

# 东北漫岗黑土区春季冻融期浅沟侵蚀

张永光<sup>1</sup>, 伍永秋<sup>1</sup>, 刘宝元<sup>2</sup>

(1 北京师范大学沙漠与沙区资源研究所, 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;

2 北京师范大学地理与遥感科学学院, 北京 100875)

**摘要:** 浅沟侵蚀是东北漫岗黑土区耕地上常见的水蚀类型, 往往对坡耕地造成严重的破坏。2005年春季, 通过对两个小流域浅沟侵蚀的调查测量, 发现该区浅沟侵蚀相当严重, 两流域分别形成浅沟 14条、16条, 浅沟总长度分别达 3 269 m、2 146 m, 浅沟密度分别为 908 m/km<sup>2</sup>、766 m/km<sup>2</sup>, 侵蚀深度分别为 0.17 mm、0.16 mm, 侵蚀模数分别达 181.8 t/km<sup>2</sup>、173.6 t/km<sup>2</sup>。2005年春季两流域浅沟侵蚀期的径流深分别是 6.8 mm、7.7 mm。分析表明, 研究区在春季表层土壤解冻、地表裸露和存在季节性冻土层的条件下, 春季融雪及强降水易造成强烈的浅沟侵蚀。在分布上, 浅沟一般位于坡面的中下部, 而且多发育在瓦背状坡面的集流水路上。另外, 耕作措施对浅沟的形成和发展也有重要影响。

**关键词:** 黑土区; 强降水; 冻融; 浅沟侵蚀

**中图分类号:** S155.2<sup>+</sup> 7 S157.1

**文献标识码:** A

浅沟是耕地上由集中水流引起的小沟道, 通常每年都在同一个地方出现, 而且每年会被耕作消除<sup>[1]</sup>。为了区分浅沟和细沟, Hauge认为浅沟的横截面积最小为  $1 \text{ ft}^2 = 929 \text{ cm}^2$ <sup>[11]</sup>, 本文采用这个标准作为判断浅沟的下限。浅沟的形成会导致土地生产力下降和不利于耕作, 研究表明浅沟侵蚀对总土壤流失的贡献率在 10% ~ 83% 间<sup>[2,3]</sup>。中高纬度地区的土壤侵蚀一般有季节上的变化, 通常在深秋和融雪时期发生严重的土壤侵蚀<sup>[4]</sup>。东北黑土区具有与我国其他地区不同的侵蚀过程, 除了夏季发生暴雨侵蚀外, 春季融雪侵蚀比较典型。该区春季冻融时期流域尺度上的浅沟侵蚀研究还较少, 获得该时段浅沟侵蚀的资料非常重要<sup>[4]</sup>。作为我国重要的商品粮基地, 黑土区由于人类不合理的开发, 土壤强烈退化<sup>[5]</sup>, 厚度变薄, 已由开垦初期的 70~100 cm, 下降到不足 50 cm<sup>[6]</sup>。观测资料表明, 坡耕地年土壤流失厚度 0.6~1.0 cm<sup>[7]</sup>, 土壤侵蚀严重。野外调

查时也看到, 暴雨过后, 坡耕地上形成大量的浅沟和细沟。因此, 对浅沟侵蚀的规律和分布特征进行研究, 有利于研究黑土区坡耕地土壤侵蚀机理, 对制定流域的水土保持措施也有重要意义。本文以黑龙江省嫩江县境内农垦九三分局鹤山农场六队附近的两个小流域为例, 通过春季冻融时期浅沟侵蚀勘测, 对浅沟的分布特征和春季降水及冻融对浅沟侵蚀的影响作了探讨。

## 1 研究方法

研究区位于黑龙江省嫩江县境内农垦九三分局鹤山农场 (125°16'E, 48°58'N), 地处小兴安岭西南麓丘陵漫岗地带, 地形起伏和缓, 坡长较长, 一般达 300~500 m。土壤以黑土为主, 黑土层厚度在 30~50 cm, 犁底层深度在 30 cm 左右。春季坡耕地表层土壤容重在 1.1 g/cm<sup>3</sup> 左右。该区年平均降水量在

收稿日期 (Received date): 2005-01-03 改回日期 (Accepted): 2006-03-15

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金重点项目 (40235056), 教育部博士点基金 (20030027015) 资助。 [ Supported by key program from National Natural Science Foundation of China (20235056) and Specialized Research Fund for the Doctoral Program of Higher Education (20030027015). ]

作者简介 (Biography): 张永光 (1980-), 男, 河南周口人, 硕士研究生, 主要进行土壤侵蚀研究。E-mail: zy@ires.cn. [ Zhang Yongguang male graduate student works mainly on soil erosion. ]

500 mm 左右, 降雨年际变化大, 集中于夏季。冬季冻土层深度达 2 m 左右, 春季 4~5 月冻融期, 发生融雪和季节冻土融化, 而此时土壤又易于侵蚀, 导致冻融侵蚀是该区土壤侵蚀的一大特色。

样区选在鹤山农场六队附近鹤北流域内的两个小流域, 根据鹤北流域的情况, 将它们分别命名为 2 号和 8 号小流域(图 1 图 2), 流域面积分别为 3.6 km<sup>2</sup>和 2.8 km<sup>2</sup>, 土地利用方式主要是耕地, 分别占 90% 和 85%, 每年冬季至第二年春季 4 月, 耕地处于休闲状态, 地表完全裸露。

面积按矩形计算。直线型浅沟断面间距大些, 弯曲型浅沟在转弯处增加测量断面。根据浅沟长度, 测量的断面个数在 4~20 间。降水数据取自于离两个小流域约 500 m 的径流小区观测资料。根据调查次序, 两个小流域的浅沟命名如图 3、4 和表 1 所示。浅沟的体积利用下面的公式计算<sup>[8]</sup>

$$VOLUME = \left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) * L_1 + \left(\frac{A_2 + A_3}{2}\right) * L_2 + \dots$$

式中 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、……是断面面积; L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、……是断面间距。

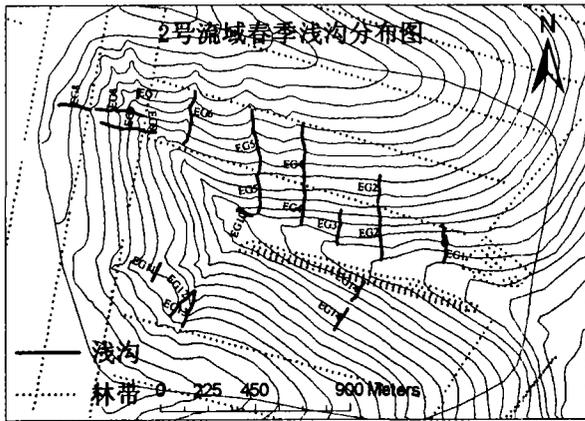


图 1 2号流域浅沟分布

Fig 1 The distribution of ephemeral gully in the 2<sup>nd</sup> watershed

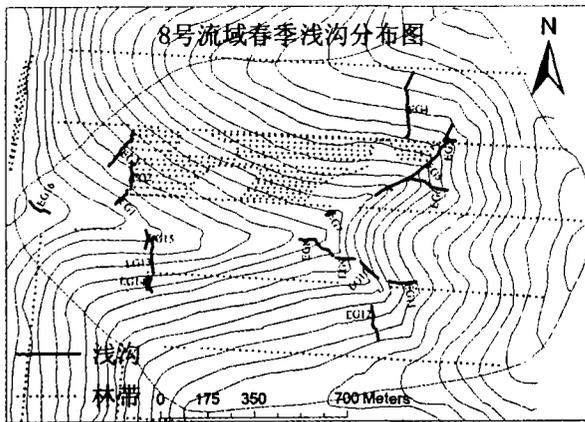


图 2 8号流域浅沟分布

Fig 2 The distribution of ephemeral gully in the 8<sup>th</sup> watershed

野外调查时看到, 每年春季 4~5 月该区坡耕地上浅沟侵蚀相当严重。2005 年 - 04 - 22~25 对 2 号和 8 号两流域的浅沟侵蚀进行了勘测。野外对浅沟的形态参数进行了测量。对每条浅沟, 用 GPS 定位, 根据其形态情况每隔 10~30 m 测量断面, 每个断面测量一个宽度、三个深度(如图 3 所示)。断面

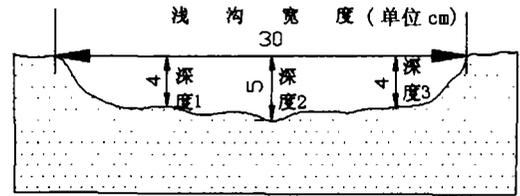


图 3 浅沟断面测量示意图

Fig 3 The sketch map of measuring the cross-profile of ephemeral gully

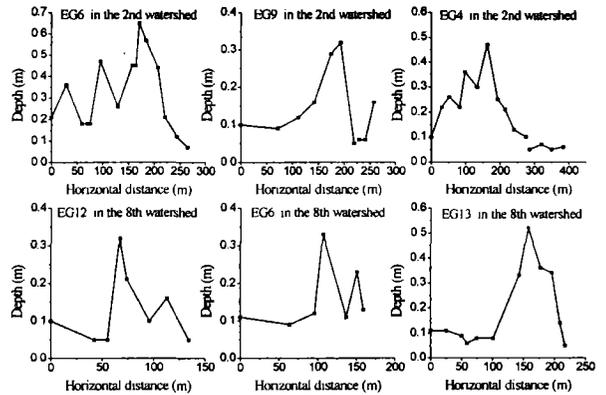


图 4 浅沟深度随其长度的变化

Fig 4 The change of the depth of ephemeral gully along its longitudinal direction

## 2 结果

### 2.1 浅沟侵蚀量

调查显示, 2005 年春季研究区浅沟侵蚀严重, 2 号和 8 号流域分别形成浅沟 14 和 16 条(图 1、图 2)。2 号流域的浅沟总长度为 3 269 m, 浅沟密度为 908 m/km<sup>2</sup>, 侵蚀总体积为 595 m<sup>3</sup>, 相当于该流域被侵蚀掉的厚度 0.17 mm, 总土壤流失量达 654.5 kg, 侵蚀模数为 181.8 t/km<sup>2</sup>。8 号流域的浅沟总长度

为 2 146 m, 浅沟密度为 766 m /km<sup>2</sup>, 侵蚀总体积为 442 m<sup>3</sup>, 流域的侵蚀深度达 0 16 mm, 总土壤流失量达 486 2 kg 侵蚀模数为 173 6 t/km<sup>2</sup>。必须指出的是, 如此高的土壤流失量仅是指由浅沟引起的, 虽然没有测量坡面上的细沟, 但在野外观察到细沟侵蚀相当严重, 有的一个坡面上每隔几十厘米就会有一条细沟, 总数可达几十条。因此, 考虑到细沟侵蚀, 土壤流失量更大。

表 1 是两流域浅沟的形态参数, 2号流域的浅沟长度在 42~ 480 m 间, 平均为 233 5 m; 8号流域的浅沟长度在 36~ 410 m 之间, 平均 134 0 m。两流域的浅沟宽度在 0 41~ 1 52 m 间, 平均 0 88 m; 浅沟平均深度分别为 0 21 m、0 22 m, 但大多数浅沟的最大深度都超过 0 30 m。分析表明, 浅沟最大深度和坡长没有明显的关系。浅沟深度随长度(从沟头到沟尾的距离)的变化具有上部和沟尾小、中部大的特点, 最大深度一般出现在中下部(如图 2 所示)。浅沟平均断面面积在 0 04~ 0 39 m<sup>2</sup>之间, 中部断面面积较大, 而在上部和下部较小。浅沟上部及下部的深度和断面面积小是由于上部径流速率小进而径流侵蚀力弱, 在下部则是由于径流含沙量处于饱和使得携沙能力降低, 导致在沟尾处发生淤积所致<sup>[2]</sup>。

## 2 2 浅沟分布特征

野外看到, 一些浅沟具有间断性的特征(如图 1、

2所示), 一般在林带处断开。这类浅沟较长, 2号流域有间断性浅沟 6条, 长度在 223~ 480 m 间; 8号流域有间断性浅沟 2条, 长度分别为 217 m、410 m。间断性浅沟通常穿过林带, 在林带上方发生淤积, 林带下方形成跌坎。这表明林带处的植被起到了减弱径流冲刷力的作用。同时, 这类浅沟具有多个跌坎的特征, 在沟道中每隔几十米就会出现一个跌坎。

研究区大多数浅沟发育在瓦背状坡面的集流路上, 2号和 8号流域分别有 12条和 9条浅沟形成于瓦背状坡面的洼地中, 原因在于低洼处汇集了两侧坡面上的水流使得径流侵蚀力增强。这类浅沟每年都会在同一地方再现。与 2004年相比, 2号和 8号流域各有 12条、8条浅沟重现, 这也与浅沟的定义一致。浅沟一般分布于坡面的中下部(如图 3、4所示), 从坡顶来算, 沟头在坡面的 1/2或 2/3处形成。浅沟的分布形式随坡型不同有平行状和辐合状两种(如图 1、2所示)。浅沟的分布规律也表现在分布间距上, 从 2号流域的浅沟分布来看(图 1), 分布间距由 80 m 至 720 m, 平均为 250 m。与研究区的浅沟分布间距相比, 黄土高原的浅沟分布间距要小得多, 仅由数米到 30 m, 其中以 15~ 20 m 居多, 平均为 16 2 m<sup>[9]</sup>。

表 1 两个小流域浅沟的形态参数

Table1 The characteristic of ephemeral gully in the two watersheds

2号流域浅沟				8号流域浅沟					
浅沟	长度(m)	体积(m <sup>3</sup> )	平均宽度(m)	平均深度(m)	浅沟	长度(m)	体积(m <sup>3</sup> )	平均宽度(m)	平均深度(m)
EG1	218	13	0 72	0 09	EG1	73	13	0 69	0 29
EG2	374	46	0 74	0 16	EG2	72	16	0 65	0 29
EG3	163	31	1 1	0 19	EG3	16	31	40 6	0 14
EG4	374	75	1 13	0 19	EG4	25	51	20 4	10 13
EG5	480	109	1 03	0 25	EG5	410	174	0 84	0 35
EG6	265	88	1 07	0 32	EG6	159	13	0 54	0 16
EG7	42	7	0 62	0 21	EG7	36	19	1 52	0 33
EG8	326	84	0 91	0 29	EG8	154	24	1 38	0 15
EG9	248	26	1 01	0 14	EG9	70	29	1 1	0 33
EG10	121	26	0 78	0 26	EG10	90	15	0 62	0 24
EG11	90	17	0 85	0 30	EG11	104	12	0 67	0 16
EG12	169	28	0 66	0 26	EG12	134	12	0 84	0 13
EG13	176	12	0 49	0 15	EG13	217	36	0 9	0 19
EG14	223	33	1 18	0 17	EG14	48	6	0 78	0 13
					EG15	70	10	1 22	0 17
					EG16	91	37	1 42	0 29
总和	3 269	595			总和	2 146	442		
侵蚀模数	2号流域为 181 8 t/km <sup>2</sup>				8号流域为 173 6 t/km <sup>2</sup>				

注: 土壤容重按 1 1 g/cm<sup>3</sup>计算。

浅沟侵蚀规律除体现在发育部位和分布形式外, 还反映在临界坡长、坡度和汇水面积等特征值的变化上<sup>[9]</sup>。临界坡长是指浅沟沟头到流域分水岭的距离。对分布在瓦背状坡面洼地上的浅沟进行分析表明, 研究区浅沟的临界坡长在 170~900 m 间, 平均 390 m 左右, 2 号流域的浅沟中有 12 条的临界坡长在 300 m; 8 号流域浅沟的临界坡长也都在 >150 m, 长的达 600 m。坡度和汇水面积也是浅沟侵蚀发育的主要特征值。由于该区坡耕地坡度变化不大, 浅沟发生的坡度变化也很小, 在 3~6° 间, 平均 3.5°。浅沟发生的汇水面积变化范围较大, 在 1.26~44.24 hm<sup>2</sup> 间, 平均 7.25 hm<sup>2</sup>。与研究区相比, 黄土高原坡面出现浅沟的临界坡长在 20~70 m 间, 平均 40 m, 要远小于漫岗黑土区的值; 而浅沟侵蚀发生的临界坡度则大于研究区的值, 介于 14.0°~21.3° 间, 更多的集中在 15.0°~20.0° 间, 平均值为 18.2°<sup>[9]</sup>。在规模上, 研究区单条浅沟的长度和体积要远远大于黄土高原坡面浅沟的长度和体积<sup>[10]</sup>。

### 3 讨论

#### 3.1 降水和冻融对浅沟侵蚀的影响

研究区 2004 年冬季至 2005 年秋季的降水量如图 5 所示。2004 年冬季降雪较少, 2004-11~2005-03 间的降水总量仅为 16.2 mm, 融雪小区的观测显示 2005-04 前没有产流发生。因此, 这次浅沟侵蚀主要是由 04-08~25 的降水引起, 期间发生 9 次降水, 4 月 8 日、10 日和 15 日为降雪, 降水量分别为

6.2 mm、4.4 mm 和 24.6 mm, 其中 15 日的降雪起主要作用, 据农场气象站资料, 这样的大雪最近也只在 20 世纪 90 年代初发生过。伴随着融雪和土壤解冻, 在 4 月 19~22 日又发生了 4 次降雨, 4 d 降雨总量为 20.3 mm。总的来看, 4 月降水总量 >62.5 mm, 比该月多年平均值多 40.0 mm。

此时段的土壤特征和地表状况也有利于侵蚀发生。季节性冻结常引起土壤水分在表层的聚积, 同时该区春季土壤解冻是在融雪后进行的, 并以由上向下的融解方式占优势<sup>[11]</sup>, 而且融解的时间较长, 当表层融解而深处尚未溶解的情况下, 未融解部分就形成了不透水层。在春季解冻时的 2~3 d 到一个月甚至更长的时间内, 冻融作用是影响土壤可蚀性因子的主要因素。冻融作用会改变土壤性质如土壤结构、土壤导水性、容重、团聚体水稳性以及土壤强度等, 进而影响土壤可蚀性因子<sup>[12]</sup>。一般而言, 冻融作用反复进行的结果, 会使土壤容重减小。低容重和高含水条件会使土壤表面更易遭受分散和转移。土壤粘结力减小, 土壤分散力增大, 使得土壤更利于侵蚀<sup>[13]</sup>。

在发生解冻阶段, 土壤对融雪和降雨侵蚀都十分敏感, 土壤流失也主要发生在这一阶段, 此时发生径流事件, 侵蚀会大大增加<sup>[12]</sup>。侵蚀过程不仅受表层土壤特征的影响, 而且受整个土壤剖面的影响。在解冻阶段, 虽然土壤表层已经融化, 但其下部仍有冰晶存在, 这种结构必然会阻碍入渗和土壤水分运动。当水分入渗受到下层冻土阻挡时, 易于发生表层流进而更有利于浅沟发展<sup>[14]</sup>。2005 年春季, 研究区融雪时的降雨过程又加速了积雪融化, 再加上表层土壤解冻、裸露地表和下层冻土层的存在导致了更大的地表径流和壤中流。两流域出口的量水堰观测显示, 径流持续了 6 d, 2 号和 8 号流域的径流深分别达 6.8 mm 和 7.7 mm。

#### 3.2 耕作措施对浅沟侵蚀的影响

耕作措施对浅沟的形成和发展也有重要影响。当地有秋翻地和春翻地两种耕作习惯, 秋翻地是在秋季庄稼收割以后进行, 春翻地是在春季播种前进行。调查时两流域以秋翻地为主, 只有 3 块耕地秋季没有深翻, 垄沟保存完好, 还有一块玉米地实施了留茬免耕。春翻地中形成的浅沟深度较浅, 平均深度在 12.5~14.0 cm 间, 这些浅沟的形成与垄沟有一定关系。为了保墒, 当地在种植大豆时进行垄作种植, 但并不是等高垄作, 而是垄沟和等高线按一定

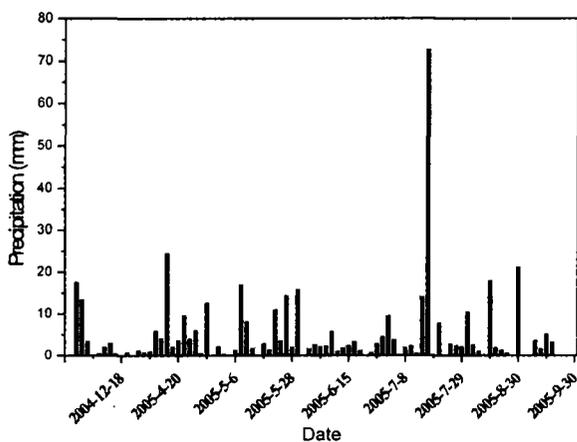


图 5 两个小流域 2004 年冬季至 2005 年秋季降水量

Fig 5 Precipitation during the winter 2004 and the autumn 2005 in the two watersheds

角度斜交,这样垄沟内的径流汇集到一定程度就会在某些地方冲破垄沟向低洼处集中形成浅沟。2号流域的 EG9和 8号流域的 EG10就属于这种情况,在野外能明显地观察到集中水流先在垄沟里汇集,然后冲破垄沟向坡下流动形成浅沟。秋翻地中的浅沟深度明显较大,而且与 2004年夏季相比,两流域在秋翻地中新形成了 5条浅沟,分别为 2号流域的 EG10和 8号流域的 EG1、EG2、EG3和 EG16 总长度达 520 m,侵蚀体积达  $106\text{ m}^3$ ,土壤流失量达  $118.8\text{ kg}$ 。这 5条浅沟的形成与一些线性要素如车辙、林带和耕地边的排水沟有关。另外,留茬免耕可以减少浅沟侵蚀,8号流域浅沟 EG4所处的地块实施了留茬免耕,该地块中 2004年夏季有两条浅沟,2005年春季只形成了 1条浅沟,而且其沟形不明显,长度虽然达 255 m,平均深度却只有 12.5 cm,侵蚀体积也仅为  $12\text{ m}^3$ 。因此,在制定坡耕地水保措施时应考虑耕作措施对浅沟侵蚀的影响。

从以上分析可以看出,该区春季冻融时期浅沟侵蚀相当严重。因此加强该区坡耕地的水土保持刻不容缓。由于留茬免耕能有效地减少浅沟侵蚀,在当前的社会经济条件下,实施留茬免耕不失为一项既经济又有效的水保措施。

## 4 结 论

根据观测结果及其分析讨论,得出以下几点结论:

研究区春季冻融时期的浅沟侵蚀导致的土壤流失量相当大。2号和 8号流域分别形成了浅沟 14条、16条,浅沟总长度分别达 3269 m、2146 m,浅沟密度分别为  $908\text{ m}/\text{km}^2$ 、 $766\text{ m}/\text{km}^2$ ,侵蚀深度分别为 0.17 mm、0.16 mm,侵蚀模数分别达  $181.8\text{ t}/\text{km}^2$ 、 $173.6\text{ t}/\text{km}^2$ 。

2005-04的强降水是导致发生如此大土壤流失量的主要原因,而此季节的表层土壤解冻、下层冻土层和裸露地表使得地表径流和表层流的持续时间更长,进而引起强烈的浅沟侵蚀。

在分布上,浅沟一般位于坡面的中下部,从坡顶来算,沟头在坡面的 1/2或 2/3处形成,而且多发育在瓦背状坡面的集流水路上,这类浅沟每年都会重现。该区防风林带的存在造成浅沟在林带处断开,在林带上方发生淤积,林带下方形成跌坎,林带处的植被起到了减弱径流冲刷力的作用。耕作措施对浅

沟的形成和发展有重要影响。春翻地中形成的浅沟深度较浅,平均深度在 12.5~14.0 cm间,这些浅沟的形成与垄沟也有一定关系。秋翻地中的浅沟深度明显较大,而且一些线性要素如车辙、耕地边的排水沟容易诱导形成浅沟。

致谢:在野外工作中得到黑龙江鹤山农场有关人员的大力支持,在此表示致谢。

## 参考文献 (References)

- [1] Poesen J, Nachtergaele J, Verstraeten G *et al*. Gully erosion and environmental change: importance and research needs [J]. *Catena*. 2003, (50): 91~133
- [2] Casal J, Lopez J, Gil Hez J V. Ephemeral gully erosion in southern Navarra (Spain) [J]. *Catena*. 1999, 36: 65~84
- [3] Capra A, Scicolone B. Ephemeral Gully Erosion in a Wheat-cultivated Area in Sicily (Italy) [J]. *Biosystems Engineering*. 2002, 83 (1): 119~126
- [4] ygarden L. Rill and gully development during an extreme winter runoff event in Norway [J]. *Catena*. 2003, 50: 217~242
- [5] Lu Ji-long. Phaeozem degradation and sustainable agriculture [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*. 2001, 15(2): 64~67 [陆继龙. 我国黑土的退化问题及可持续农业 [J]. 水土保持学报, 2001, 15(2): 64~67]
- [6] Office of Soil Surveying of China. China Soil Species [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1994, 276~286 [全国土壤普查办公室. 中国土种志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994, 276~286]
- [7] Xiong Yi, Li Qingkui. China Soils [M]. Beijing: Science Press, 1990, 648~662 [熊毅, 李庆逵. 中国土壤 [M]. 北京: 科学出版社, 1990, 648~662]
- [8] Hudson N. Soil conservation [M]. Iowa State University Press, 1995, 165
- [9] Zhang Keli, Tang Keli, Wang Binke. A study on characteristic value of shallow gully erosion genesis on slope farmland in the less plateau [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*. 1991, 5(2): 8~13 [张科利, 唐克丽, 王斌科. 黄土高原坡面浅沟侵蚀特征值研究 [J]. 水土保持学报, 1991, 5(2): 8~13]
- [10] Jiang Yongqing, Wang Zhanli, Hu Guangrong *et al*. Distribution Features of Shallow Gully [J]. *Research of Soil and Water Conservation*. 1999, 6(2): 181~184 [姜永清, 王占礼, 胡光荣, 等. 瓦背状浅沟分布特征分析 [J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 181~184]
- [11] Institute of Forestry & Soil Science, Chinese Academy of Science. Soil in the Northeast of China [M]. Beijing: Science Press, 1980, 348~349 [中国科学院林业土壤研究所. 中国东北土壤 [M]. 北京: 科学出版社, 1980, 348~349]
- [12] Liu Baoyuan, Xie Yun, Zhang Keli. Soil erosion prediction model [M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 2001, 82~84 [刘宝元, 谢云, 张科利. 土壤侵蚀预报模型 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001, 82~84]
- [13] Jane C F, Richard M C, Ghafarzadeh M. The process of freeze-

- thaw erosion[J]. *Scientific and technical of soil and water conservation*. 2001, 3: 26~ 28 [ Jane C F, Richard M C, Ghaffarzadeh M. 冻融侵蚀机理 [ J]. 水土保持科技情报. 2001. 3: 26~ 28. ]
- [ 14] Higgins C G, Hill B R., Lehre A K. Gully development [ M]. In: Higgins C G., Coates D. R. (Eds.) *Groundwater Geomorphology: The Role of Subsurface Water in Earth-surface Processes and Landforms*. Boulder, Colorado: Geological Society of America, Special Paper, 1990. (252) 139~ 155

## Ephemeral Gully Erosion during the Spring Freeze-thawing Period in Black Soil Rolling-hill Regions of Northeast

ZHANG Yongguang<sup>1</sup>, WU Yongqiu<sup>1</sup>, LU Baoyuan<sup>2</sup>

(1. China Center of Desert Research at Beijing Normal University, Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. College of Geography and Remote Sensing, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract Ephemeral gully erosion is a common type of water erosion in black soil rolling-hill regions of Northeast and is responsible for heavy damage to agricultural land. A field survey in the spring 2005 in the two small watersheds was conducted to investigate ephemeral gully erosion in freeze-thawing period in this area. There are 14 and 16 ephemeral gullies respectively in the two watersheds with the total length 3 269 m and 2 146 m respectively. The result shows that ephemeral gully erosion has caused significant soil losses 181.8 t/km<sup>2</sup> and 173.6 t/km<sup>2</sup> respectively or 0.17 mm and 0.16 mm respectively, channel density 908 m/km<sup>2</sup> and 766 m/km<sup>2</sup> respectively. In late spring, the combination of frozen subsoil, bare surface cover and thawing topsoil facilitated ephemeral gully growth. In general, ephemeral gullies began approximately one second or two third of the way down the slope from the slope top, and developed on the concave slope. On the other hand, the result shows that tillage practices had significant influence on the forming and development of ephemeral gully.

Key words black soil regions of Northeast; extreme precipitation; freeze-thawing; ephemeral gully erosion