4 林地与开垦地单次降雨径流量、含沙量、侵蚀量比较

小区 号	处 理	观测日期	降雨量 (mm)	平均雨强 (mm/h)	30min 最大雨强 (mm/min)	含沙量 (kg/m ³)	径流量 (m ³ /km ²)	侵蚀量 (t/km ²)
1	谷坡林地	1990.8.1	15.1	12.91	0.38	0.031	145.5	4.5
2	谷坡开垦裸露地	1990.8.1	15.1	1.291	0.38	876.7	3606.4	3161.7
4	谷坡+谷坡林地	1990.8.1	15.1	12.91	0.38	0.002	28.5	0.057
3	梁坡+谷坡开垦裸露地	1990.8.1	15.1	12.91	0.38	188.6	5045.5	951.8
5	梁坡林地	1990.8.1	15.1	12.91	0.38	0.004	12.3	0.05
6	梁坡开垦裸露地	1990.8.1	15.1	12.91	0.38	164.2	5198.4	853.8
1	谷坡林地	1991.7.18	36.0	17.01	0.97	11.75	242.5	2.849
2	谷坡开垦裸露地	1991.7.18	36.0	17.01	0.97	299.3	10773.3	3224.4
4	梁坡+谷坡林地	1991.7.18	36.0	17.01	0.97	0	0	0
3	梁坡+谷坡开垦裸露地	1991.7.18	36.0	17.01	0.97	296.4	7515.9	5913.8
5	梁坡林地	1991.7.18	36.0	17.01	0.97	4.37	20.48	0.09
6	梁坡开垦裸露地	1991.7.18	36.0	17.01	0.97	218.61	14357.1	3138.7
1	谷坡林地	1991.6.10	38.3	6.38	0.73	2.71	82.5	0.22
2	谷坡开垦裸露地	1991.6.10	38.3	6.38	0.73	895.8	4553.3	4080.5
4	梁坡+谷坡林地	1991.6.10	38.3	6.38	0.73	0	0	0
3	梁坡+谷坡开垦裸露地	1991.6.10	38.3	6.38	0.73	921.2	4585.0	2420.6
5	梁坡林地	1991.6.10	38.3	6.38	0.73	4.25	24.1	0.10
6	梁坡开垦裸露地	1991.6.10	38.3	6.38	0.73	810.7	8111.4	1199.4

表 4 表明,林地开垦后,单次降雨的含沙量为 200~900kg/m³,而林地含沙量最大仅是 12kg/m³,前者是后者的几百倍;开垦地单次降雨的径流量为 5 000~10 000m³/km²,而林地单次降雨径流量的最大值仅是 242m³/km²,前者是后者几十倍到几百倍,开垦地单次降雨的侵蚀量为 850~5 000t/km²,而林地单次降雨侵蚀量的最大值为 5t/km²,前者是后者的几十倍到几百倍。小流域观测结果表明,林地开垦后,单次降雨的含沙量增加 122~1 495 倍,平均增加 581 倍;径流量增加 6~24 倍,平均增加 17.9 倍,侵蚀量增加 1 900~18 400 倍,其中含沙量和侵蚀量的增加值与小区观测

于相似,而径流量差异较大,这主要是径流小区所观测的径流只是地表径流,而小流域径流量包括地表径流和地下径流两部分。因此用大型坡面径流小区观测资料可以估算人为破坏植被后小流域径流量的增加值,而不能估算人为破坏植被后小流域径流量的增加值。

3.1 地形特征对加速侵蚀的影响分析

观测资料表明(表5),林地开垦后,坡度因子对土壤侵蚀的影响非常明显,而坡长的影响小于坡度,如谷坡开垦地(不接受上方来水)的径流量是梁坡开垦地的1.5倍,侵蚀量是2.11倍。谷坡开垦地地全年径流量是梁坡开垦地的1.27倍,侵蚀量前者是后者的1.21倍,这主要原因是谷坡坡度大于梁坡之缘故。单次降雨观测资料同样表明:谷坡开垦地的径流量是梁坡开垦地的2.21倍,泥沙量是梁坡开垦地的2.17倍,侵蚀量是梁坡开垦地的1.27倍(表6)。

表5 林地被开垦后坡度与径流量、侵蚀量的关系

小区号	观测年	处 理	坡度 (°)	坡长 (m)	径流模数(m ³ /km ²)		侵蚀模数(t/km ²)	
					值	比值	值	比值
1	1990	梁坡开垦裸露地	15~32	26.3	27470.5	1	10105.6	1
2		谷坡开垦裸露地	42	48.8	27050.1	0.98	21333.8	2.11
3	1991	梁坡开垦裸露地	15~32	26.3	27470.5	1	10649.4	1
2		谷坡开垦裸露地	42	48.8	35202.1	1.04	19061.4	1.79
平均						1.56		1.21
7	1990	梁坡右地	15~34	39.2	21721.86	1	2067.56	1
8		谷坡右地	42	41	27288.06	1.51	6131.32	2.91
9	1991	梁坡右地	15~34	39.2	10005.95	1	2750.1	1
2		谷坡右地	42	41	40961.13	4.09	15026.42	5.41
平均						1.27		2.1

表6 林地被开垦后单次降雨时坡度对径流、泥沙的影响

观测日期 (年、月、日)	降雨量 (mm)	平均风速 (mm/s)	小区号	处 理	坡度 (°)	泥沙量(kg/m ²)		径流模数(m ³ /km ²)		侵蚀模数(t/km ²)	
						量	倍	量	倍	量	倍
1990.7.4	2.61	3.24	1	梁坡开垦裸露	15~32	0.79	1	771.8	1	396	1
			2	谷坡开垦裸露	42	0.89	1.24	531.6	1.96	1371	3.45%
1990.8.28	19.8	2.50	6	梁坡开垦裸露	15~32	0.045	1	431.3	1	24.3	1
			2	谷坡开垦裸露	42	0.093	2.07	36.19	8.37	14.3	5.97%
1991.3.25	64.2	1.43	6	梁坡开垦裸露	15~32	229.96	1	239.29	1	16.95	1
			2	谷坡开垦裸露	42	315.82	1.37	5223.0	8.48	97.95	5.74%
1991.7.9	16.6	20.65	6	梁坡开垦裸露	15~32	73.55	1	2810.45	1	28.52	1
			2	谷坡开垦裸露	42	213.75	2.91	1627.65	5.79	327.16	11.47%
1991.7.17	14.7	20.52	6	梁坡开垦裸露	15~32	149.10	1	5813.74	1	7.36%	1
			2	谷坡开垦裸露	42	273.29	1.85	5108.4	7.91	167.5	11.43%
1990.8.1	15.1	19.11	6	梁坡开垦裸露	15~32	163.2	1	2606	1	353.8	1
			2	谷坡开垦裸露	42	76.7	0.47	71.1	0.27	3161.5	8.95%
平均						2.47		2.22		12.66	

3.2 降雨特征对人为加速侵蚀的影响分析

分析资料表明(表 7),人为破坏植被后,降雨特征对加速侵蚀的影响非常明显。在降雨量基本相同(1991 年 10 月 3 日和 1991 年 6 月 10 日降雨),而平均雨强相差 5.1 倍和 30min 最大雨强相差 10 倍时,径流量、含沙量、侵蚀量依次相差 71.4 倍,140.6 倍和 10 050.5 倍;在降雨量和平均雨强基本相同(1991 年 6 月 10 日和 1991 年 7 月 28 日降雨),而 30min 最大雨强相差 1.6 倍时,径流量、侵蚀量、含沙量依次相差 3.6 倍,8.4 倍和 2.3 倍;在雨量、平均雨强和 30min 最大雨强都不相同时(1990 年 8 月 1 日和 1991 年 10 月 3 日降雨),即降雨量相差 2.6 倍,平均雨强和 30min 最大雨强相差 10.5 倍和 5.2 倍时,径流量、含沙量、侵蚀量依次相差 56.6 倍,137.6 倍和 7 787.4 倍。把降雨特征值中的平均雨强 \bar{I} 、10min、15min、20min、30min、60min 最大平均雨强及降雨指标组合参数 PI_{10} 、 PI_{30} 、 $P\bar{I}$ 与径流、侵蚀的关系进行拟合,得出径流量、侵蚀量与降雨特征值及其组合指标的最好关系为幂函数关系,而径流量,侵蚀量均与 10min、15min 最大雨强关系最为密切,与 $P\bar{I}$ 的关系也密切,但其相关性次之径流量、侵蚀量与 I_{10} 、 I_{15} 的相关程度。

表 7 谷坡开垦裸露地上降雨特征值对含沙量、径流量、侵蚀量影响评价

降雨量 (mm)	平均雨强 (mm/h)	30min 最大 雨强(mm/min)	含沙量(kg/m ³)		径流量(t ³ /km ²)		侵蚀量(t/km ²)		观测时间 (年、月、日)
			量	倍	量	倍	量	倍	
39.2	1.23	0.073	6.37	1	63.76	1	0.406	1	1991.6.3
38.3	6.38	0.73	895.76	140.6	4555.33	71.4	4080.5	10050.5	1991.6.10
40.3	6.04	0.45	385.74	1	1254.3	1	423.8	1	1991.7.28
38.3	6.38	0.73	895.76	2.3	4555.33	3.6	4080.5	8.4	1991.6.10
39.2	1.23	0.073	6.37	1	63.76	1	0.406	1	1991.10.3
15.1	12.91	0.38	876.7	137.6	3606.4	56.6	3161.7	7787.4	1990.8.1
64.2	4.43	0.23	31.588	1	332.3	1	105.0	1	1991.5.25
36.0	17.01	0.97	299.3	9.5	10773.3	32.4	4660.8	44.4	1991.7.18

3.3 植被被开垦后,坡面来水来沙对谷坡侵蚀的影响

林地开垦后,土壤侵蚀急剧增加,且不同开垦部位对加速侵蚀的影响不同。梁峁坡、沟坡(不接受上方来水)和全坡面的侵蚀总量之比为 1:0.52:2.10,侵蚀模数之比为 1:2.11:1.48;它们的径流总量之比为 1:0.37:1.52,径流模数之比为 1:1.50:1.07,其主要原因是坡度和汇流。

设坡面汇流系数为 α_1 ,坡面汇流增沙系数为 α_2 ,全坡面开垦地径流模数和侵蚀模数分别为 R 和 E ,梁坡开垦地径流量和侵蚀量分别为 R_1 和 E_1 ,谷坡开垦地径流量和侵蚀量分别为 R_2 和 E_2 ,则:

$$\alpha_1 = \frac{R - (R_1 + R_2)/A}{R} \times 100\%$$
(1)

$$\alpha_2 = \frac{E - (E_1 + E_2)/A}{E} \times 100\%$$
(2)

这里 $R=29\ 425.84\text{m}^3/\text{km}^2$, $R_1=27.347\ 6\text{m}^3$, $R_2=10.026\text{m}^3$, $E=15\ 286.94\text{t}/\text{km}^2$, $E_1=10.274\ 9\text{t}$, $E_2=5.308\ 5\text{t}$, $A=1.409\times 10^{-3}\text{km}^2$

按公式(1)、(2)计算,坡面汇流系数 α_1 为 10.0%,坡面汇流增沙系数 α_2 为 27.65%。即谷坡开垦接受梁坡开垦地来水来沙时,其梁坡来水增加谷坡地的径流系数为 10.0%,梁坡汇流增加谷坡地的泥沙系数的 27.65%。这增水增沙系数与梁坡和谷坡的面积比例有关。

4 自然侵蚀与人为加速侵蚀的定量评价

表 8 表明,在林地上,土壤侵蚀量为 1.0~14.4t/(km²·a),人为破坏林地开垦后土壤侵蚀量为 9 700~21 700t/(km²·a),是自然侵蚀量的几百倍至几千倍。

表 8 径流小区植被破坏前后自然侵蚀量和人为加速侵蚀量

小区号	处 理	观测年	自然侵蚀量[t/(km ² ·a)]		加速侵蚀量[t/(km ² ·a)]	
			量	占加速侵蚀量%	量	是自然侵蚀量的倍数
1	谷坡林地	1989—1991	14.4		0	0
2	谷坡开垦裸露地	1990—1991	14.4	0.07	21774.1	1512.1
8	谷坡开垦农地	1990—1991	14.4	0.11	13179.4	915.2
5	梁坡林地	1989—1991	1.3		0	0
6	梁坡开垦裸露地	1990—1991	1.3	0.01	10324.5	7941.9
7	梁坡开垦农地	1990—1991	1.3	0.01	9703.7	7464.4
4	梁坡+谷坡林地	1989—1991	1.0		0	0
3	梁坡+谷坡开垦裸露地	1990—1991	1.0	0.01	15286.3	15285.9
	平 均			0.04		6624.1

有林和无林小流域的观测资料也同样表明(表 9),在自然森林植被覆盖下自然侵蚀量仅为 0.04~16.8t/(km²·a),而开垦后,流域的加速侵蚀量是自然侵蚀量的上百倍到上千倍,与径流小区的观测结果类同。因此在黄土高原广大地区,当人为破坏植被后,人为加速侵蚀在现代土壤侵蚀中占主导地位。

表 9 小流域林地破坏前后自然侵蚀量与加速侵蚀量比较

流 域	观测年	自然侵蚀量[t/(km ² ·a)]		加速侵蚀量[t/(km ² ·a)]	
		量	占加速侵蚀量%	量	是自然侵蚀量的倍数
寺沟(有林)	1964	16.8		0	0
南沟(无林)	1964	16.8	1.0	1744.0	103.8
寺沟(有林)	1966	6.60		0	0
南沟(无林)	1966	6.60	0.64	1031.0	156.2
寺沟(有林)	1967	2.58		0	0
南沟(无林)	1967	2.58	0.20	1310	507.8
堡子河(有林)	1957~1962	0.042		0	0
魏家河(无林)	1960~1962	0.042	0.003	1573	37452.4
王家河(有林)	1962	0.30		0	0
党家河(无林)	1962	0.30	0.028	1082	3606.7
平 均			0.37%		8365.4

5 结 语

5.1 在子午岭林区,一旦植被恢复,土壤侵蚀能得到有效控制,人为加速侵蚀转变为自然生态平衡下的自然侵蚀。土壤侵蚀强度很弱,植被和土壤因子成为影响土壤侵蚀的决定性因子,降雨和地

形特征对土壤侵蚀的影响表现不甚明显,且无一定规律可循。

5.2 一旦林地开垦后,人为加速侵蚀占主导地位,侵蚀量是自然侵蚀量的上百倍至上千倍。土壤侵蚀方式以细沟、浅沟侵蚀为主,人为加速侵蚀量为 $10\,000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上,而细沟、浅沟侵蚀量占 80% 以上。

5.3 林地开垦后,降雨特征对加速侵蚀的影响非常明显,加速侵蚀量与 10min 和 15min 最大平均雨强的关系最为密切;地形特征对加速侵蚀的影响也非常明显,谷坡仅由于坡度较陡的原因,其侵蚀模数是梁坡开垦地的 2 倍多;坡面汇水增加谷坡开垦地的泥沙系数为 27.7%。因此,在黄土高原,应强化恢复或重建植被,严禁陡坡开垦,控制土壤侵蚀。

5.4 径流小区观测资料与小流域观测资料对比说明,用自然坡面径流小区观测资料可以估算人为破坏植被后小流域的人为加速侵蚀量,而不能估算人为破坏植被后小流域径流量的增加值。

参考文献

- [1]米登山等. 近几年子午岭森林破坏情况及其影响. 水土保持通报, 1982(5)
- [2]唐克丽等. 黄土高原人为加速侵蚀与全球变化. 水土保持学报, 1992(2)
- [3]查轩等. 植被对土壤特性及土壤侵蚀的影响研究. 水土保持学报, 1992(2)