

东北黑土地的形成、现状与演化趋势

——东北黑土地的前世今生

张悦^{1,2}, 赵东阁^{1,2}, 王心圆^{1,2}, 汪莹^{1,2}, 刘家睿^{1,2}, 闫永生^{1,2*}

(1. 中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心, 哈尔滨 150086;
2. 自然资源部哈尔滨黑土地地球关键带野外科学观测研究站, 哈尔滨 150086)

摘要:黑土地是“耕地中的大熊猫”, 在中国主要分布在黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区东部, 以生产力极强和肥力极高而著称, 对保障国家粮食安全具有重要作用。本文在梳理东北黑土地相关文献的基础上, 结合黑土地地表基质调查成果, 对东北黑土地的形成过程、分类情况、分布范围、理化特征、演化趋势、保护目标以及保护措施等进行系统梳理, 客观科普东北黑土地的“前世今生”, 以期提高公众对东北黑土地的认知与重视程度, 为保护东北黑土地提供参考。

关键词:形成过程; 现状; 演化趋势; 保护措施; 黑土地; 东北

中图分类号: S151.3 **文献标志码:** D **文章编号:** 1672-2736(2024)06-0034-9

0 引言

黑土地以生产力极强和肥力极高而著称, 主要分布在密西西比河流域、乌克兰大平原、中国东北地区松辽平原和潘帕斯草原, 对保障粮食安全具有重要作用。东北黑土地主要分布在黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区东部, 是我国重要的商品粮基地^[1]。但随着对黑土地的开垦, 其自然肥力逐渐下降, 土壤侵蚀等使其变薄、变瘦, 肥沃的黑土渐渐褪去迷人的“黑色”, 这将对东北地区农业生产乃至全国粮食安全产生严重影响。保护黑土地数量不减少、质量不降低, 对夯实国家粮食安全基础具有重要战略意义。本文在梳理黑土地相关文献的基础上, 结合黑土地地表基质调查成果, 科普东北地区黑土地的前世今生, 以期提高公众对东北黑土地的认知与重视程度, 为保护黑土地提供参考。

1 东北黑土地的形成

黑土地的形成是一种特殊化的草甸过程, 是成土母质、植被、气候、构造运动和水文条件等综

合作用的结果。东北黑土地成土母质一般以黄土性黏土和亚黏土为主。该类土质地黏重、不易渗透水分, 但利于保存养分, 是黑土形成的母质基础^[2]。全新世中期东北地区自然植被以茂盛的“五花草塘”草原化草甸植被为主, 提供了丰富的有机质来源^[3]。更新世以来, 东北地区以大陆性季风气候为主, 为植被快速发育和有机质积累提供了气候条件。新构造运动引起东北地区地壳大范围升降, 局部形成阶地, 地形平坦, 为有机质不断累积提供了地貌条件。平坦的地形和湿润的气候共同作用下为黑土形成提供了有利水循环条件。

据中国学者研究, 东北黑土大约在 8500 年前开始发育, 在 6000 年前大规模形成, 大致可以分为三个阶段: 1. 10 - 0.75 万年为东北黑土形成的起步阶段。该阶段东北地区气候由寒冷干燥逐渐变温变湿, 草原植被、针阔混交林逐渐开始生长, 有机质开始积累, 粘土和亚黏土等开始转变为黑土; 0.75 - 0.55 万年为东北黑土形成的加速阶段。该阶段东北地区气候变得更加温暖湿润, 草甸植被在高温多雨的夏季里大量快速发

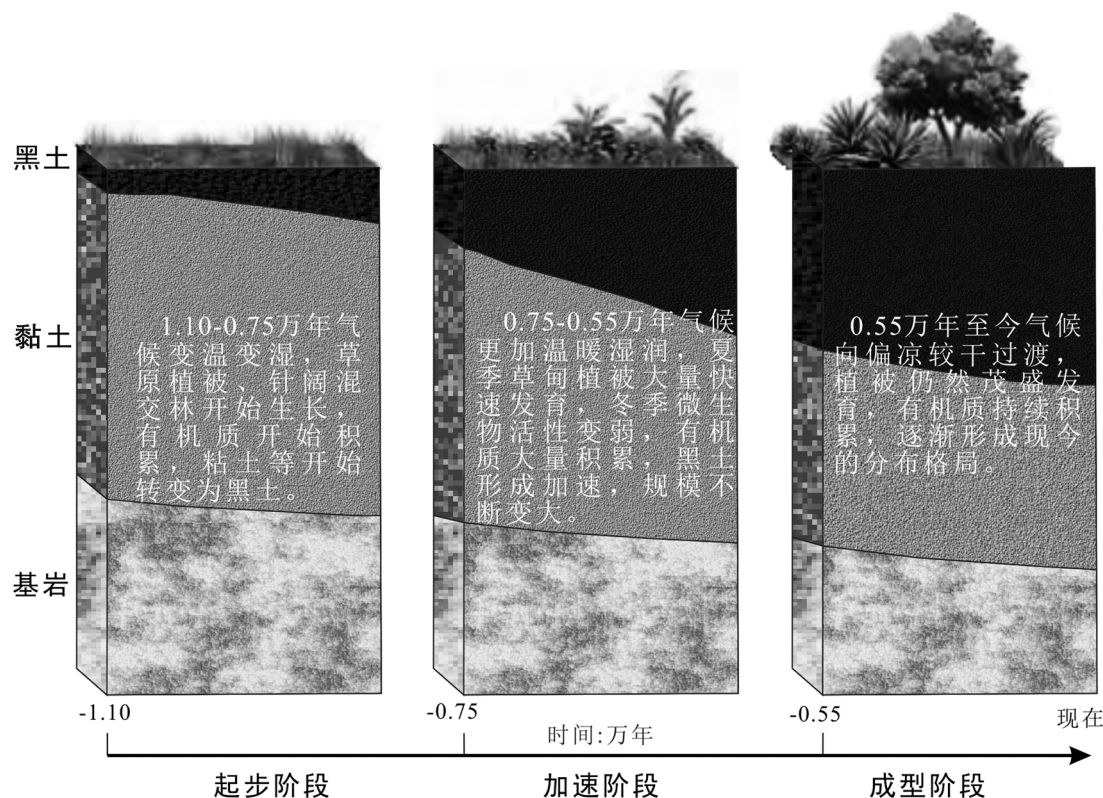


图1 东北黑土地形成模式

育,形成丰富的有机质。进入寒冷干燥冬季后,气温快速下降,地表微生物活性也随之快速变弱,导致有机质大量积累。年复一年、循环往复,有机质得以大量积累,黑土形成加速,规模不断变大;0.55 万年至今为东北黑土地的形成阶段。该阶段东北地区气候由温暖湿润逐渐向偏凉较干过渡,植被由草甸、草原、稀树向针阔混交林转变,木本植物开始增加,植被仍然茂盛发育,在更加漫长的冬季里有机质持续积累,逐渐形成现今东北黑土地分布格局。目前的气候条件也可以形成黑土,但受人类活动影响,自然植被大多被农作物代替,在秋收之后,植被残留物极少返回土壤,导致腐殖质积累过程中断,加之土壤侵蚀的消耗,导致黑土在不断退化^[3]。

2 东北黑土的现状

2.1 东北黑土的分类与分布

第二次全国土壤普查结果显示,东北地区自东南向西北区域性分布的土壤依次为棕壤、褐

土、暗棕壤、黑土、灰色森林土、黑钙土、栗钙土等,交错性分布的有草甸土、白浆土、沼泽土和风沙土等^[4]。目前国内对黑土分类尚未形成共识,因此对东北黑土区的划定也有不同的方案,本文选取代表性划定方案进行介绍。

《东北黑土地保护规划纲要(2017—2030年)》指出,黑土地拥有黑色或暗黑色腐殖质表土层的土地,包括土壤类型有黑土、黑钙土、暗棕壤、棕壤、草甸土、白浆土等。黑土区北起大兴安岭北部,南至辽宁省南部,西到内蒙古东部,东达乌苏里江和图们江,行政区划涉及辽宁省、吉林省、黑龙江省和内蒙古自治区^[5]。

刘宝元等学者将黑土、黑钙土、草甸土、栗钙土和灰色森林土划分为广义黑土,将有机质含量更高且集中分布在东北中心部位的黑土和黑钙土划分为典型黑土,并基于第二次全国土壤普查数据,对东北黑土区和东北典型黑土区完成划界^[4]。其中,东北黑土区面积为 $55.6 \times 10^4 \text{ km}^2$,涉及到 146 个县级区域。从西到东分为蒙东黑

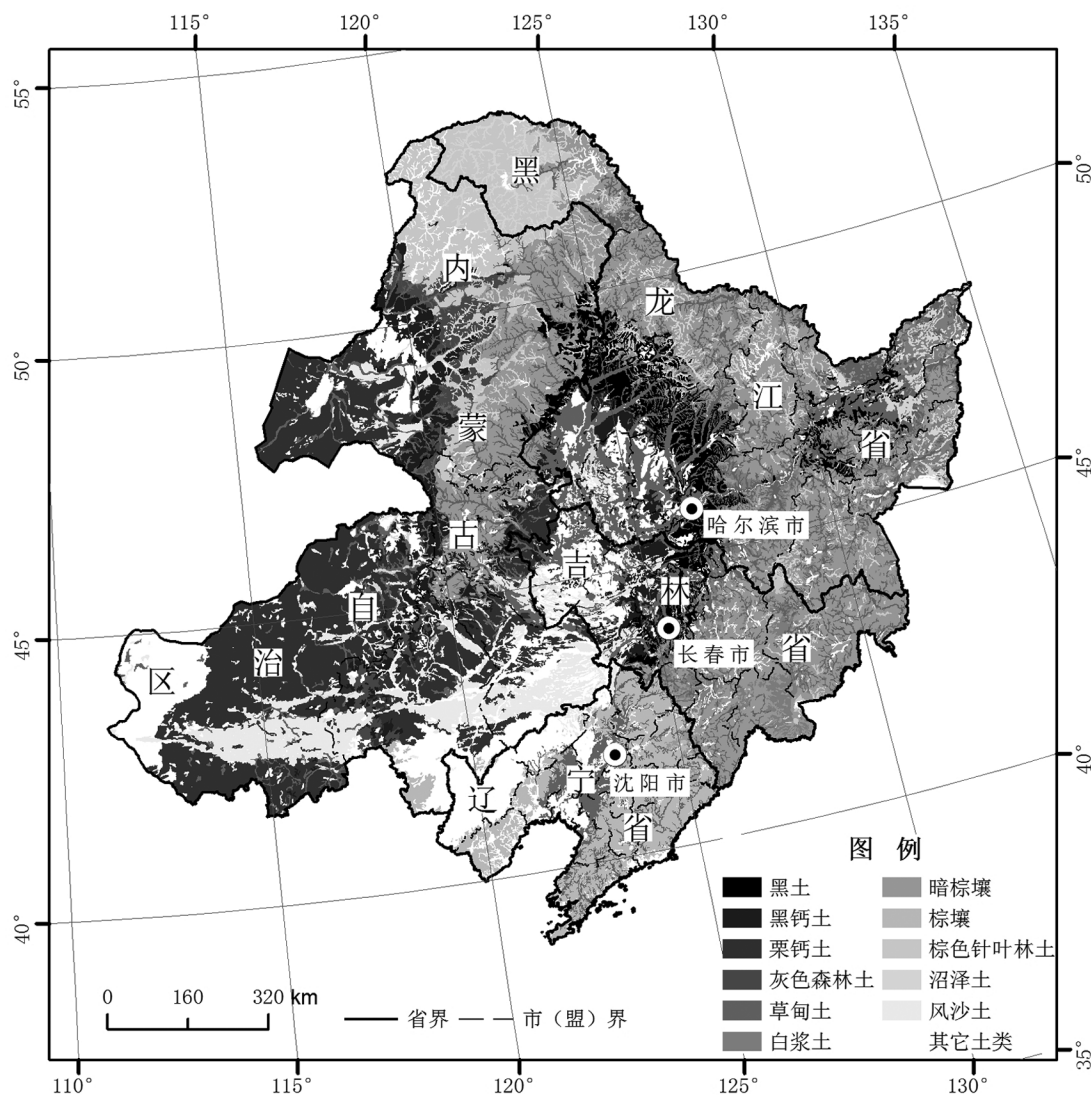


图 2 东北地区主要土壤类型分布(资料来源:第二次全国土壤普查 1:100 万土壤)

(注:本图来源于国家地理信息公共服务平台(天地图)行政区划可视化数据。审图号:GS(2024)0650 号)

土亚区、松嫩黑土亚区和三江黑土亚区 3 个亚区,面积分别为 31.6、21.4 和 $2.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[4]。蒙东黑土亚区与松嫩黑土亚区以内蒙古和吉林省界为界,松嫩黑土亚区和三江黑土亚区以小兴安岭分界。东北典型黑土区面积为 $33.3 \times 10^4 \text{ km}^2$,也分为 3 个亚区,面积分别为 9.5、21.2 和 $2.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其中黑龙江省典型黑土区面积为 14.9 万 km^2 ,有 29 个县全部处于典型黑土区,45 个县有一半以上面积处于典型黑土区。吉林省典型黑土区面积 7.3 万 km^2 ,有 7 个县全部位于典型黑土区。辽宁省典型黑土区面积 0.02 万 km^2 。内蒙古东北区有典型黑土面积

11.1 万 km^2 ,仅 1 个县全部在黑土区^[4]。

2.2 东北黑土的理化特征

本文按刘宝元等学者“广义黑土”的分类,介绍东北黑土地主要土类的特征。

2.2.1 黑土

黑土土色为黑色,中性,底层见胶斑,通体无石灰反应,腐殖质层较厚,腐殖质含量 $>5\%$,是温带草原草甸条件下形成的土壤。根据土壤发生分类,黑土土类属于半淋溶土土纲,半湿温半淋溶土亚纲,分为典型黑土、草甸黑土、白浆化黑土和表潜黑土 4 个亚类^[6-9]。具有表层深厚、结构良好、养分含量高、保水保肥性强的特点,适宜

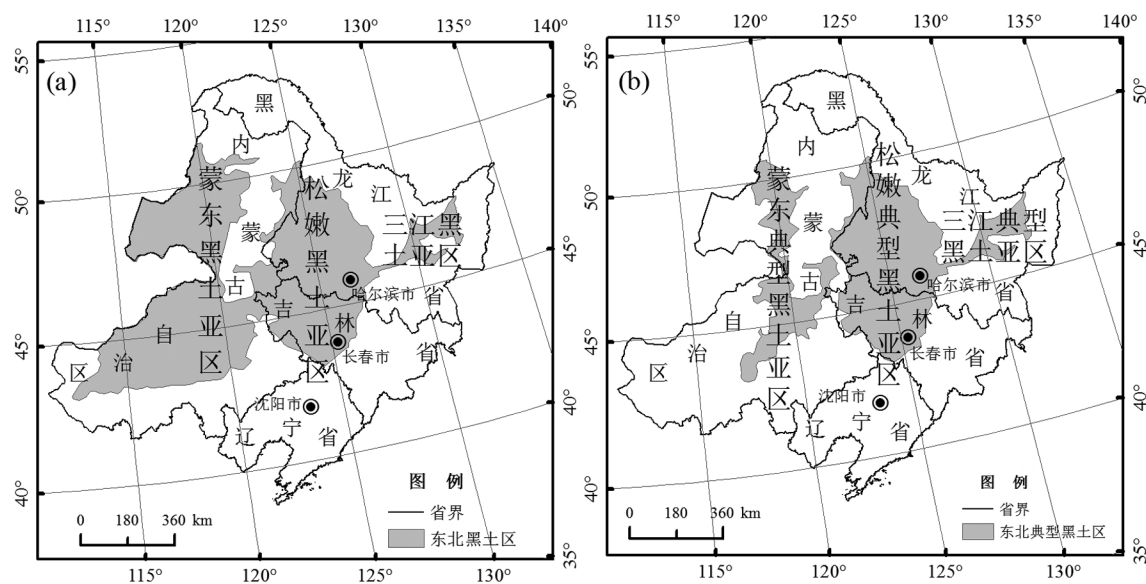


图3 东北黑土区分布(a)与东北典型黑土区分布(b)(资料来源:刘宝元等)

(注:本图来源于国家地理信息公共服务平台(天地图)行政区划可视化数据。审图号:GS(2024)0650号)

种植广泛的农作物。

黑土机械组成一般较均匀,较黏重,质地主要为黏壤质到黏土类。上部土层以壤质黏土为主,中部和下部土层以粉砂质黏壤土为主。土粒以粉砂粒和黏粒为主。典型黑土黏粒含量一般为20%–30%,可见淋淀现象;草甸黑土黏粒含量多一般为25%–35%,淋淀现象不明显;白浆化黑土黏粒含量低,一般为15%–25%,但淋溶现象较明显,沉淀层黏粒含量明显高于淋溶层;表潜黑土黏粒含量比典型黑土高。黑土容重大多为1–1.5g/cm³,耕层较低,向下逐渐增大。总空隙度在50%左右,耕层较高可达60%左右,向下逐渐减少。毛管孔隙度发达,占30%–40%。通气空隙度偏小,耕层约10%–20%,向下层明显降低。

典型黑土有机质含量丰富,耕层一般为20–65g/kg,整体具从北向南逐渐降低趋势,五大连池地区最高可达90g/kg左右,而吉林地区一般为20–30g/kg。黑土有机质在表层较为集中,表层以下逐渐下降,如白浆化黑土表层有机质含量可达34.8g/kg,但白浆化土层急剧降低到12.5g/kg。黑土水侵pH一般为5.5–6.5。

黑土养分比较丰富,全氮含量为1.0–3.5g/kg,全磷含量为0.5–3.9g/kg,全钾含量为12.8–24.0g/kg,与有机质分布大体一致。黑土离子交换量比较高,阳离子交换总量每100g土为21–37cmol(+)/kg土,保肥力强;交换性盐基以钙、镁为主,其饱和度一般为91%–96%,表层高,底层低。养分含量最高的地区为北安、五大连池地区^[6]。

2.2.2 黑钙土

黑钙土土色灰黑,中性至弱碱性,腐殖质层深厚,土体有石灰反应,并有碳酸盐积累及结核,是在暖温带半湿润区草甸草原地带形成的土壤。根据土壤发生分类,黑钙土土类属于钙层土纲,半湿润钙层土亚纲,分为典型黑钙土、淋溶黑钙土、石灰性黑钙土、淡黑钙土、草甸黑钙土和盐化黑钙土6个亚类^[6]。黑钙土是草原景观的土壤,相对于黑土地下水水位较高,土中含碳酸钙,容重较黑土大,无二氧化硅聚积物或铁锰结核。黑钙土区现多被开垦为旱田,盛产玉米、大豆、谷子等多种农作物。

黑钙土机械组成与沉积环境和成土母质类型有关。以富裕镇–林甸镇西5km–萨尔图(大

庆市) - 肇源县八家河为壤质和黏质土壤的分界线。该线以东土壤偏黏重, 主要为黏壤土和黏土类; 以西土壤普遍偏轻, 主要为壤土和砂土类。黑钙土黑土层容重一般为 $1.2 - 1.3 \text{g/cm}^3$, 钙积层为 $1.3 - 1.4 \text{g/cm}^3$, 母质层约 1.5g/cm^3 。土壤孔隙度随深度增加而减少。黑钙土钙的淋溶和淀积明显, 通常表土层碳酸钙含量少或无, 钙积层含量最多。石灰性黑钙土钙积层最厚, 草甸黑钙土碳酸钙含量最高可达 20%, 其余亚类碳酸钙含量一般为 5% - 10%。

黑钙土有机质含量平均为 33g/kg , 全氮含量属于中等偏低水平为 2g/kg 左右, 碱解氮含量较丰富为 152mg/kg 左右, 速效钾含量极丰富为 207mg/kg 左右, 速效磷偏低只有 12mg/kg 左右。黑钙土 6 个亚类中, 淋溶黑钙土有机质含量最高为 41g/kg , 典型黑钙土、草甸黑钙土和石灰性黑钙土有机质平均含量为 $32 - 35 \text{g/kg}$ 。

2.2.3 草甸土

草甸土是直接受地下水浸润并在草甸植被下形成的半水成土壤^[10]。土体上层有生物堆积, 下层具有锈色斑纹特征。根据土壤发生分类, 草甸土土类属于半水成土纲, 暗半水成土亚纲, 分为暗色草甸土、典型草甸土、碳酸盐草甸土、潜育草甸土和冲积性草甸土 5 个亚类^[6]。草甸土在东北黑土区广泛交错性分布, 在河谷低地分布较集中。草甸土是比较肥沃的土壤, 含有丰富的养分和水分, 适合各种作物和蔬菜生长并且产量较高。

草甸土机械组成受沉积环境和成土母质影响较大, 通常江河上游地区草甸土粗粒含量多, 下游地区细粒含量多。河漫滩上草甸土具有成层性, 但一般质地不均一。由富裕镇 - 林甸镇西 5km - 萨尔图 (大庆市) - 肇源县八家河一线以西的草甸土质地普遍偏轻, 多为壤土和砂土; 以东地区多为黏土类型; 北安、克山、拜泉一带的草甸土受泥质页岩风化物的影响, 颗粒较细。草甸土容重一般为 $1.1 - 1.2 \text{g/cm}^3$, 随深度增加而增大。表土层空隙度一般为 53% - 59%, 随深度增加而减少。

典型草甸土有机质含量一般为 $43 - 76 \text{g/kg}$, 全氮含量可达 5.6g/kg , 碱解氮含量可达 484mg/kg , 速效钾含量可达 447mg/kg 。潜育草甸土由于水分充沛, 草甸植被生长繁茂, 有机质含量可达 99g/kg , 是草甸土土属中最高的。草甸土可溶性盐总量一般小于 0.1%, 但碳酸盐草甸土高于其他亚类。草甸土交换性盐基总量一般较高, 通常大于 20cmol/kg 土, 腐殖质含量多和质地较黏重的土层往往在 40cmol/kg 土左右。

2.2.4 栗钙土

栗钙土土色栗色, 中性至弱碱性, 具有明显碳酸钙淀积层。根据土壤发生分类, 栗钙土土类属钙层土纲, 半干温钙层土亚纲, 分为普通栗钙土、暗栗钙土、淡栗钙土、草甸栗钙土、盐化栗钙土、碱化栗钙土 7 个亚类^[11]。东北地区主要分布在内蒙古东部。栗钙土腐殖质积累和钙积过程基本同于黑钙土, 但腐殖质积累量不如黑钙土, 钙淀积层层位更高, 积聚量更大。栗钙土区适宜发展畜牧业和耐寒作物, 如呼伦贝尔草原的土壤就以栗钙土为主。

栗钙土表土层一般呈暗棕色至灰黄棕色, 沙壤至沙质粘壤, 植物根系发育, 常有动物巢穴。中土层厚呈灰棕至浅灰色, 土质紧实, 植物根系稀少, 多含有网纹状、斑块状或粉末状碳酸钙淀积。洪积、坡积母质底土层多含具石灰膜的砾石, 残积母质母质底土层呈杂色斑纹, 有石灰淀积物。

2.2.5 灰色森林土

灰色森林土土色暗灰色, 中至弱酸性, 腐殖质层厚, 盐基饱和, 沉淀层不明显, 中下土层结构面上有硅粉, 弱发育在山地森林植被下。根据土壤发生分类, 灰色森林土土类属于半淋溶土纲, 半湿温半淋溶土亚纲。东北地区主要分布在大兴安岭北段西坡及南段。成土过程, 一般既有森林土壤的淋溶淀积过程, 又有草原土壤腐殖质积累过程^[12]。灰色森林土营养成分高但土层较薄, 适宜发展林业。

灰色森林土机械组成较均一, 质地较轻, 多为砂质壤土到粘壤土类型。土壤容重一般为

1. $1 - 1.45 \text{g/cm}^3$, 总孔隙度一般为 55% - 60%, 表土层自然含水率一般在 30% 以上, 土壤交换性盐基以钙为主, 表土层盐基饱和度为 40% - 85%。灰色森林土有机质含量较高, 腐殖质丰富以胡敏酸为主, 腐殖质层厚 30 - 50cm, 淀积层厚 30 - 40 cm, 结构面或裂隙中可见二氧化硅粉状或少量褐色胶膜。

3 东北黑土地的演化趋势

3.1 土壤侵蚀演化趋势

土壤颗粒在外营力作用下可以被剥蚀、剥离、搬运和沉积即土壤侵蚀^[13]。东北土壤侵蚀类型有水力侵蚀、冻融侵蚀和风力侵蚀等, 但在水力侵蚀为主, 又可细分为面蚀、细沟侵蚀和沟道侵蚀^[6]。面蚀主要发生在坡耕地, 沟道侵蚀多发生在降雨集中且坡面坡度较大的地区。东北黑土区原始土层厚度可达 60 - 90cm, 经多年开垦后多数地区黑土层厚度减少近 50cm, 仅余 20 - 30cm, 甚至有些地区出现“破黄皮”的现象^[14]。

刘丙友等研究发现, 目前典型黑土区内表层黑土以每年 0.3 - 1.0cm 的速度流失^[15]。沈波等也指出黑土平均每年流失速度约 0.7 - 1.0cm^[16]。张继真等基于 CSLS 计算 2022 年比 2018 年东北黑土区水土流失面积共减少约 $1.01 \times 10^4 \text{km}^2$, 整体呈现减弱趋势、向好趋势, 但水土流失面积依然有 $21.15 \times 10^4 \text{km}^2$ ^[17]。据 2011 年黑土区侵蚀沟专项普查结果, 东北黑土区侵蚀沟总数量近 30 万条, 总长度为 195513km, 平均沟壑密度为 0.2km/km^2 ; 其中发展沟数量为 262178 条, 占 88.7%, 稳定沟数量为 33485 条, 占 11.3%^[18]。2021 年水利部松辽水利委员会组织专家团队, 通过高分辨率遥感影像和实测验证, 发现东北黑土区的侵蚀沟数量达到 52 万条。“中国水土流失与生态安全综合科学考察”也指出东北黑土区侵蚀沟整体呈发展趋势, 侵蚀沟数量和面积在增加, 沟壑密度在增大, 危害将进一步加剧^[6]。

因此, 土壤侵蚀是东北黑土地面临的严重问

题, 急需因地制宜采取修筑水平梯田、退耕还林还草、建立轮作制度、增加植被覆盖度等有效措施进行治理。

3.2 有机质和养分演化趋势

武红亮等基于近 30 年东北黑土地长期监测数据研究表明: 1988—2016 年东北黑土有机质含量稳中有升, 从 25.2g/kg 提高到 30.7g/kg , 增幅 21.8%; 其中 2002—2006 年黑土有机质含量增加快速, 从 25.6g/kg 提高到 28.8g/kg 。这与长期施用化肥, 尤其是氮磷钾肥配合使用关系密切。1988—2016 年东北黑土速效养分含量也呈上升趋势; 其中土壤有效磷含量增加最为显著, 从 13.5mg/kg 提高到 39.4mg/kg , 增幅 191.9%。土壤速效钾含量总体呈降低、升高再稳定的趋势, 从 171.5mg/kg 提高到 224.3mg/kg , 增幅 30.8%^[19]。但由于长期施用化肥, 土壤 pH 值呈先降低后平稳的趋势, 由 7.15 降为 6.64, 酸化趋势明显, 导致土壤板结与硬化。同时, 不合理的灌溉、排水以及气候变化导致局部地区土壤盐碱化依然严重; 如松嫩平原大庆地区盐碱地面积达 $0.56 \times 10^4 \text{km}^2$ 。

整体来看, 东北黑土地有机质和养分含量呈稳中有升的趋势, 但因人类活动及气候因素影响, 土壤酸化、盐碱化趋势明显, 需采取控制化肥使用量、兴建排水系统、改善灌溉方式等措施进行治理。

3.3 生产力演化趋势

作物产量是黑土生产力的最显著指标。根据近 30 年长期监测数据表明, 玉米年均产量从 6997kg/hm^2 增加到 9930kg/hm^2 , 增幅 37.6%。其中 1997—2001 年玉米产量大幅增长, 最高可达 13000kg/hm^2 , 与有机肥的增量施用关系密切。有机肥与氮、磷、钾化肥配施是提高土地生产力和培肥地力的最佳施肥结构^[19]。

总体上, 东北黑土地生产力呈增长趋势, 但高强度机械化和密集化的耕作活动使其承受巨大压力, 土壤退化、肥力下降的风险依然存在。

4 东北黑土地的保护目标与技术模式

党中央、国务院高度重视东北黑土地保护,2017 年颁布实施《东北黑土地保护规划纲要(2017—2030 年)》,预期到 2030 年实施黑土地保护面积 2.5 亿亩,基本覆盖东北主要黑土区耕地,建成集中连片、土壤肥沃、生态良好、设施配套、产能稳定的商品粮基地。耕地质量平均提高 1 个等级(别)以上,土壤有机质含量平均提高 2g/kg 以上、达到 32g/kg 以上(其中辽河平原平均提高 3g/kg 以上、上达到 20g/kg 以上),有效遏制黑土地退化,持续提升黑土耕地质量,改善黑土区生态环境^[5]。

《东北黑土地保护规划纲要(2017—2030 年)》对保护东北黑土系统制定了科学的土壤改良、地力培肥和治理修复的技术模式,主要包括:通过增施有机肥、秸秆还田,建设有机肥生产配套设施,增加土壤有机质含量,持续提升耕地基础地力;加强坡耕地与风蚀沙化土地综合防护与治理,控制水土和养分流失,遏制黑土地退化和肥力下降;开展保护性耕作技术创新与集成示范,推广少免耕、秸秆覆盖、深松等技术,构建高标准耕作层;深入开展化肥使用量零增长行动,制定东北黑土区农作物科学施肥配方和科学灌溉制度;调整优化农作物种植结构和种植方式,发展种养配套的混合农场,推进种地与养地有效结合。

东北地区各级政府积极推进黑土地保护工作。梨树县建立了以秸秆全量覆盖、免耕播种等方式防治土壤侵蚀、培肥地力、保持水分的“梨树模式”,农作物平均增产 5%—10%,水土流失减少约 80%。黑龙江省实施了秸秆翻混、碎混和覆盖还田,有机肥深混培肥土壤和大豆参与轮作及保护性耕作等措施的“龙江模式”,示范区有机质含量提高 3.6%,耕层厚度超过中厚黑土层水平。截至 2020 年,黑龙江省、吉林省、辽宁省和内蒙古自治区耕地质量提升 0.29 等级,黑土地保护成效显著。

5 结语

东北黑土地是成土母质、植被、气候和构造运动等上万年综合作用的结果,是大自然的馈赠。黑土地在东北地区集中连片分布,具备良好的理化性质,是维护国家粮食安全的宝贵资源。通过演化趋势分析,东北黑土地正面临着土壤侵蚀、酸化、盐碱化以及退化等威胁,必须因地制宜采取综合措施进行治理。保护黑土地是历史使命和系统工程,国家积极在行动,探索出“梨树模式”“龙江模式”等有效治理模式,取得了显著成效。但在黑土地土壤侵蚀机理与治理、水土流失评估与预测、土壤改良与利用等方面还需继续研究探索,只有坚持保护优先、用养结合、绿色发展,东北黑土地才能越来越“黑”、越来越好。

参考文献(References):

- [1] 韩晓增,邹文秀,杨帆.东北黑土地保护利用取得的主要成绩、面临挑战与对策建议[J].中国科学院院刊,2021,36(10):1194-1202.
- [2] 张新荣,焦洁钰.黑土形成与演化研究现状[J].吉林大学学报(地球科学版),2020,50(2):553-568.
- [3] 钟信林.寒区黑土有机质组成与演化过程及其富硒机制研究:以东北海伦为例[D].北京:中国地质大学,2022.
- [4] 刘宝元,张甘霖,谢云,等.东北黑土区和东北典型黑土区的范围与划界[J].科学通报,2021,66(1):96-106.
- [5] 农业部,国家发展改革委,财政部,国土资源部,环境保护部,水利部.关于印发《东北黑土地保护规划纲要(2017-2030 年)》的通知[EB/OL].(2017-07-20)[2024-05-17].
- [6] 刘晓冰,张兴义,隋跃宇,等.中国黑土:侵蚀、恢复与防控[M].北京:科学出版社,2022.
- [7] 张之一.关于黑土分类和分布问题的探讨[J].黑龙江八一农垦大学学报,2005,17(1):5-8.
- [8] 岳中辉.黑土酶活性分布特征研究[D].东北农业大学,2006.
- [9] 孟凯,刘月杰.黑土退化阶段与强度分析[J].农业系统科学与综合研究,2008,24(4):476-479,484.
- [10] 于少鹏,丁俊男,史传奇,等.黑龙江省西部盐碱

- 湿地土壤重金属分析及修复建议:以古大湖湿地和天湖湿地为例[J]. 国土与自然资源研究, 2009(5): 69-72.
- [11] 李绍良, 陈有君. 锡林河流域栗钙土及其物理性状与水分动态的研究[J]. 中国草地, 1999, 20(03): 71-76.
- [12] 徐嘉晖. 大兴安岭森林土壤黑碳的分布及土壤固碳潜力[D]. 东北林业大学, 2018.
- [13] 陈科皓, 韩霁昌, 王晶. 土壤改良剂在几种土壤退化类型中的应用[J]. 农业与技术, 2016, 36(18): 36-38.
- [14] 曲咏, 许海波, 律其鑫. 东北典型黑土区水土流失成因及治理措施[J]. 长春师范大学学报, 2019, 38(12): 69-72.
- [15] 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, 23(12): 31-32.
- [16] 沈波, 范建荣, 潘庆宾, 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, 23(11): 11-12.
- [17] 张继真, 姜艳艳, 张月. 基于遥感技术的东北黑土区水土流失动态监测研究[J]. 中国水土保持, 2024, 44(01): 26-29, 69.
- [18] 崔斌, 许晓鸿, 杨献坤. 黑土区侵蚀沟分级分类及发展型侵蚀沟治理模式研究初探[J]. 中国科技成果, 2018, 19(23): 55-57.
- [19] 武红亮, 王士超, 槐圣昌, 等. 近30年来典型黑土肥力和生产力演变特征[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(06): 1456-1464.
-

作者简介:

第一作者: 张悦, 1995年生, 女, 黑龙江大兴安岭人, 本科, 中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心, 助理工程师, 主要研究方向为资源勘查工程。Email: Zhan-gyue@mail.cgs.gov.cn;

通讯作者: 闫永生, 1981年生, 男, 河北平泉人, 本科, 中国地质调查局哈尔滨自然资源综合调查中心, 正高级工程师, 主要研究方向为水文与水资源工程。Email: yanyongsheng@mail.cgs.gov.cn

The Formation Process, Current Situation, and Evolutionary Trend of Black Soil in Northeast China

——the Past and Present Lives of the Black Soil in Northeast China

ZHANG Yue^{1,2}, ZHAO Dongge^{1,2}, WANG Xinyuan^{1,2}, WANG Ying^{1,2}, LIU Jiarui^{1,2}, YAN Yongsheng^{1,2*}

(1. Harbin Center for Integrated Natural Resources Survey, China Geological Survey, Harbin 150086, China;

2. Observation and Research Station of Earth Critical Zone in Black Soil, Harbin,

Ministry of Natural Resources, Harbin 150086, China)

Abstract: Black soil is the giant panda in cultivated land, and is mainly distributed in Jilin Province, Heilongjiang Province, Liaoning Province, and the eastern part of Inner Mongolia Autonomous Region. It is known for high productivity and fertility, and is essential to food security. On the basis of analyzing the literatures related to black soil in Northeast China and data from black soil surface substrate survey, this paper comprehensively summarized the forming process, classification system, spatial distribution, physicochemical features, evolutionary trends, preservation targets, and conservation measures of black soil. This paper is expected to provide a general explanation on the origin and evolution of black soil, improve the public's cognition and draw more attention, and also, provide information for black soil preservation.

Key words: forming process; current status; evolutionary trends; preservation measures; black soil; Northeast China