

芨芨草水土保持功能的初步研究

王 库

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘 要: 芨芨草是黄土高原地区广泛分布的禾本科植物。人们对其水土保持方面的定量研究基本上还处于空白。通过对芨芨草草地土壤抗冲性、渗透性、土壤抗剪强度等指标的研究, 来探讨芨芨草的水土保持功能。结果表明: 芨芨草能明显提高土壤的抗冲性、渗透性及土壤的抗剪强度, 并能增加地表的覆盖度。芨芨草在黄土高原地区的水土保持工作中有着广阔的应用前景。

关键词: 芨芨草; 水土保持; 土壤抗冲性; 土壤渗透性; 抗剪强度

中图分类号: S 157 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2001)02-0157-03

Study of *Achnatherum splendens* Grass on the Function of Soil and Water Conservation

WANG Ku

(Nanjing Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: *Achnatherum splendens*, belongs to the grass family, largely distributes in Loess Plateau. However, few quantitative studies on its soil and water conservation have were. To probe into the effects of *Achnatherum splendens* on soil and water conservation, soil anti-scourbility and penetrability and anti-shear strength are measured. The result shows that *Achnatherum splendens* can improve such soil features and increase the degree of land coverage, so it can be widely used for soil and water conservation purpose in Loess Plateau.

Key words: *Achnatherum splendens*; soil and water conservation; soil anti-scourbility; soil penetrability; soil anti-shear strength

1 引 言

黄土高原水土流失面积约为 53 万 km², 是我国水土流失最严重的地区^[1]。近几年来, 由于滥砍滥伐、过度放牧及其它不合理的土地利用, 使植被破坏, 土地沙化, 导致水土流失和风沙危害有加剧之势, 生态环境也日趋恶化。近年来发生在北方的沙尘暴给我们敲响了生态警钟。沙尘暴不仅发生在北方的大部分省份, 而且, 已经影响远至山东、江苏、安徽等大部分省区。水土流失已成为北方生态环境恶化的头号问题。因此, 退耕还林还草、恢复植被、控制水

土流失成为恢复北方生态环境的焦点问题。

但退耕还林、还草除社会因素外, 本身涉及许多技术问题。并不是说树植上了, 草种上了, 植被就恢复了。近几年, 西部由于自然条件的恶化, 降水也逐年减少, 生态条件已相当脆弱(例如, 在山西的吕梁地区, 三年前的降雨可达 500 mm, 而去年仅为 200 mm, 而有些地方还达不到 200 mm), 可想而知, 象这样的地区, 一般的树种、草种很难成活。因而选用什么样的林、草才能快速有效地恢复植被, 是北方生态环境建设迫切需要解决的一个问题。芨芨草(*Achnatherum splendens* (Tsin), Nerski), 又称枳

* 收稿日期: 2000-03-19

作者简介: 王库(1969-), 男, 黑龙江讷河人, 现为中国科学院南京土壤研究所水土保持专业在读硕士研究生。

机草、席箕草、席箕、德里松; 为禾本科芨芨草属植物。

芨芨草是一种丛生草本植物, 茎叶直立, 冠幅宽大, 根系发达。野生芨芨草株高平均可长达 1.5 m, 最高可达 2 m 以上, 且其地上部分在秋冬季节不易脱落, 枯枝宿存良好。利于防风固沙和保持土壤水分; 芨芨草的地下根系十分发达, 生长多年的芨芨草根系长度一般都在 2 m 左右; 芨芨草的生态适应性很广, 在各种土壤条件下均能生长良好, 对北方的干旱、低温气候有较好的适应性; 芨芨草地上、地下部分的生物量均十分巨大; 芨芨草属于低耗水牧草, 比其它牧草更适合在黄土高原地区生长。我国的芨芨草资源十分丰富, 总面积达 250 万 hm^2 。在我国北方干旱与半干旱牧区、半农牧区有大面积分布^[2]。

世界银行、国际香根草网络、及中国香根草网络的专家对黄土高原水土流失区考察后认为, 芨芨草对该地区侵蚀沟的控制、斜坡稳定、减风固沙等方面具有广阔应用潜力。为进一步了解芨芨草的水土保持功能, 我们对它的一些水土保持特性等进行了系列研究, 以探讨其对黄土高原地区生态环境方面的应用价值。

2 研究方法

以黄土高原地区(山西雁北地区) 野生的芨芨草为研究对象, 以自然植被的土壤为对照, 通过对芨芨草地上部分及根下原位土壤的一些水力学指标测定, 来了解芨芨草的水土保持效果。土壤的抗冲性采用原状土抗冲槽法^[3]; 土壤的渗透性采用双环法^[4]; 土壤的抗剪强度采用 pilcon 十字剪切仪直接测定。

3 芨芨草的水土保持功能

3.1 增加地表盖度

植被措施防治水土流失的一个很重要的指标就是提高地表的覆盖度。植被能拦截降水, 防止雨滴直接打击地面。芨芨草生物量大, 茎、叶直立, 可以有效地增加地表覆盖。根据野外调查的资料^[5], 不同土壤及地形条件下芨芨草的地面覆盖情况如表 1。

表 1 不同土壤及地形条件下芨芨草草丛的地面覆盖面积

地形部位	株高/ m	地面覆盖度/ $\text{m} \times \text{m}$
盐碱地	1. 0	0. 8 \times 0. 8
盐碱沙地	1. 2	0. 8 \times 0. 8
盆地	0. 8	0. 5 \times 0. 5
洪积扇	1. 5	0. 7 \times 0. 7
沙地	0. 6	0. 5 \times 0. 5
河谷	0. 9	0. 7 \times 0. 7

表 1 中, 单丛芨芨草地面覆盖面积都可达 0. 5 m^2 以上, 芨芨草草丛能较大地提高地面覆盖度。在山西的调查发现, 株高 160 cm 的芨芨草丛, 可覆盖约 3 m^2 的地面。这使得芨芨草可有效地防止雨滴击溅表土, 减缓地表径流, 减少土壤冲刷。

3.2 对土壤抗冲能力的影响

芨芨草根系发达, 对土壤的物理性质影响很大。根系通过在土体中穿插、缠绕, 再加上根系的分泌物, 能使相邻土体之间的结合更为密切。使土体在抵抗径流、静水浸泡等抗侵蚀方面能力大大提高。通过对芨芨草草地土壤的抗冲性测定表明(表 2), 芨芨草能明显提高土壤的抗冲性。与自然条件下无植被的土壤相比, 芨芨草草地更能经受暴雨的冲击。

表 2 芨芨草对不同土层深度土壤抗冲性的影响

植被类型	15 °			25 °		
	0 ~ 20cm	20 ~ 40cm	40 ~ 60cm	0 ~ 20cm	20 ~ 40cm	40 ~ 60cm
芨芨草草地	9. 88	93. 24	95. 10	18. 18	71. 69	115. 23
自然植被	11. 70	103. 30	156. 43	19. 38	211. 12	220. 60

表 2 的结果是在不同坡度条件下, 对不同土层土壤抗冲性进行测定后得出的。土壤抗冲性是用 1 000 ml 水冲刷掉土壤的克数表示的。表中的数值越小, 说明土壤的抗冲性越强。表 2 可知, 在两种坡度的条件下, 芨芨草土壤的抗冲性在各个土层深度下均优于自然植被土壤。但表层土壤的抗冲性的提高更为明显。降雨侵蚀往往是由表层开始的, 表层土壤抗冲性的提高, 对于土壤抵抗侵蚀具有非常重要的意义。

3.3 对土壤渗透性的影响

水分入渗是指地表面的水体经通道进入土中并在整个土壤剖面上运移的全过程。就控制水土流失而言, 增加土壤的入渗性能是至关重要的。地表径流往往是超渗径流, 即土壤水分饱和后在地表产生的径流。水向土中入渗, 首先必须透过土壤表面, 如果土壤的入渗速率是较高的, 水就会迅速渗过土壤表面而蓄纳在土体中, 地表的径流就会减轻。

影响土壤入渗性能的因素很多, 有质地、结构、地面糙度、总孔隙度、孔隙的连续性、土隙的大小分布及土壤的含水量等。芨芨草草地随着植株的生长发育, 根系在土体中交织缠绕, 使土壤容重减少, 非毛管孔隙开始增加, 土壤趋于疏松, 结构良好, 稳定入渗速率大。加之底层土壤干燥, 吸水力极强, 其稳定渗透速率往往比较高。

表 3 芨芨草对土壤的入渗性能的影响				
植被类型	土层深度 /cm	首 30min 的 平均入渗总量 /mm	初渗率/ (mm · min ⁻¹)	渗透系数 K_{10} (mm · min ⁻¹)
芨芨草草地	0 ~ 20	253.46	8.45	3.42
	20 ~ 40	197.59	6.59	0.90
	40 ~ 60	55.21	1.84	0.81
自然植被土壤	0 ~ 20	114.25	3.81	1.49
	20 ~ 40	46.38	1.55	0.22
	40 ~ 60	45.66	1.52	0.20

表 3 可见, 两种条件下, 土壤的渗透性由表层向下有递减的趋势。表层土壤的渗透性远远大于底层土壤的渗透性。不同条件下, 土壤的渗透性能随土层深度的增加有明显的差异。与自然植被下的土壤相比, 芨芨草草地土壤的首 30 min 的入量分别高出自然植被下土壤 122%、326% 及 20.9%。芨芨草下的土壤的渗透系数(k_{10}) 分别是自然植被土壤的 2.30, 4.09, 4.05 倍。说明, 芨芨草在提高土壤渗透性方面有着很强的功效。这是由芨芨草发达的根系系统决定的, 浓密的根系改善了土壤结构, 增加了土壤孔隙度, 从而提高了土壤的渗透性能。

3.4 对土壤抗剪强度的影响

土壤的抗剪强度是表征土体力学性质的一个主要指标, 其大小直接反映了土体在外力作用下发生剪切变形破坏的难易程度。通过土壤的抗剪切强度的研究表明(表 4), 表层土壤的抗剪强度随土壤的深度的增加而减小, 在底层则有相反的趋势。表层土壤的抗剪强度较大, 因而土体有更大的稳定性, 不易被外营力位移所破坏。在 0 ~ 20 cm 的土层内, 芨芨草草地表层土壤抗剪强度最高达 21.7 kPa, 高出自然植被下的土壤抗剪强度约 77.4%, 说明芨芨草草地的表土层有很强的抵抗外力位移破坏的能力。

芨芨草发达的的根系对土壤的抗剪切能力提高起着至关重要的作用。芨芨草不同根系密度下, 其土壤的抗剪切位移能力有很大不同(表 5)。土壤的抗剪强度随根系密度的增大而增加。由表 5 可见, 芨芨

草的根系密度越大, 其抵抗外力剪切的能力就越强。二者呈明显的线性相关。根系密集的表层土体抗剪强度是下层(40 ~ 60 cm) 土壤平均抗剪强度的 3 ~ 12 倍。极大地提高了土壤的抗外力剪切位移能力。由于芨芨草根系主要集中在 0 ~ 40 cm 的土层中, 因而芨芨草根系对于保护表土层、防止表土位移有重要意义。因此, 它可广泛用于黄土高原地区的梯田地埂、侵蚀沟头、陡坡及其它有潜在滑坡地方的保护。

表 4 芨芨草对不同深度土层土壤抗剪强度的影响 kPa		
土层深度 /cm	芨芨草草地	自然植被土壤
0 ~ 20	21.7	16.8
	16.0	14.2
20 ~ 40	9.92	14.4
	8.2	7.7
40 ~ 60	21.2	19.3
	14.8	9.8

表 5 芨芨草根系密度对土壤的抗剪强度的影响 kPa		
编号	根系密度 / 条 · cm ⁻²	土壤的抗剪强度
1	7	30.0
2	10	45.0
3	12	44.0
4	16	62.0
5	18	72.0
6	21	94.0
7	26	110.0

4 结 论

(1) 芨芨草枝叶浓密, 生物量大, 可有效地增加地表覆盖度。因而能拦截降雨, 减缓雨滴的击溅侵蚀及延缓径流。

(2) 与自然植被下的土壤相比, 芨芨草能明显的提高土壤的抗冲性、土壤的渗透性、土壤的抗剪强度, 从而利于提高土壤的自身抗侵蚀能力。

(3) 芨芨草的生物量大, 水土保持功能强, 对于黄土高原地区的水土保持工作有巨大的应用潜力。

参考文献:

[1] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 1 ~ 2.
[2] 吕永光. 芨芨草在伊克昭盟的分布特点及其发展利用[J]. 香根草通讯, 1998, 2(2): 3 ~ 4.
[3] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997. 45 ~ 49.
[4] 蒋定生. 黄土高原土壤入渗速率的研究[J]. 土壤学报, 1986, 23, 299 ~ 304.
[5] 程积民. 芨芨草生物生态学特征与栽培技术[J]. 香根草通讯, 1998, 2(2): 1 ~ 2.