

草原土壤：分布、分类与演化^①

龚子同¹，张之一²，张甘霖^{1*}

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008; 2 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江大庆 163319)

摘要: 草原土壤系指草原、湿草原和森林草原植被下形成的富含有机质、盐基饱和度高的暗色土壤。世界上此类土壤面积约 900 万 km², 我国约 76 万 km², 是粮食生产的重要基地。本文比较了国际上草原土壤分类。不论俄罗斯或中国, 均腐土开垦以后土壤有机质开始下降迅速, 而后减缓, 逐步达到与当地生物气候相适应的水平。所以至今仍保持一定厚度的黑土层。在均腐土资源的利用和保护上, 一方面应保持其有机质平衡, 另一方面更重要的是严防水土流失, 以保证其生产能力。

关键词: 草原土壤; 分类; 演化; 粮食安全

中图分类号: S155.4⁷; S155

本文提到的草原土壤是指草原、湿草原和森林草原植被下形成的富含有机质、盐基饱和度高的暗色土壤, 土壤自然肥力高, 生产潜力大。通常被称为黑土、黑钙土、软土或均腐土。此类土壤广泛分布于欧洲、亚洲和美洲, 约占全球 7% 的陆地, 是世界小麦生产的主要基地, 也是玉米、大豆、甜菜和向日葵的主要产区。随着人口增长, 工业化和城镇化迅速发展, 各国政府和人民越来越关心草原土壤资源的现状和存在的问题。许多学者关心世界几大片黑土资源的命运, 我国一些学者^[1-3]认为我国黑土的黑土层从原来的 60~70 cm 已下降到现在的 20~30 cm, 每年流失 0.3~1 cm, 这些担心是可以理解的。本文基于作者对国内外草原土壤的研究和认识, 从草原土壤的分布、分类和演化, 提出自己的看法, 希望有助于正确认识草原土壤, 利用草原土壤, 以充分发挥其生产潜力。

1 草原土资源

1.1 世界草原土的分布

草原土广泛分布在欧洲、北美洲、亚洲和拉丁美洲的大平原上。主要在中纬地带, 在高纬度和高海拔以及热带地区也有分布。欧州集中在俄罗斯和乌克兰等国, 在北美涉及美国和加拿大, 亚洲主要是中国, 蒙古也有一些; 在南美分布于阿根廷和乌拉圭。非洲和大洋州分布很少。据美国土壤系统分类统计^[4], 全世界软土的总面积为 900 万 km², 其中美国为 196.6 万 km², 占美国国土总面积的 21.49%。根据联合国 FAO

的统计^[5]黑土、黑钙土和栗钙土分别为 190 万、230 万和 465 万 km², 共计 785 万 km², 如果加上其他类型的草原土壤, 两个数字基本上接近。

1.2 四大片草原的特点

通常提到世界三大片草原土是指欧州、北美和中国。欧州的俄罗斯-乌克兰大平原, 有 250 万 km²的黑钙土, 由西向东延伸 3000 km, 南北宽 300~400 km, 由北向南分别为厚层黑钙土、普通黑钙土和南方黑钙土直到栗钙土, 土壤均含不同数量的碳酸钙; 北美密西西比河流域, 跨美加两国, 软土面积 200 多万 km², 由东向西为湿润软土过渡到干润软土, 后者大多含有碳酸钙; 我国东北自东向西由湿润均腐土到干润均腐土, 土壤从不含碳酸钙到含有碳酸钙。以往, 我们较多的注意到北半球的草原土, 而忽略南半球的。实际上, 地处南半球 30° S 以南的阿根廷-乌拉圭的潘帕斯 (pampas) 草原约有 50 万 km²的草原土。因其土壤腐殖质含量高, 一般无钙积累, 且有一定红化现象, 故当地称之为“红色湿草原土”。因此, 作为一个整体来看, 世界上应该有四大片草原土。

1.3 我国草原土资源

我国草原土主要分布在内蒙古、黑龙江、新疆和吉林等省(区)内, 在甘肃、青海、辽宁、河北、西藏、宁夏、陕西、山西、四川以及贵州、广西、湖北、湖南和南海诸岛均有面积大小不等的分布。根据全国第二次土壤普查^[6-7]有关土类的面积和对各土类 475 个剖面, 按土壤系统分类的方法进行检索, 其中有 401

①基金项目: 国家自然科学基金项目(40625001)和中国科学院知识创新工程方向性项目(KZCX2-YW-409)资助。

* 通讯作者(glzhang@issas.ac.cn)

作者简介: 龚子同(1931—)男, 江苏海门人, 研究员, 主要从事土壤地理、土壤地球化学和系统分类研究。E-mail: ztgong@issas.ac.cn

个符合暗沃土标准,按各土类所占的比例,计算出我国暗沃土的总面积约为 76.2 万 km² (表 1)。

表 1 中国均腐土面积
Table 1 Areas of isohumosols in China

亚纲	面积 (万 km ²)	百分比 (%)
岩性均腐土	1.66	2.18
干润均腐土	47.10	61.80
湿润均腐土	27.48	36.01
合计	76.21	100.00

2 草原土壤的分类

在土壤分类上,不管那一个分类体系,都把草原土壤放到重要的位置。下面将叙述不同分类体系对此类土壤的界定,重点阐明其概念、定义和分类指标及其在中国土壤系统分类中的位置。

2.1 世界各国的草原土壤分类

2.1.1 俄罗斯关于草原土壤的分类 俄罗斯对草原土壤的认识起始于B.B道库恰耶夫,他于 1876—1881 年间,对俄罗斯大草原的黑钙土进行了行程 12000 km 的土壤调查,并于 1883 年撰写了《俄国的黑钙土》专著,创立了土壤发生学派^[8],以此为基础逐步发展了土壤发生分类学,之后在俄国土壤分类中出现了草原土系列的黑钙土和栗钙土。黑钙土续分为灰化、淋溶、典型、普通、南方和草甸等 6 个亚类,栗钙土续分为暗栗钙土和淡栗钙土。黑钙土一词的英文名“*chernozem*”来自俄文的黑色的土地(чернозем),而栗钙土的英译名“*kastanozem*”,也来自俄文栗色的土地“*каштанозем*”。

2.1.2 美国土壤系统分类的软土 源于俄罗斯的土壤发生分类,主要依据成土因素及其相联系的成土过程来划分土壤,由于人们对成土过程认识不一,在土壤分类上多有争议,加上没有量化的分类指标,不同土壤类型之间的边界界定不清,在认定土壤类型时往往因人而异。有鉴于此,美国农业部以G.D. Smith为首,联合许多土壤学家设计发展了新的土壤分类体系,即土壤系统分类,它是从土壤实体中提炼量化的土壤分类指标。为了区别与过去的土壤发生分类,所有土壤名称全是新拟的,草原土系列统称为软土(mollisols)。G.D. Smith在对草原土系列寻求分类指标时,发现松软表层和土体的盐基饱和度是其共同属性,以此做为软土与其他土壤的分异特征。对松软表层的厚度、结构、有机碳含量、溶于 1% 柠檬酸的P₂O₅含量等,都做了明确的量化限定,盐基饱和度(NH₄OAc

法)规定为≥50%,这些指标定义了软土与其他土壤的边界^[4,9]。对土壤进行分类,由于其指标明确,量化,容易得到统一的认识,因此它的出现受到世界各国的认同。

2.1.3 WRB对草原土系列的分类 国际土壤分类参比基础(WRB)对草原土系列的分类,参照了俄罗斯土壤发生分类的名称,分为黑土(phaozems)、黑钙土(chernozems)和栗钙土(kastanozems) 3 个大类,但其分异特征却采用了美国土壤系统分类方法和指标,即用诊断层和诊断特性进行分类,所用的指标几乎全部直接引用美国的,只在个别地方稍有改动,例如,美国在土壤系统分类中对暗沃表层界定中的 18 cm,WRB改为 20 cm,此外,有效磷和水分的指标没有采用。对 3 个土类的划分,是依据暗沃表层的润态彩度,以及土表至 100 cm深度范围内盐基饱和度≥50% (pH 7, 1 mol/L NH₄OAc) 和有无次生碳酸盐存在^[10],显然不同于俄罗斯的土壤发生分类。

2.1.4 法国土壤分类中的均腐土 1967 年法国发生土壤学及土壤制图委员会(C.P.C.S.)提出了法国C.P.C.S.土壤分类,首次将草原土壤系列设定为均腐殖质土纲,这是依据草原土壤表层有机质含量高,往下渐减这一现象设定的。在土纲之下划分出湿草原土、黑钙土、栗钙土、棕色土、褐色土、灰钙土和棕色干旱土等^[11]。

2.2 我国关于草原土的分类

2.2.1 C.F.Marbut的分类阶段 C.F.Marbut, 1927 年在第一次国际土壤学会上推出了他的“土壤分类体系”,并于 1935 年正式发表。1933 年美国土壤学家J.Thorp到我国中央地质调查所土壤研究室任技术指导,在他的帮助下,开展了土壤调查,并于 1936 年主持编写了《中国之土壤》一书,引进了C.F.Marbut土壤分类。我国在 1950 年拟订的土壤分类,虽然接受了苏联土壤发生分类的理论,但基本上仍未摆脱C.F.Marbut土壤分类的影响。将土壤分为显域土、隐域土和泛域土 3 个土纲,在显域土纲下续分为钙层土和淋余土 2 个亚纲,钙层土亚纲下分出黑钙土、栗钙土和漠钙土 3 个土类^[12]。

2.2.2 中国土壤发生分类阶段 在新中国建立之初,我国全盘引进了苏联的土壤发生分类,并按照这个体系制定了中国土壤分类暂行草案(1954),在这个分类中,划分有黑钙土和栗钙土土类,其中黑钙土分为淋溶、草甸、普通和南方黑钙土等 4 个亚类;栗钙土分为栗钙土和碳酸盐栗钙土 2 个亚类。以后历次修

订颁布的中国土壤分类, 都是以此为基础, 在引入苏联土壤地理发生分类思想的同时, 也与中国实际情况相结合, 提出了“白浆土”和“黑垆土”等概念。对草原土系列来说, 最大的变化是宋达泉等把黑土从黑钙土中分离出来, 成为独立的土类。黑土成为独立土类后, 向下续分为典型、草甸、白浆化和表潜黑土4个亚类, 而黑钙土也是4个亚类, 即典型、碳酸盐、淋溶和草甸黑钙土^[12-14], 按土壤地理发生分类的指导思想, 黑土是受地下水影响的草原化草甸土壤, 黑钙土是地下水的毛管水影响的草甸化草原土壤, 而栗钙土是不受地下水影响的草原土壤。

2.2.3 中国土壤系统分类阶段 我国于上世纪80年代中期开始在中国科学院南京土壤研究所主持下, 开展了中国土壤系统分类的研究, 经过近十多年的努力, 先后提出中国土壤系统分类首次方案、修订方案和第3版, 其中对草原土系列分类所引用的分异特征, 除了从美国直接引入软土的概念和指标以外, 又从法国引入了均腐特性, 建立了均腐土纲。均腐特性是指草原或森林草原土壤中, 腐殖质含量由上向下逐渐减少, 无陡减现象的特性, 其指标是0~20 cm与0~100 cm土层中腐殖质储量比 ≤ 0.4 。均腐土纲之下续分为3个亚纲和10个土类^[15-16]。

均腐土纲的建立既与美国软土相似, 同时又突出

了草原土的特点而受到欢迎。但在应用过程中发现一些草原土壤特别是荒地黑土, 因其表层有机质含量高而不具有均腐土特性^[17-18]。因此, 有学者提出对草原土壤只用暗沃表层作为诊断层, 而不再用均腐特性这一诊断特性, 土纲名称也改称为暗沃土。为此, 我们搜集了东北、华北、西北3本土种志中全部草原土壤(黑土、黑钙土和暗栗钙土)151个剖面进行逐个鉴别, 统计结果发现其中有淡薄表层的41个占27.1%; 具有暗沃表层的有110个, 其中 $R_h \leq 0.4$ 的有98个, 占64.9%; $R_h > 0.4$, 但 < 0.45 的9个, 占6.0%; $R_h > 0.45$ 的只有3个, 占2.0%。可见这些草原土壤中具有暗沃表层的89.1%符合均腐土要求。因此, 有关均腐土分类尚待进一步研究, 目前我们仍沿用均腐土名称不变。

2.3 与各国草原土的参比

由于不同国家对草原土的分类所依据的分异特征不同, 进行参比有一定困难, 尤其是发生分类和诊断分类是完全不同的两个独立体系, 很难一一对比, 例如发生分类的黑土在中国土壤系统分类中可归属于3个土纲, 黑土中腐殖质层厚度 < 25 cm的破皮黄黑土、侵蚀黑土和薄层黑土, 不能归属于均腐土纲的这一部分, 有黏化淀积层的归淋溶土纲, 没有黏化淀积层的归属于雏形土纲。表2是暗沃土与其他分类体系的近似参比。

表2 我国均腐土与其他分类体系的参比

Table 2 Comparisons of Isohumosols under different soil classification systems

中国土壤系统分类(亚纲)	美国土壤系统分类	WRB的分类	发生分类
岩性均腐土	Rendolls(黑色石灰软土)	Rendzic Leptosols(部分薄层土)	黑色石灰土、磷质石灰土
干润均腐土	Ustolls(干润软土)	Chernozems(黑钙土) Kastanozems(栗钙土)	具有暗沃表层的黑钙土、栗钙土、 黑垆土、灰褐土
湿润均腐土	Udolls(湿润软土) 部分 Aquoll(潮湿软土) Albolls(漂白软土)	Phaeozems(黑土) 部分 Gleyic chernozems(潜育黑钙土)	具有暗沃表层的黑土、灰黑土和草甸暗棕壤

当然, 中国土壤系统分类中的均腐土, 并不等同于美国土壤系统分类的软土, 这是因为中国土壤系统分类增设了潜育土纲和人为土纲, 中国均腐土纲中无潮湿亚纲, 因此其范围要较美国的窄。美国土壤系统分类的松软表层指标中, 有溶于1%柠檬酸的 P_2O_5 含量 < 250 mg/kg, 是为了区别人为影响下所形成土层^[9], 也因为中国土壤系统分类中的人为土纲, 已提前将这些人表土层检出, 所以没有必要再采用这个有效磷指标。

3 草原土壤的演变

3.1 草原土的起源

草原土的起源可能有沼泽起源与植物陆生起源两种途径。沼泽起源是在冰川退却后形成的淡水湖泊和旧河道, 其中积累了大量的泥炭, 由于地壳隆起, 沼泽干涸, 泥炭分解与陆生生物共同建筑起深厚的暗沃土层^[8]。在三江平原和松嫩平原小面积隆起的高地上, 暗沃表层厚达1 m以上, 用陆生起源很难解释, 这种情况可能始于沼泽。对于大部分草原土来说, 应当是

植物陆生起源。

草原土壤主要形成于湿润或半干润的温带地区。土壤温度主要为温性土壤温度状况；水分为湿润或半干润土壤水分状况。在俄罗斯大平原的黑钙土年降水量为 350~500 mm；我国东北黑钙土 350~450 mm。在这样水热条件下，草本植物生长繁茂，形成了大量的有机物质；每年形成的有机物，俄罗斯平原黑钙土地上部分为 1.8 t/hm²，根系干物重 8 t/hm²；我国黑钙土地上部分为 1.28 t/hm²，地下为 9.5 t/hm²，而黑土分别为 4 t/hm²和 12.6 t/hm²^[19]。这些在暖季形成的有机物质，进入漫长的冬季，土壤温度均在生物零度以下，归入土壤中的有机质，得不到分解，一直到翌年春季，气温上升，土壤解冻，土壤微生物开始活动，但由于氧气的不足，有机质不能彻底分解，而以腐殖质的形式残存在土壤中，而此时新的植物又开始生长，形成新鲜有机质，如此周而复始，在土体中贮存了大量的腐殖质形态的有机物质，这是草原土形成的最基本的过程。其形成可概括为下列图式（图 1）。

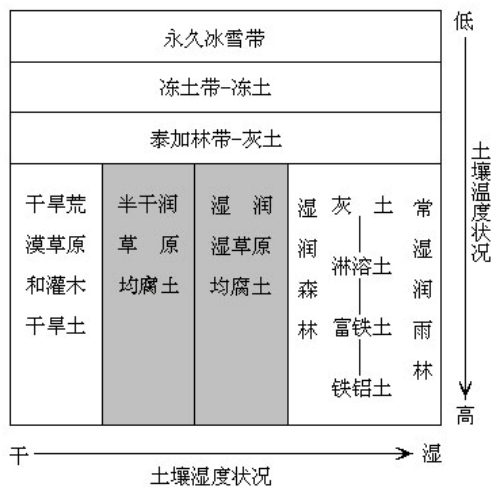


图 1 草原土形成的一般图式^[16,20]

Fig. 1 General forming environment of grassland soils

在不同的气候条件下，草原土壤出现了一系列性质的时空变异。据前人研究草原土壤中钙积层的深度和氮素含量与降水量相关^[21-22]。大量的统计资料^[6-7]表明，我国干润草原土也有类似的特点。如图 2 所示，与石灰淋溶的同时，淡栗钙土、栗钙土、暗栗钙土、石灰性黑钙土、黑钙土至淋溶黑钙土，有机质含量不断升高。这只是一般趋势，由于地形母质的不同，实际情况比较此复杂。

由于各种自然因素、特别是水热条件的不同，使

草原土在各种性质上发生分异，从而形成了不同的草原土类型。

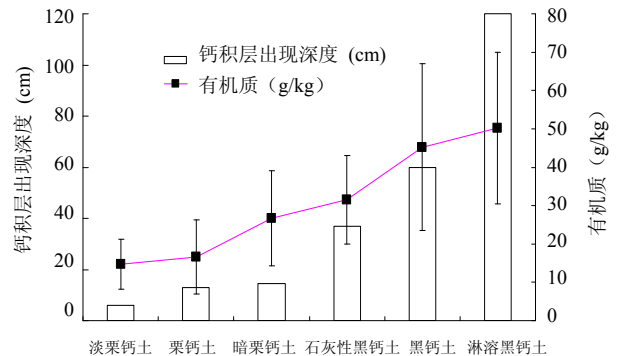


图 2 几种草原土有机质含量与钙积层出现深度关系

Fig. 2 Relationship between organic matter content and occurring depth of calcic horizon in different grassland soils

3.2 草原土开垦后的变化

有机质是草原土壤肥力的重要指标，因此，由荒地开垦为耕地后，土壤有机质下降，倍受人们的关注。人们特别关注的是占地 100 多万 km²、被称为俄罗斯粮仓的俄罗斯中央黑钙土区，根据谢尔巴柯夫^[23]有机质分布图数值化后计算可知，从 1883 年道库恰耶夫调查以来，土壤有机质含量的变化见表 3。由表 3 可见，开垦 100 年后有机质含量降低明显，最高量有机质（100~130 g/kg）已经消失，很高量的（70~100 g/kg）也减少 62%，而主要集中在 40~70 g/kg 这个范围内，占 82.4%。近 20 年来基本上保持在 42~70 g/kg 这个水平的占 79.3%。

表 3 俄罗斯中央黑钙土 100 年来有机质含量分级变化 (%)^[23]

Table 3 Changes of organic matter in central region of Russian chernozem in latest 100 years

分级含量 (g/kg)	1883 年	100 年后	增减
100~130	21.2	0.0	-100
70~100	46.6	17.7	-62
40~70	24.5	64.7	+163
20~40	6.5	11.7	+80
5~20	1.2	5.9	+404.5

我国黑土开垦已历时 300 年，最近的一次大规模开发，就是开发北大荒。国内关于黑土开垦后有机质含量变化的研究很多，研究结果有一定趋势，但相差甚为悬殊。例如，同样是开垦 10 年的，一个是下降原值的 17.33%，另一个是 37.07%；同样是开垦 100 年的，

一个下降原值的 39.71%，一个是 66.64%^[19,24]。出现差异的原因，是初始值 (C_0) 是不清楚的，用现在尚未开垦的荒地有机质含量来代替，并不是真正意义上的初始值；更重要的是，土壤不是均值的，农民群众说一步三换土，在一个小的范围内，有机质含量相差 75%~140%^[25]，因此，在不同地点取的不同开垦年限的土样，实际上没有可比性。

根据黑龙江省 22 份研究均腐土在开垦后有机质下降状况的材料^[26]，从 3 年至 100 年，每隔 5~10 年，有一组下降速率 (k) 的数据，各组的数据不相同，其中 60 年只有 1 个，20 年的有 6 个，共计 39 个数据。用这些数据作图 3，从中可以看出样点的分散状况和有机质下降的变化趋势，所建立的对数方程相关系数 $r = 0.67$ ($n = 39$)，有较好的相关性。

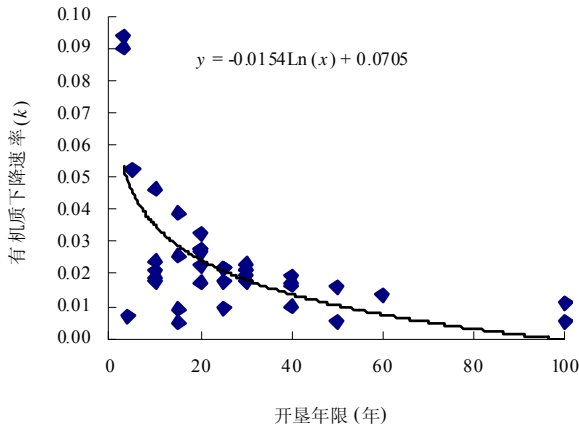


图 3 开垦后有机质含量变化

Fig. 3 Changes of organic matter in different glassland soils after reclamation

我们为了正确了解开垦后有机质下降速率，选择不同年限的取样区，各样区是同一土种，地形坡度为 3.5%，土壤质地为黏壤土，每个取样区面积 20 m × 30 m，在每个样区内用筒钻取 30 个深度为 20 cm 的土样，混合成为 1 个混合样，拿到室内用常规法测定有机质，测定结果见表 4。

从表 4 可以看出，不管是有机质还是易氧化有机质，都是开垦初期下降快，逐渐减慢，以后趋于相对稳定。荒地有机质含量 61.2 g/kg，开垦 3 年后，降至 46.2 g/kg，绝对值下降了 15.0 g/kg，剩下原值的 75.5%，有机质下降速率为 0.0937(根据 $k = (\ln C_0 - \ln C) / 2.303 / t$ 计算^[27-28])；开垦 15 年降至 34.2 g/kg，绝对值下降了 27.0 g/kg，剩下原值的 55.9%，下降速率为 0.0388；15~30 年之间变化不大。

表 4 不同开垦年限土壤有机质含量

Table 4 Contents of organic matter in different glassland soils under different reclamation years

开垦年限 (年)	有机质 (g/kg)	易氧化有机质 (g/kg)
荒地	61.2	35.1
3	46.2	25.8
15	34.2	19.5
25	35.3	19.0
30	32.1	18.2

黑土开垦后由荒地生态环境变为农田生态环境，有机质分解显著加快，而作物残余物归还远少于自然植被，有机质快速下降。以后下降缓慢，逐步达到与当地生物气候地带相适应的水平。这与俄罗斯中央黑钙土区的有机质的变化趋势是相同的。看来，是一个普遍的规律。

3.3 黑土层厚度的变化

根据谢尔巴柯夫的资料^[23]，俄罗斯中央黑钙土区黑土层 (A+B) 的厚度自 1877 年至 1991—1992 年，由 73.5 cm 下降为 65.3 cm，大约下降 10% 左右。

关于我国黑土层厚度的变化，早在上世纪 20 至 30 年代，一些外国学者在黑龙江省调查时称黑土的腐殖质层厚 25~100 cm，通常是 40~50 cm^[29]。第一次土壤普查时，对黑土的描述是黑土层厚度一般为 30~50 cm，厚的达 1 m。然而许多文献^[1-3]都称由于耕垦黑土层厚度已降至现在的 20~30 cm。实际上，根据第二次土壤普查黑土的黑土层厚度 <30 cm 的 17547 km² 占 39.8%，30~60 cm 的 17996 km² 占 40.8%，>60 cm 的 8546 km² 占 19.4%。>30 cm 仍占多数，占黑土总面积的 60.2% (图 4)。黑土层变薄是值得关注的，但也应实事求是地分析。

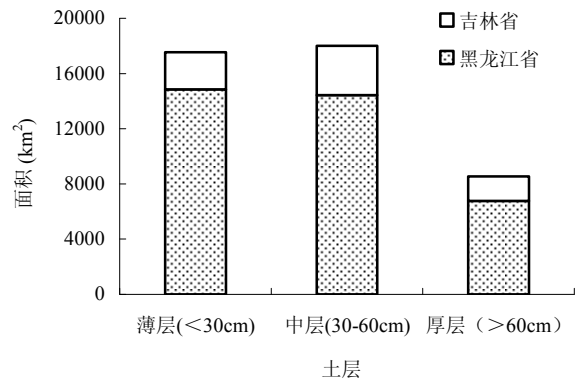


图 4 我国不同厚度黑土层的面积

Fig. 4 Area of mollic horizons with different depths in China

4 结语

我国广义的草原土壤资源约 76.2 万 km², 占世界草原土壤的 8.5%, 占我国土地的约 8.0%, 其中 26% 已经开垦, 这是最肥沃的土壤之一, 像黄淮海平原一样, 也是我国粮食生产的主要基地, 在耕地日益减少的今天, 必须加倍珍惜草原土壤, 以确保我国的粮食安全。

草原土壤开垦后有机碳含量下降, 开始快, 后来慢, 逐步达到与生物气候地带相适应的相对稳定的水平上。然而也必须注意到, 如果长期不向土壤中补充新鲜有机物质, 所剩下的有机质是难以分解的老化部分, 则表现为土壤退化, 影响到土壤的物理性质和供肥能力。黑龙江省耕地中耕层有机质含量, 大致在南部地区 30 g/kg, 北部地区 40 g/kg 为临界值^[14], 低于这个水平, 生产力就降低, 必须采取施有机肥料或秸秆还田, 增加和更新土壤有机质。农田有机质下降是一个渐进的过程, 而水土流失造成有机质的损失是一个快速过程, 有时甚至是灾难性的, 因此, 根据中、俄土地利用经验, 要特别强调防止水土流失。目前在东北约有 1/3 的草原土壤受侵蚀威胁。所以, 在坡耕地上必须采取有效措施, 以防水土流失。希望正确认识草原土壤, 利用好草原土壤为我国粮食安全做出更大的贡献。

致谢: 承美国农业部世界土壤资源主任 H.Eswaran 和俄罗斯 A.П.Щербаков 院士提供的意见和资料。

参考文献:

- [1] 魏才, 邢大勇, 任宪平. 黑土区耕地资源面临的形势与发展对策. 水土保持科技情报, 2003(5): 32-33
- [2] 郭秀文. 东北黑土区水土流失调查. 沿海环境, 2002(10): 20-23
- [3] 陆继龙. 我国黑土的退化问题及可持续农业水. 水土保持学报, 2001, 15(2): 53-67
- [4] Soil Survey Staff. Soil Taxonomy (2nd edition). Agriculture Hand-book 436. Washington DC: U.S.Government Printing Office, 1999: 23-25, 555-654, 838-854
- [5] ISRIC, ITC, CUL, WAU, FAO. Lecture Notes on Major Soil of World. FAO Rome, 2001: 221-241
- [6] 全国土壤普查办公室. 中国土种志 1~6 卷. 北京: 中国农业出版社, 1993—1996
- [7] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查数据. 北京: 中国农业出版社, 1997: 74-75
- [8] Виленский ДГ. Почвоведение. Москва: Учпедгиз, 1954
- [9] Forbes TR. The Guy Smith interviews: Rationale for concepts in soil taxonomy. SMSS technical monograph No.11, 1986:195-209
- [10] ISSS, ISRIC, FAO. World Reference Base for Soil Resources. Wageningen / Rome, 1998: 19-20, 90-101
- [11] 曹升庚. 法国土壤分类的发展和现状. 国际土壤分类述评. 北京: 科学出版社, 1988: 30-47
- [12] 张凤荣, 马步洲, 李连捷. 土壤发生与分类学. 北京: 北京大学出版社, 1992: 272-284
- [13] 熊毅, 李庆逵. 中国土壤. 2 版. 北京: 科学出版社, 1987: 16-18
- [14] 黑龙江省土壤普查办公室编. 黑龙江土壤. 北京: 中国农业出版社, 1992: 52-62
- [15] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组等. 中国土壤系统分类检索. 合肥: 中国科技大学出版社, 2001: 134-135
- [16] 龚子同等著. 中国土壤系统分类—理论·方法·实践. 北京: 科学出版社, 1999: 442-485
- [17] 张之一, 翟瑞常, 蔡德利. 黑龙江土系概论. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2006
- [18] B.A.柯夫达著. 陈恩健, 杨景辉, 常世华译. 中国之土壤与自然条件概论. 北京: 科学出版社, 1960: 242-266
- [19] 中国科学院林业土壤研究所. 中国东北土壤. 北京: 科学出版社, 1980: 149-150
- [20] Wilding LP, Smeck NE, Hall GF. Pedogenesis and Soil Taxonomy. Amsterdam: Elsevier, 1983
- [21] Jenny H. Factors of Soil Formation. New York: McGraw, 1941
- [22] Trudgill ST. Soil and Vegetation System. Oxford: Clarendon Press, 1997
- [23] Щербаков АП и Васенева ИИ. Агроэкологическое Состояние Черноземов ЦЧО. Российская Академия Сельскохозяйственных Наук, Курск, 1996: 1-329
- [24] 汪景宽, 王铁宇, 张旭东. 黑土土壤质量演变初探-不同开垦年限黑土主要质量指标演变规律. 沈阳农业大学学报, 2002, 33(1): 43-47
- [25] 张之一, 张元福, 罗学锋. 耕作土壤农化性状的不均质性. 黑龙江八一农垦大学学报, 1984(1): 23-30
- [26] 龚子同, 张甘霖, 陈志诚, 等. 土壤发生与系统分类. 北京: 科学出版社, 2007: 140-165
- [27] Russell EW. Soil Conditions and Plant Growth. 10th ed. London: Longman, 1973: 316-321
- [28] 赵玉萍, 段五得, 夏荣基. 白浆土开垦后有机物下降速率的初步研究. 北京农业大学学报, 1983, 9(3): 59-65
- [29] 潘德顿等著. 李庆逵译. 土壤专报, 1935, 第 11 号: 1-18

Grassland Soils: Distribution, Classification and Evolution

GONG Zi-tong¹, ZHANG Zhi-yi², ZHANG Gan-lin¹

(1 *State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture (Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China;*

2 Heilongjiang Land-Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: Grassland soils are mainly developed under steppe, prairie and forest-steppe vegetation. Most of them are Isohumosols based on the diagnostic horizon, Isohumosols are mineral soils that have a mollic epipedon (dark-colored surface horizon), with base saturation determined by NH_4OAc method higher than 50 percent and Isohumic property. The total estimated area of Isohumosols is 9 million km^2 in the world and 0.76 million km^2 in China. As reclamation of Isohumosols the organic matter content decreases quickly at the first stage, and then slow down corresponding with local bio-climate environment. In order to reserve the organic matter in Isohumosols, it is necessary to prevent soil erosion and adopt reasonable cultivation.

Key words: Grass land soils, Classification, Evolution, Food security