黑背山小流域保护性耕作防治坡耕地水土流失效应的研究

张 艳 君

（黑龙江省农垦牡丹江管理局 水务局，黑龙江 密山 158308）

摘　要： 通过坡面径流小区试验，对黑背山小流域 2009 年和 2010 年 5—8 月径流小区径流量、侵蚀量和养分流失量进行了研究。结果表明，在天然降雨条件下，各径流小区的径流量、侵蚀量和养分流失量具有相似性，从大到小依次为裸地、垄作区田、等高垄作、地膜覆盖和等高深松。与裸地小区相比，保护性耕作措施可减少小区径流量 29.8%～63.3%，减少侵蚀量 64.6%～96.6%，减少全氮流失量 54.0%～89.5%，减少全磷流失 49.4%～92.2%。说明保护性耕作措施具有很好的保持水土和减少养分流失的作用。

关键词： 保护性耕作；坡耕地；径流量；侵蚀量；黑背山小流域

文献标识码： A　　**文章编号：** 1000-288X(2012)01-0103-03　　**中图分类号：** F301.21

Effects of Conservation Tillage on Soil and Water Loss from Sloping Farmland in Heibeishan Watershed

ZHANG Yan-jun

(*Water Department, Mudanjiang Farm Management Bureau of Heilongjiang Province, Mishan, Heilongjiang* 158308, *China*)

Abstract: Through runoff plot experiment on slope, runoff, erosion and nutrient loss in Heibeishan watershed from May to August in 2009 and 2010 were studied. Results indicated that runoff, erosion, and nutrient loss from runoff plots under natural rainfall condition had a certain similarity. They were in the decreasing order of bare land, ridged-furrow, contour listing, film mulching, and equal-height deep loosening. Compared with the bare area, the conservation tillage could reduce runoff by 29.8%～63.3%, soil erosion by 64.6%～96.6%, nitrogen loss by 54.0%～89.5%, and total phosphorus loss by 49.4%～92.2%. This suggests that conservation tillage can play very good roles in conserving soil and water and reducing nutrient loss.

Keywords: conservation tillage; sloping farnland; runoff; erosion; Heibeishan watershed

水土流失是中国主要的环境问题之一[1]。水土流失造成大量的表土和水分养分损失，降低了耕地质量，破坏了生态环境，致使作物产量低而不稳，耕地面积日益减少，对农业的可持续发展构成巨大威胁[2-3]。坡耕地是农村生态环境中极其脆弱的部分，是水土保持工作的难点，也是重点。当前坡耕地利用的主要任务仍然是提高土地生产力和防治水土流失[4]。

黑背山小流域位于黑龙江省八五一〇农场西南部，地貌类型有丘陵、岗坡和沟谷。土地总面积 2 788.57 hm^2，耕地 1 509.47 hm^2。由于对小流域的无序毁林毁草开荒，尤其是坡耕地开垦，改变了土地利用格局，造成土地利用结构不合理，坡耕地占耕地面积高达 88.3%；土地粗放型经营，只种不养，土地生产力和土壤持水能力下降，易形成地表径流，引发水土流失。

本研究以黑背山小流域典型的保护性耕作为研究对象，通过坡面径流小区试验，对降雨引起的坡地产流、侵蚀产沙和养分流失特征进行了分析，旨在为当地水土保持规划和农业可持续发展提供科学依据。

1　研究方法

1.1　研究区概况

研究区所在的黑背山小流域水土流失面积 1 332.27 hm^2，占流域总面积的 47.8%。该流域属中温带大陆性季风气候，多年平均降水量 549.1

收稿日期： 2011-04-19　　**修回日期：** 2011-05-18

资助项目： 国家农业综合开发东北黑土区水土流失重点防治工程项目。

作者简介： 张艳君（1981—），女（汉族），山东省单县人，硕士，工程师，主要从事水土保持流域管理及规划设计工程。E-mail: zyjshandong@126.com。

mm，多年平均气温 3.5 ℃，≥10 ℃有效积温 2 650 ℃，全年日照时数为 2 329 h，多年平均无霜期 120 d，多年平均风速 3.8 m/s。白浆土和草甸土是主要农用土壤；林地 1 093.86 hm^2，分布在丘陵及坡地的上部。轻度侵蚀面积 887.70 hm^2，中度侵蚀面积 342.27 hm^2，强度侵蚀面积 102.30 hm^2。每年流失表土3.48 $\times 10^4$ t。水土流失形成 3 条侵蚀沟，总长 960 m，沟壑密度 0.035 km/km^2。

1.2 试验小区布设

根据试验场地及研究要求，试验场内共布设 5 个径流小区，径流小区长 20 m，宽 5 m，坡面单一，坡度 5°。径流小区分别为裸地（对照）、等高垄作（横过斜坡按照等高线的方向进行耕作，垄沟各 1 m 宽，垄高 0.5 m）、垄作区田（缩短坡耕地的坡长和降低坡降，尽量使每个浅穴底部近似平地，就地贮存降雨，使雨水均匀分布在每一段沟里，每隔 5 m 修筑一个略低于垄台的横土挡，土挡底宽 35 cm，顶宽 13 cm，在雨季来临之前将其筑好压实，从径流小区的顶部到底部，坡度由 5°渐变到 3°）、地膜覆盖（用塑料薄膜覆盖地面进行作物栽培）和等高深松（秋季农作物收割完成后或春季播种前对坡耕地进行横坡深耕，以打破犁底层，形成地下横垄）。供试作物为当地有代表性的大田作物——大豆，生长良好。

小区周围用高 20 cm 的砖石筑砌，砖石外面用混凝土抹面，小区下部设有内径为 101 cm，高 100 cm 的分级径流桶。径流桶设有 10 个分流孔，第 1 个径流桶充满水后就会自动将多余的径流分散到下 1 个径流桶。裸地小区设 4 级径流桶，其余各小区只设 3 级径流桶。小区内黑土层平均厚度为 43.76 cm。

1.3 试验观测与数据计算

（1）降雨过程。用虹吸式自计雨量计并辅以雨量筒测定。

（2）径流量和侵蚀量。每次天然降雨结束后，用测量尺测量径流桶水位 3 次，然后取平均值，计算出径流量和侵蚀量的总和。将径流桶中的水沙搅拌均匀，再从中取水样计算径流量和侵蚀量。取样后将水样静置约 48 h，使水和泥沙完全分离，然后将水滤出量取水量，将泥沙样烘干称重。这样即可算出一次天然降雨产生的径流量和侵蚀量。

（3）土壤容重和饱和含水量采用环刀法测定。土壤颗粒组成在田间取样后采用比重计法测定。土壤 pH 值和有机质采用国家林业行业标准《森林土壤分析方法》中的有关方法测定。土壤全氮含量采用开氏法测定，全磷含量采用比色法测定，径流水样中的总氮采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法测定，总磷采用钼锑抗分光光度法测定。试验小区只测定表土 0—20 cm 土壤的理化性质，将需要测定的土壤均匀分层 2 层，每层取 3 个土样，然后取平均值。0—20 cm 土层的饱和含水量为 35.24%（体积含水量），其他土壤理化性质见表 1。

表 1 试验小区土壤理化性质

各级土壤颗粒含量/%			pH 值	有机质含量/($g \cdot kg^{-1}$)	全氮含量/($g \cdot kg^{-1}$)	全磷含量/($g \cdot kg^{-1}$)	土壤类型	土壤容重/($g \cdot cm^{-3}$)
<0.001 mm	0.001～0.05 mm	>0.05 mm						
30.25	50.66	19.09	6.25	7.28	0.66	0.81	粉质黏土	1.37

试验时间为 2009 年和 2010 年的 5—8 月，期间共有 18 次产流，其中 2009 年 10 次，2010 年 8 次。本研究主要分析了 6 次最大降雨（表 2）产生的径流量和侵蚀量。

表 2 6 次最大降雨情况

降雨场次	降雨起始时间	降雨量/mm	降雨持续时间/h	平均降雨强度/($mm \cdot h^{-1}$)
1	20090603	56.7	32	1.77
2	20090628	48.6	22	2.21
3	20090716	52.1	28	1.86
4	20100626	75.4	45	1.68
5	20100720	62.3	36	1.73
6	20100812	50.4	31	1.63

1.4 数据处理

应用 Excel 2003 进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 径流量分析

对表 2 描述的 6 次天然降雨在不同耕作措施下所产生的径流量进行分析，其结果见图 1。从图 1 可以看出，各径流小区在 6 次天然降雨条件下所产生的径流量具有明显的规律性，在天然降雨条件相同的情况下，裸地小区产生的径流量最大，等高深松小区产生的径流量最小。对于同一小区而言，降雨强度越大，产生的径流量相对越大。与裸地小区相比，实施保护性耕作的小区可减少径流量 29.8%～63.3%。垄作区田、等高垄作、地膜覆盖和等高深松都有很好的蓄水保水效果，其中等高深松的效果最好，裸地最差，说明坡耕地极易产生地表径流，保护性耕作措施起到了很好的保水作用。

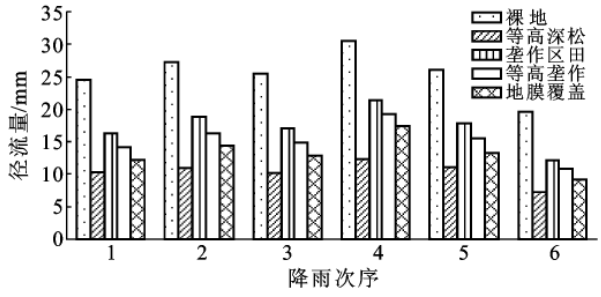

图 1　不同径流小区不同降雨所产生的径流量

2.2　侵蚀量分析

产沙量是表征土壤侵蚀量最重要的指标。6 次天然降雨在不同耕作措施下所产生的侵蚀量计算结果见图 2。从图 2 可以看出，对于同一次天然降雨而言，裸地产生的侵蚀量最大，等高深松措施下产生的侵蚀量最小；对于同一径流小区而言，降雨强度越大，产生的侵蚀量相对越大，越易发生表土流失。这说明在土壤、坡长、坡度、降雨等均相同的条件下，保护性耕作措施起到了抑制土壤侵蚀的作用，有保护性耕作措施的径流小区与裸地小区相比，减少的侵蚀量达 64.6%～96.6%。

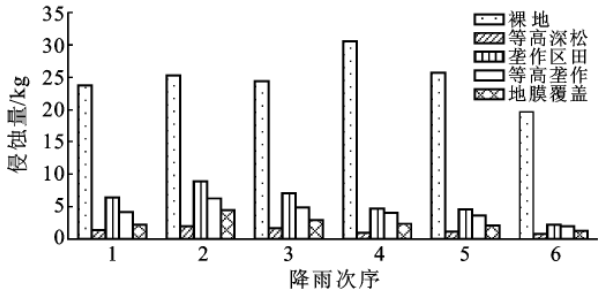

图 2　不同径流小区不同降雨产生的侵蚀量

从以上分析可以看出，不同的保护性耕作措施在黑背山小流域起到了明显的水土保持作用。垄作区田可防止雨水形成汇流，减少土壤冲刷，可有效防止横向水流冲毁垄台；等高垄作可减少坡耕地径流量和冲刷量，增强抗风蚀能力，提高田间贮水能力，保持水土，提高地力；地膜覆盖对地表具有覆盖作用，防止土壤侵蚀和水分蒸发，具有显著的水土保持作用；等高深松可改善土壤的水、肥、气、热关系，能接纳雨水、贮水和增加地下水，又能协调土壤水分供求关系，减轻地表径流和土壤冲刷。上述 4 种保护性耕作措施保持水土的效果由好到差依次是等高深松、地膜覆盖、等高垄作、垄作区田。

2.3　养分流失分析

土壤养分流失是造成水体富营养化的根本原因。试验前径流小区土壤养分的状况见表 1。6 次降雨引起的养分流失见图 3—4。从图 3—4 中可以看出，由天然降雨引起的土壤侵蚀而导致的养分流失，全氮和全磷具有相同的特点，对于同一次天然降雨而言，裸地的流失量最大，其次是垄作区田，等高深松最小。与裸地小区相比，有保护性耕作措施的小区减少全氮流失量达 54.0%～89.5%，减少全磷流失量 49.4%～92.2%。由此可见，有保护性耕作措施的小区能很好地减少土壤养分的流失。

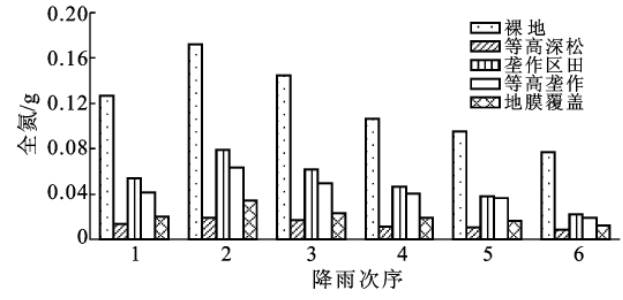

图 3　不同径流小区不同降雨下单位面积流失的全氮量

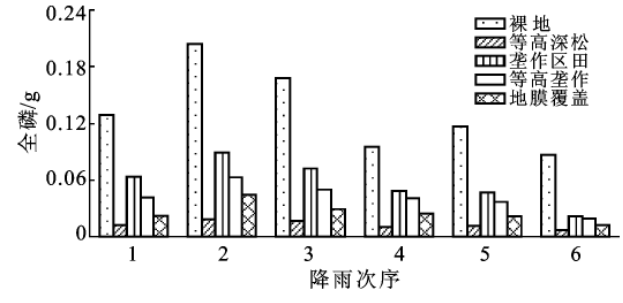

图 4　不同径流小区不同降雨下单位面积流失的全磷量

3　结 语

天然降雨条件下各径流小区产生的径流量、侵蚀量和养分流失量具有相似性，从大到小依次为裸地、垄作区田、等高垄作，地膜覆盖和等高深松。与裸地小区相比，保护性耕作措施小区可减少径流量 29.8%～63.3%，减少侵蚀量 64.6%～96.6%，减少全氮流失量 54.0%～89.5%，减少全磷流失 49.4%～92.2%。说明保护性耕作措施具有很好的保持水土和减少养分流失的作用，其中等高深松耕作的效果最好，应在该地区加以推广。

[参 考 文 献]

[1]　曲格平. 保护水资源改善生态环境造福子孙后代[J]. 中国水土保持，1996(8)：4-5.

[2]　王礼先. 水土保持学[M]. 北京：中国林业出版社，2002：1-15.

[3]　张洪江. 土壤侵蚀原理[M]. 北京：中国林业出版社，2003：2-10.

[4]　张晓艳，王立，黄高宝，等. 保护性耕作防治坡耕地水土流失效应的研究[J]. 安徽农业科学，2008，36(6)：2520-2521.