

东北黑土区土壤侵蚀研究进展

崔 明^{1,2}, 蔡强国², 范昊明³

(1. 中国林业科学院 林业研究所, 北京 100091; 2. 中国科学院 地理科学与资源研究所 陆地水循环与地表过程
重点实验室, 北京 100101; 3. 沈阳农业大学 水利学院, 沈阳 110161)

摘 要: 东北黑土区是我国重要的商品粮基地, 其粮食生产能力及可持续性关系到国家的粮食安全战略。近年来, 日趋剧烈的水土流失, 引起黑土功能的严重退化, 引起了社会的广泛关注, 各种调查和防治工作正在开展, 所以需要已有的工作全面的总结, 为以后的工作提供科学的依据。作者主要从黑土区土壤侵蚀的危害、影响因素以及侵蚀机理三个大的方面分别进行总结论述, 希望对黑土区今后的土壤侵蚀研究工作提供一定的参考。

关键词: 东北黑土区; 土壤侵蚀; 小流域; 侵蚀机理

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)05-0029-06

Research Progress on the Soil Erosion in Black Soil Region of Northeast China

CUI Ming^{1,2}, CAI Qiang-guo², FAN Hao-ming³

(1. *Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China*; 2. *Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*; 3. *College of Water Conservancy, Shenyang Agriculture University, Shenyang 110161, China*)

Abstract: Soil erosion on slope of the black soil region in Northeast China, one of the most important bases of cash rice, is proved to be more serious than we recognized before, and it not only affects the sustainable development of the local social economy, but also threatens the security of the national provision, and is getting more and more social concerns, and a kind of investigations have been started recently. So we should have a comprehensive view of the preceding studies to provide some references for the subsequent researches. Three aspects were concluded as harm of the soil erosion, effective factors of soil erosion, and the mechanism studies of soil erosion in northeast China, and the last item-mechanism studies of soil erosion in the black soil region was dropped behind, so it should be emphasized in the future.

Key words: black soil region; soil erosion; small catchment; erosion mechanism

1 前 言

东北黑土区是我国重点粮食产区, 其粮食生产能力及可持续性关系到国家的粮食安全战略。近几十年来, 由于过度垦殖和掠夺式经营, 水土流失日趋剧烈, 黑土功能严重退化, 引起了社会的广泛关注。2003 年 9 月, 经国家发改委立项、水利部组织在黑龙江省拜泉、宾县、克山、克东、明水、九三农场等地开展了为期 3 a 的东北黑土区水土流失综合治理试点工程。

为响应中央关于振兴东北地区老工业基地的决策^[1], 2004 年 3 月 12 日, 钱正英、张光斗、沈国防等一些来自水利、林业、农业、气候、矿业、能源、城市建设等行业的泰斗在北京召开会议, 讨论“东北地区水土资源配置、生态环境建设和可持续发展战略研究”简称“东北水资源”项目的立项报告, 正式拉开了项目研究的序幕。2004 年 4 月项目正式启动, 目的是在生态环境建设上为老工业基地的振兴保驾护航, 使其走上可持续发展的道路^[2]。2004 年 6 月 20 日, “在

与吉林省领导交换意见会上”, 石玉林院士在会上提出, 建议把黑土保护工程列入国家重大建设项目。本人有幸参加了由石先生负责的“东北水资源”农业组《东北地区土地利用与农业发展战略研究》课题中由王礼先、蔡强国两位研究员负责的《黑土地区水土保持与改良研究》专题及专题报告编写, 该专题的重点研究内容为查明东北地区典型黑土地水土流失特征与规律, 划分类型区, 在总结防治黑土水土流失与退化经验的基础上, 提出不同黑土类型区水土保持与土壤改良的生态建设战略建议。专题组 2004 年 8 月 30 日~9 月 5 日, 对黑龙江省齐齐哈尔市、拜泉县、宾县、吉林省榆树市、长春市、辽宁省漳武县、沈阳市在内的 7 个县(市)的水土保持工作进行了实地考察、调研, 并与相关单位进行了座谈, 并于同年 11 月, 完成并上交了专题研究阶段性报告^[3]。正如钱正英院士所说, 报告出炉并不代表项目组工作的结束, 它预示着新项目的启动。而在新项目启动之前, 我们有必要对以往的工作进行全面的总结, 以明确今后工作的重点, 使有限

收稿日期: 2006-08-14

基金项目: 国家自然科学基金委员会重点基金支持研究项目(40235056)

作者简介: 崔 明(1979-), 女, 博士, 主要从事土壤侵蚀与 GIS 应用研究。

的人力、物力资源能够达到合理的分配和有效地利用。

另外,2005年3月,由水利部、中国科学院、中国工程院共同组织的“中国水土流失与生态安全综合科学考察”活动,将东北黑土区作为科考的七大重点区之一。黑土区考察组由中科院东北地理与农业生态研究所、沈阳应用生态所、北京师范大学、松辽水利委员会及东北有关大学和有关省水利部门50余名专家组成,考察了四省区14个县(市、旗、区)的33个典型小流域,并撰写了考察报告。报告从土壤侵蚀对黑土土壤的生产性能、生产力、黑土区农田、黑土腐殖质层的抗蚀年限及潜在危险4个方面较全面总结了水土流失对黑土区农业的影响。

通过几次考察、调研,发现东北黑土区的流域与黄土高原以及我国的其他地区相比,有其独特的侵蚀产沙环境,以及由此决定的侵蚀、搬运、沉积规律,而我们现有的研究主要集中在对黑土区土壤侵蚀严重性的描述以及对该区土壤侵蚀影响因素的探讨上,而对于土壤侵蚀本身的机理性研究非常缺乏,可以说黑土区的土壤侵蚀研究基本上还处于一个起步阶段。其中一个主要原因就是黑土区水土流失监测和水土保持科研力量还比较薄弱,目前,对黑土水土流失系统观测还比较少,相关的研究文献还不多,尚缺乏点、面的系统研究,许多问题还未得到解决。目前迫切需要对黑土区水土流失中主要驱动力的作用过程与机理等方面加强研究。

虽然,由北京师范大学的土壤侵蚀实验室、中科院地理与资源研究所以及北京大学资环学院等机构联合主持的国家自然科学基金《东北黑土区土壤侵蚀机理与土地退化预警》项目于2002年正式启动,而且项目组在黑龙江省的鹤山农场建立了径流试验小区,进行了近三年半的观测,并且在该地区开展了关于黑土层厚度及浅沟、切沟侵蚀的一系列调查研究工作,取得了一定的成果^[4~11],但是与黄土高原的研究成果相比,我们不得不认识到其中的差距。由于黑土区独特的侵蚀产沙环境,我们在研究中不能简单的引用黄土高原等其他地区的研究成果。所以,我们必须加强黑土区土壤侵蚀机理的研究,因此,本文对东北黑土区土壤侵蚀的研究进展进行归纳总结,以期今后更有效的开展研究工作提供一定的参考。

2 东北黑土区土壤侵蚀危害

“不上粪也打粮”的东北典型黑土区,由于长期以来不合理的过度垦殖和掠夺式经营,水土流失日趋剧烈,如今“黄土岗,破皮黄,干使劲,不打粮”的情况随处可见。人们已经越来越清醒的认识到,该区土壤侵蚀严重,使土壤退化严重,土地承载能力降低,制约了资源的可持续利用,严重影响了当地社会、经济的持续发展^[12~14]。该区土壤侵蚀的直接危害主要表现在以下几个方面。

2.1 黑土层变薄

于磊等^[13]研究认为,自然黑土腐殖质层厚度一般为30~70 cm,而据我国第二次土壤普查资料,有近40%的黑土腐殖质层厚度不足30 cm。据刘丙友^[12]的调查资料显示,典型黑土区内年均流失表层黑土0.3~1 cm,黑土厚度已由20世纪50年代的平均60~70 cm,下降到目前的平均20~30

cm,有些区域已露出黄土母质,基本丧失了生产能力。沈波等^[14]在黑土区的调查结果显示,黑土平均每年流失厚度为0.7~1 cm,一些地方黑土厚度已从开垦初期的80~100 cm减少到20~30 cm。由此可见,目前,黑土层正在逐渐变薄已经成为不可争辩的事实,并且有研究表明^[14],形成1 cm黑土需要300~400 a时间,所以有的研究者^[12]认为,按目前的水土流失速度测算,现有耕地的黑土层将在40~50 a内全部被剥蚀。

2.2 土地利用降低

侵蚀沟的增多,不仅减少了可利用土地面积,还使很多大片的耕地被分割成小片甚至是岛状,使原有的大型机械耕作设备无法再在上面耕作,从而增大了耕作难度,增加了生产成本,使土地利用降低^[15]。据调查统计,黑龙江省有较大型侵蚀沟 14.4×10^4 条,侵蚀耕地 0.1×10^4 km²。黑土区^[14]侵蚀沟占地面积达 0.5×10^4 km²,每年将损失粮食约 14×10^8 kg,且呈发展趋势。根据对榆树市刘家乡合心村城壕沟的调查发现,1961年城壕沟还是一个沟坡很缓的浅沟,但现在却发展成了一个深20~46 m、宽50~60 m、长>1 000 m的大沟,沟坡陡峻,黄土裸露,重力侵蚀频繁。这条大沟的沟头不断发展,当地的村民被迫不停地搬迁。

2.3 土壤物理、生化性状恶化

近年来,黑土区土壤板结现象越来越严重。根据黑龙江省水土保持科学研究所克山试验站实地测验^[16],开垦80 a的黑土土壤容重由 0.79 g/cm³增加到 1.26 g/cm³,总孔隙度由67.9%下降到52.5%,水稳性团粒总量由58.0%减至35.8%;土壤物理性黏粒增多,供水能力减弱,透水力降低。

严重的水土流失,特别是坡耕地的水蚀和岗平地的风蚀,对黑土资源破坏严重,在很大程度上降低了黑土的肥力^[17~19]。据调查,黑土开垦20 a肥力下降1/3,开垦40 a下降1/2,开垦70 a、80 a下降2/3左右。土壤有机质含量由1958年第一次土壤普查时的4%~6%降到1990年第二次土壤普查时的3%~5%,有的地方甚至在2%以下。土壤有机质含量,可以导致土壤中微生物和酶的活性降低,同时也导致黑土区土壤养分平衡失调,克山县第二次土壤普查资料显示,黑土开垦30~70 a,全氮由0.35%~0.40%下降到0.25%~0.30%。从而使黑土养分供给能力减弱,造成作物苗期生长缓慢,生育过程中出现缺素症状^[20]。

目前,关于黑土区水土流失危害的报道比较多,不仅向我们展示了黑土区土壤侵蚀状况严峻的现实,还列出实际调查中的侵蚀面积、强度等数据,并分析了侵蚀给当地的工农业发展带来的危害,从而,有力地说明了开展黑土区土壤侵蚀研究的必要性。

3 黑土区的土壤侵蚀影响因素研究

早在1965年,赵一宇就对东北丘陵黑土区土壤侵蚀特点做了清晰简练的阐述,他认为该区的水土流失主要分布在河流不对称较陡的一岸,在地貌单元上位于二级阶地及其前缘;流失类型以面蚀为主;沟蚀发育,多以单沟形式出现,分级很少,主要与该区地壳运动密切相关;受季风影响,该区夏秋多径流,冬季有冻层,且冻融作用对土壤侵蚀的影响很大;

人为因素对该区的水土流失起着催化剂的作用。随后也有几个学者在黑土区侵蚀影响因素方面进行过论述,他们举出了关于黑土区侵蚀环境比较可靠的数据来说明问题,提出了黑土本身的抗侵蚀性较差,以及黑土区长坡长也是影响该区土壤侵蚀的关键因素^[21,22]。他们把所有因素分为2大类,下面将从这2大类出发,进行详细说明。

3.1 自然因素

3.1.1 地貌特点

黑土区多为波状起伏的漫岗,一般为 $1\sim 5^\circ$,坡长多为 $500\sim 1\,000\text{ m}$,汇水面积大,面蚀、沟蚀严重。由于坡面较长,且多为农业用地,在降雨量和降雨强度较大时,易形成径流集中冲刷,所以水土流失也十分严重,漫川漫岗区耕地的侵蚀模数在 $3\,000\sim 5\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ^[23]。

有研究表明^[21],克山东部水土流失面积中有 88.4% 处在坡长 600 m 以上的坡面上。黑土区土壤侵蚀另外一个特点就是侵蚀沉积规律受微地貌的影响大,坡上随地貌部位不同,侵蚀方式与强度也有所不同,坡下则表现为淤积状态。

另外,本研究组在黑龙江省鹤山农场小区观测的资料表明,该区坡面侵蚀量大, $3\sim 5^\circ$ 的坡面上,侵蚀模数达到了 $3\,000\sim 5\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,同时部分小流域切沟部分侵蚀模数就可达 $4\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$;而流域出口输沙量小,根据乌裕尔河(依安站)的水沙数据计算得到的输沙模数仅有 $20.48\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,从而反映了流域独特的侵蚀、搬运、沉积规律。

由于不同坡向接受阳光的长短和土壤冻融的迟早不同造成土壤侵蚀程度有所差异,南坡和东坡侵蚀程度高,因此,黑土区南坡和东坡的坡度一般要比北坡和西坡陡,土层厚度一般也要比北坡和西坡薄,如此形成恶性循环,进一步加重了该区的土壤侵蚀。总之,黑土的地形地貌在很大程度上直接影响着土壤类型的演变和土壤侵蚀的强度,但土壤侵蚀反过来也在重新塑造着黑土区的地形地貌。黑土区小坡度、长坡长的地貌特点,已经得到了很多研究者的认同,但是针对长坡长与坡面产流产沙的关系却很少有人涉及,同时微地貌对土壤侵蚀、搬运、沉积的影响也鲜有人论及,而黑土区特殊的地貌形态可能是典型黑土区坡面侵蚀量大,流域输沙量小的一个主要原因。所以,黑土区土壤侵蚀与地貌的关系还有待于进行深入的探讨。

3.1.2 土壤本身的特性

现在,关于黑土的基本性状已经达成共识,一般认为,黑土区土壤的性状主要表现为团粒结构好,植物营养元素含量高,交换量大,蓄水量大,pH值适中。但是黑土本身黏粒和腐殖质含量高,团聚体含量高,土壤孔隙度大,土质疏松,容易被侵蚀。有很多学者对影响黑土本身的特性进行了研究,张之一等^[24]对黑龙江省的白浆土、黑土、草甸土土壤颗粒组成及微团聚体进行了比较研究,结果表明,北安县的黑土分散系数最小,友谊农场的分散系数和白浆土相近,而草甸土和幼黑土的分散系数较大,说明草甸土和幼黑土和典型的黑土还有所差别。张宪奎等人^[25]对黑龙江省克山县、宾县和牡丹江市的黑土、白浆土及暗棕壤的抗蚀性因子进行了实地测量,结果为黑土:0.26;白浆土:0.31;暗棕壤:0.28。该研

究结果表明:腐殖质层发育较厚、有机质含量丰富的黑土区土壤可蚀性因子相对偏高,抗蚀能力较差。

王金平等^[26]对哈尔滨黑土的透水性进行了测定,结果表明,黑土透水性表层最高为 $1\,646\times 10^{-9}\text{ mm/s}$,但从第二层起明显降低,透水性土壤机械组成中 $>0.01\text{ mm}$ 颗粒含量的分布状况基本一致。造成这种情况的原因是黑土成土母质质地较为黏重,使其极易形成“上层滞水”现象,夏季降水集中时易产生地表径流和难透水层以上的下渗水流,因此土体容易遭到侵蚀和淋溶。

张爱国等^[27]对全国5个地区涉及23个省不同土类不同层次抗冲指标试验资料表明,东北漫岗丘陵区土壤抗冲系数仅高于黄土高原区,远低于长江流域、长江以南土壤抗冲刷能力,略低于北方土石山区土壤抗冲刷能力。表层下 $20\sim 30\text{ cm}$ 土层抗冲系数仅为1.72,抗冲刷能力更低。同其他区域相比,东北漫岗丘陵区土壤入渗率也比较低,平均稳渗率仅高于黄土高原区,易产生地表径流。再结合到东北黑土区降雨集中、多暴雨的特点,如果没有一定程度的地表植被覆盖与保护,是具备高强度水土流失发生条件的。

从上述资料可以看出,对于本区土壤性质的研究,并没有很好的与坡面的侵蚀规律相联系。本区土壤的这些特性,在坡面产流产沙过程中有什么变化,对坡面的产流产沙又有什么影响呢,已有的研究并不能回答上述问题,所以通过室内模拟降雨实验,探讨黑土在不同降雨条件下的土壤性质的变化对侵蚀规律的影响是十分必要的。

3.1.3 气候特点

对于该区气候特征与土壤侵蚀关系的研究,一般认为,黑土区降雨集中,而且夏秋季节多发生暴雨,容易形成径流集中,引起冲刷造成土壤侵蚀。李士文^[28]根据拜泉县通双流域1980~1985年资料统计,在雨季6~8月降雨量 329.8 mm ,占全年降雨量的 75% ,而同期的土壤侵蚀量高达 $4\,195\text{ t}$,占全年土壤侵蚀量的 70% 。邓慧平等^[29]在黑土区关于全球气候变化对松嫩草原水热生态因子影响的研究中表明,自1950年以来,黑土区全年气温上升了 1.2°C ;降水从20世纪50年代中期至70年代中期趋于减少,而后又回升,呈现的是近40a的波动;在 CO_2 倍增情景下,该区降水可增加 10% 左右,极端降水有所增加。在全球气候变化影响下,区域发生异常降水时更容易导致土壤侵蚀的发生。另外,黑土区由于地处北温带和中温带,全年降雪比例较大,约为全年降水量的 $3.5\%\sim 7.9\%$;部分地区春季的融雪侵蚀占全年侵蚀总量的很大比例。

赵登峰^[11]对松花江流域土壤流失的时空分异规律及其成因进行了较深入的分析,探讨了松花江流域产沙量空间分布、产沙量分布与降雨侵蚀力关系等问题。

黑土区日、年温差较大,冻融交替明显,作用时间长,春季解冻后土壤疏松,抗蚀能力明显降低也是引起土壤侵蚀的一个重要因素。据黑龙江省水保所克山试验站1998年调查研究,土壤冻结过程中由于水分的不断增加和冻结,体积增大约 9% ,由于冻土膨胀,常出现冻裂。克拜黑土区的浅沟和切沟都有平行于干沟的裂缝,宽度达 10 cm ,深度达 120

cm,裂缝靠沟壁边缘 30~100 cm,这些裂缝在夏季土体融化时也不能复合,极易发生剥蚀。冻融侵蚀可使耕地中的沟壑每年扩张 50~100 cm,加剧了侵蚀沟的发展,对农业生产的可持续性发展危害极大。冻融侵蚀是东北黑土区地形起伏较小、坡度较缓,但土壤侵蚀却比较严重的主要原因之一。

3.2 人为因素

从建国初期到现在,黑龙江垦区人口总数增加了 150 多万,据统计,截止到 1978 年,黑龙江省每年平均开荒 $0.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,总计开荒达 $5.9 \times 10^4 \text{ km}^2$,相当于解放前上千年来开荒面积的总和。概括起来说,人为引起水土流失,主要是因为人口数量和人口密度的增大,使黑土区的人类活动加剧,原来的自然植被森林和草地被开垦为农田,且实行掠夺式粗放经营,没有做到用养并行,如人类不同的耕作方式对黑土区土壤侵蚀的影响也很大,加上黑土本身以及该区的气候、地貌特性,从而造成了严重的土壤侵蚀。

而且随着耕地开垦年限的增加,黑土的理化性状也发生不同程度的退化。很多学者研究了黑土开垦以来的理化性状的变化情况。熊毅等^[30]通过研究发现,黑土的有机质等营养元素随着黑土开垦时间的增加也会不断降低,再加上对耕地的管理不够科学,耕作制度不够合理等原因,使耕地水土流失严重,肥力大大降低。例如黑土区多采用垄作制,由于垄向不同可分为顺垄、横垄和斜垄。这 3 种垄作的径流量是斜坡垄>顺坡垄>横坡垄,从冲刷量来看则是顺坡垄>斜坡垄>横坡垄,顺坡和斜坡垄耕地土壤侵蚀严重。但黑土区的许多地方在相当长的一段时间里习惯于顺坡和斜坡耕种,目前仍有部分改垄工作需要进行。他们还指出,开垦年限和耕作管理对团粒结构的影响很大,黑土开垦后,水稳性团粒结构一般均有减少的趋势,表层尤为明显,开垦年限越长,水稳性团粒越少。使用有机肥、种植绿肥和牧草,则可以起到恢复结构的作用。于丹^[31]的研究表明,黑土在开垦初期(一般 5~10 a),经常的耕作使土壤通气状况得到改善,过多的水分得以散失,因而土温增高,微生物活动增强,腐殖质分解加速,释放出的有效养分较多,其潜在肥力得以发挥。这时即使在不施肥的条件下种植作物,也可获得较高产量。但随着耕种时间的推移,会出现腐殖质含量下降、水稳性团粒结构减少、蓄水能力降低、作物需要的养分和水分收支失去平衡等状况。

全国土壤普查办公室的资料表明,黑土有机质含量一般为 3%~6%,一般表层含量最大,向下急剧降低,开垦时间和黑土类型也对有机质的含量有重大影响。黑土的交换性阳离子以钙、镁为主,交换量较高,随着有机质含量而变化。黑土全氮含量的变化与有机质相似,两者成显著正相关。全磷、全钾含量与有机质含量也呈正相关。同样,开垦时间、以及耕作措施对全氮、全磷、全钾的含量也有较大影响。

4 侵蚀机理研究

目前,黑土区已经成为我国土壤侵蚀潜在危险性最大的地区之一,与严重的土壤侵蚀比较而言,对于黑土区侵蚀机理的研究相对滞后,因而造成了一些对土壤侵蚀治理决策认识上的不统一,严重地制约了对黑土区土壤侵蚀科学、有效

的治理。

4.1 试验小区

土壤侵蚀研究必须依据某种形式的试验成果,通常利用室内或野外小区取得试验数据来预报和估算土壤侵蚀和产沙量。黑土区的小区实验站与黄土高原相比显得少之又少。高峰等人^[32]采用频率分析的方法,通过对克山水保试验站径流小区 4 年 24 次天然侵蚀性降雨资料的统计分析,确定了黑土区农地侵蚀性降雨的基本雨量标准、一般雨量标准、瞬时雨量标准和暴雨基本雨量标准;张宪奎等人^[25]也是通过克山试验站的资料,对 USLE 方程中各因子进行了适宜于黑龙江省自然条件的方程修正;林素兰等人^[33]通过 11 a 的径流小区试验,得出了辽北低山丘陵区坡耕地土壤流失方程为: $E=12.66RLSCP$,此方程为该地区坡耕地治理提供了科学依据;X. M. Yang 等人应用修正通用土壤流失方程(RUSLE)估算了吉林榆树、德惠地区不同耕作措施、不同作物种类条件下农耕地土壤流失速度。1974 年 5~10 月,克山实验小区观测到,在总降水量不变(天然降水 486 mm)的情况下,2°,3°,5°,7°坡地,分别产生 1 次、2 次、4 次、5 次径流,土壤侵蚀量依次递增,7°坡地小区的侵蚀量是 2°坡地小区侵蚀量的百余倍。可见东北黑土区的坡度虽然很小,但是对侵蚀量的影响很大,但是关于坡度的研究比较少,并没有建立黄土高原那样的坡度与侵蚀量的模型,以及该区的临界坡度也很少有人研究,所以还需进一步深入研究。

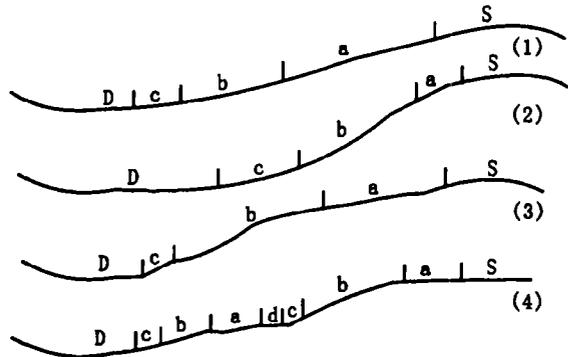


图 1 黑土漫岗区坡地面蚀(溅蚀)-沉积垂直分带示意图
(1)直线坡;(2)凹形坡;(3)凸形坡;(4)复式坡
S: 岗顶溅蚀带; a: 面蚀加强带; b: 面蚀强烈带; c: 面蚀减缓带;
d: 坡间沉积带; D: 坡下沉积带

图 1 黑土漫岗区坡地面蚀(溅蚀)-沉积垂直分带示意图

从而可以看出,黑土区土壤侵蚀研究小区大多是 USLE 小区。通用方程概括了从一定地域取得的大量资料,进而大大扩展了原始数据库的用途,但是研究者们已经越来越清醒地认识到,通用方程仅在资料本身涉及的范围通用。而用于研究地表板结、团粒的稳定性、雨滴的溅离作用和击溅输移、细沟与细沟间侵蚀的微型小区以及研究小流域土壤侵蚀规律的大面积小区并没未见报导,所以涉及以上问题的研究非常少。导致黑土区的土壤侵蚀研究工作不能很好的深入下去,而只是停留在现象描述阶段,即使有研究者试图对侵蚀严重现象进行解释,但苦于缺乏定量研究的论证与支持。

4.2 坡长与侵蚀的关系研究

据统计,东北漫川漫岗黑土区,坡耕地坡度一般在 1~

6°,坡长 500~1 000 m,长者可达 1 500 m;克山东部水土流失面积中有 88.4%处在坡长 600 m 以上的坡面上;据实测,同样条件下,表土剥蚀厚度,坡长 500 m 较 300 m 的增加 12.3%,侵蚀量增加 11.3%^[21]。很多研究者对这一现象的解释为随坡长增加,集雨面积增大,径流增加,侵蚀加剧。在初步分析研究组在鹤山农场坡长小区的观测资料时发现,产沙量并不是单纯的随着坡长的增加而增加,在 50 m 处出现转折,50 m 以前,侵蚀量随坡长增加而增大,50 m 以后,增

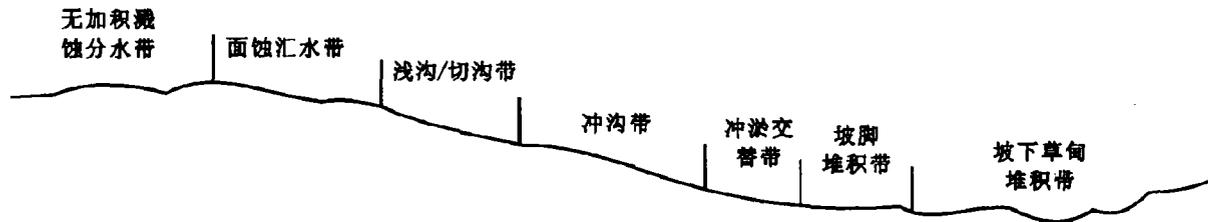


图2 黑土漫岗区坡地侵蚀—沉积作用垂直分带示意图

长坡长是黑土地貌的主要特点之一,因此长坡长对黑土区侵蚀的影响,长坡长与产流、产沙的关系,上坡来水来沙对下坡产流产沙的影响,以及定量研究坡面侵蚀的垂直分带关系都有待于深入研究。

4.3 黑土厚度与土壤侵蚀的关系

我国一些研究者认为土壤厚度是土壤长期演化最为明显的结果,它能直接反映土壤的发育程度,与土壤肥力关系密切,是野外鉴别土壤肥力的重要指标,也是土壤养分的主要载体和储存库。在水土保持研究中,土层厚度还是判断土壤侵蚀程度的重要指标。在阿城县杨树、新华、料甸乡的调查表明,漫岗顶部为薄层黑土;平岗处为中层黑土;岗坡稍陡处为破皮黄;岗底为厚层黑土。黑土的微域分布规律是黑土较为普遍分布的规律,主要受地形、地下水(矿化度、埋深)、母质控制。与笔者同一研究组的刘宪春^[5]根据其在黑龙江的鹤山农场均匀采样得到的黑土厚度资料,分析了黑土厚度在小流域内的空间分布规律,并把黑土厚度与坡度、坡长、坡向、岗脊距等地貌因子进行相关分析,但他并没有把黑土的侵蚀规律进一步分析清楚,这一问题应该继续进行探讨。

4.4 黑土区的沟道侵蚀

胡刚^[6]通过野外 GPS 的实地测量以及应用航片、卫片解译,对黑土区切沟侵蚀的成因、侵蚀变化趋势进行了较为具体的研究,为黑土区的切沟侵蚀规律研究与治理提供了有力的依据。但是,其调查研究的切沟大多数沿路而生,可能夸大黑土区切沟侵蚀量。

郑秋红^[9]和张永光^[10]在胡刚工作的基础上,分别对位于典型黑土区的小流域中的切沟和浅沟侵蚀做了详细的调查和分析计算,他们的研究认为,黑土区无论是浅沟还是切沟,1 a 中都有 2 个快速发展的阶段,春季融雪期以及夏季的降水期。他们分别对 2 个季节中切沟和浅沟的发展特征做了较为详细地描述,并分析了影响 2 种沟道发展的因素,为 2 种沟道侵蚀的发生发展部位的预测以及侵蚀量的估算奠定了一定的基础,但是,他们并没有把整个小流域作为一个完整的侵蚀产沙系统来考虑,需要我们进一步深入研究。

此外,刘绪军等^[34]、李益新等^[35]也对沟壑冻融侵蚀的侵

蚀趋势变缓。

同组的范昊明^[1]在分析鹤山农场坡面采集的黑土层厚度以及土壤的粒度组成资料的基础上,把小流域的坡面进行了面蚀以及全坡面的侵蚀垂直分带(见图 1、图 2),并分别描述了不同带内的侵蚀强度,他认为各带的宽度和排列关系受坡度、坡长及坡形的影响。但是对各个侵蚀带进行进一步深化,是合理的布设土壤侵蚀防治设施的重要前提。

蚀形态及特征等方面进行研究,并阐述了冻融侵蚀的物理机制,为沟道的冻融侵蚀研究打下了坚实的基础。

张金福等^[15]、阎文贵^[36]等也针对沟道侵蚀提出了一定的治理措施,但是我们同时也看到,黑土区的沟蚀仍有发展的趋势,这就需要对沟道形成发展的机理进一步了解,才能遏制其发展的态势。

5 小结

综上所述,目前黑土区的土壤侵蚀基本处于定性描述和半定量研究阶段,关于黑土区侵蚀的严重性及农业耕作与土壤理化性质、有机质变化等方面有较为深入的研究,但针对黑土区独特侵蚀环境的侵蚀机理方面的研究仍然很少,且不够深入,如黑土区小坡度、长坡长的地貌特点,已经得到了很多研究者的认同,但是针对长坡长与坡面产流产沙的关系却很少有人涉及,同时微地貌对土壤侵蚀、搬运、沉积的影响也鲜有人论及,而黑土区特殊的地貌形态可能是典型黑土区坡面侵蚀量大,流域输沙量小的一个主要原因。所以,黑土区土壤侵蚀与地貌的关系还有待于进行深入的探讨。

另外,定量研究的结果普遍适用性相对较低,如对于土壤本身特性包括分散系数、抗冲系数及透水性等的研究比较多,但是如何把这些结果用于土壤侵蚀量的估算和预测应该是我们以后工作的重点。由于观测设备的缺乏,黑土区的小流域以及大的流域整体上的侵蚀规律研究也比较少。可见,为了更加科学有效的治理黑土区的水土流失,深入开展黑土侵蚀产沙机理方面的研究,认识黑土侵蚀产沙的过程是十分必要和迫切的。

参考文献:

- [1] 钱正英. 东北地区有关水土资源配置、生态与环境保护和可持续发展的若干战略问题研究[R]. 2006.
- [2] 齐芳. 两院院士考察组:“水资源”振兴东北新视角[N]. 光明日报, 2004-11-24 (A3).
- [3] “黑土地水土保持与土壤改良”专题组.《东北地区黑土地水土保持与土壤改良》专题阶段报告[R]. 2004.
- [4] 范昊明. 东北黑土区典型流域沙量平衡研究[D]. 北

- 京:中科院地理科学与资源研究所,2004.
- [5] 刘宪春. 东北黑土区黑土层厚度空间分异性研究[D]. 北京:北京师范大学研究生院,2004.
- [6] 胡刚. 东北漫川漫岗黑土区切沟侵蚀研究[D]. 北京:北京师范大学研究生院,2005.
- [7] 高晓飞. 东北黑土区土壤侵蚀对土地生产力的影响[D]. 北京:北京师范大学研究生院,2006.
- [8] 杨新. 中国土壤侵蚀分区及土壤流失调查[D]. 北京:北京师范大学研究生院,2006.
- [9] 郑秋红. 东北黑土区切沟侵蚀定量研究[D]. 北京:北京师范大学研究生院,2006.
- [10] 张永光. 东北漫岗黑土区小流域浅沟侵蚀初步研究[D]. 北京:北京师范大学研究生院,2006.
- [11] 赵登峰. 松花江流域土壤流失时空分异规律及其成因分析[D]. 北京:北京师范大学研究生院,2002.
- [12] 刘丙友. 典型黑土区土壤退化及可持续利用问题探讨[J]. 中国水土保持,2003,(12):28-29.
- [13] 于磊,张柏. 中国黑土退化现状与防治对策[J]. 干旱区资源与环境,2004,18(1):99-103.
- [14] 沈波,范建荣,等. 东北黑土区水土流失综合防治试点工程项目概况[J]. 中国水土保持,2003,(11):7-8.
- [15] 张金福,李喜奎,等. 黑龙江省黑土区沟壑侵蚀的危害及其治理[J]. 水土保持科技情报,1999,(3):52-53.
- [16] 刘运河,陈礼耕. 大兴安岭地区的水土流失及其防治[J]. 中国水土保持,1992,(10):1-3.
- [17] 谢军. 论黑龙江省黑土地地区水土保持在低产田改造中的地位和作用[A]. 水土保持科学理论与实践[C]. 北京:中国林业出版社,1992. 298-304.
- [18] 吕志学. 黑土侵蚀区坡耕地持续利用的探讨[J]. 农业环境与发展,1997,(4):31-32.
- [19] 孟凯,张兴义. 松嫩平原黑土退化的机理及其生态复原[J]. 土壤通报,1998,29(3):100-102.
- [20] 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):53-55.
- [21] 李士文,吴景才. 黑土侵蚀区土壤侵蚀演变规律及对策[J]. 中国水土保持,1989,(4):7-10.
- [22] 王玉玺,解运杰,等. 东北黑土区水土流失成因分析[J]. 水土保持科技情报,2002,(3):27-29.
- [23] 沈波,杨海军. 松辽流域水土流失及其防治对策[J]. 水土保持通报,1993,13(2):28-32.
- [24] 张之一,张元福. 白浆土、黑土、草甸土土壤颗粒组成及微团聚体比较研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,1988,(2):9-20.
- [25] 张宪奎,等. 黑龙江省土壤流失方程的研究[J]. 水土保持通报,1992,12(4):1-9.
- [26] 王金平,张秀茵. 黑龙江哈尔滨黑土水分状况与养分供应的关系[J]. 土壤通报,1979,(6):7-9.
- [27] 张爱国,马志正,等. 中国水土流失土壤因子研究进展[J]. 山西师范大学学报自然科学版,2002,16(1):79-85.
- [28] 李士文. 刍议黑土侵蚀区土壤侵蚀演变规律及对策. 水土保持科学理论与实践[M]. 北京:中国林业出版社,1992. 129-134.
- [29] 邓慧平,刘厚风. 全球气候变化对松嫩草原水热生态因子的影响[J]. 生态学报,2000,20(6):958-963.
- [30] 熊毅,李庆远. 中国土壤[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [31] 于丹,沈波,谢军. 东北黑土区水土流失危害及其防治途径[J]. 水土保持通报,1992,12(2):25-34.
- [32] 高峰,詹敏,战辉. 黑土区农地侵蚀性降雨标准研究[J]. 中国水土保持,1989,(11):19-21.
- [33] 林素兰,黄毅,聂振刚,等. 辽北低山丘陵区坡耕地土壤流失方程的建立[J]. 土壤通报,1997,28(6):251-253.
- [34] 刘绪军,景国臣,齐恒玉. 拜克黑土区沟壑冻融侵蚀主要形态特征初探[J]. 水土保持科技情报,1999,(1):28-39.
- [35] 李益新,李松岩,赵秀杰. 克拜地区土体冻融作用与侵蚀沟发育特征浅析[J]. 黑龙江水专学报,2000,27(3):89-90.
- [36] 阎文贵. 黑土地冲沟的形成及草堡块治理方法[J]. 中国水土保持,2001,(4):33-34.