

西北地区土壤资源特征及其开发利用与保护

易秀, 李侠

(长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054)

[摘要] 在分析西北地区土壤分布规律的基础上, 研究了不同类型区土壤的资源特征及其在开发利用中存在的问题, 认为黄土地区土壤土质疏松、粉砂含量高、富含碳酸钙是水土流失的物质基础; 干旱区广为分布的荒漠土壤资源的性能低劣、绿洲区水土资源的利用比例失调是造成土地荒漠化、土壤盐渍化的根本原因; 而高原土壤的粗骨性、土层浅薄、有效肥力低则加速了草场的退化和沙漠化。提出了西北地区土壤资源的合理利用与生态环境保护相协调的途径, 即搞好农田基本建设, 采用旱作技术节水和合理用水, 扩大林草植被, 保护天然草场和林木。并认为西北土壤资源的开发利用要在充分发挥其生产潜力的同时, 首先应遵循生态规律, 开发与保护并重, 防止土壤资源衰竭和破坏。

[关键词] 西北地区; 土壤; 资源特征; 开发利用; 生态环境保护

[中图分类号] X171.4 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)04-0085-05

[作者简介] 易秀(1965-), 女, 青海西宁人, 副教授, 博士, 现从事环境工程教学和科研工作。

西北地区土壤因气候、成土母质、植被及水文地质等条件的不同, 其理化性状、养分及积盐表现等资源特征均表现出明显差异, 这些差异性决定了不同地带分布的不同类型土壤有其特有的资源特征和利用方式。深入研究西北地区土壤的资源特征及变化规律, 对于合理利用土壤资源, 使土壤资源利用高效化并与生态环境相协调意义重大, 也是直接关系到西北地区可持续发展的关键问题之一。

1 西北地区土壤分布规律及资源特征

1.1 西北黄土高原地区土壤类型及特征

西北黄土高原地区主要包括陕西的中部和北部, 甘肃的东北部, 青海东部和宁夏的东南部, 面积约 $20 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。黄土是本区主要的成土母质, 深厚, 疏松, 质地细匀, 垂直结构发育, 透水性强, 机械组成中粉砂含量常在50%以上, 含有大量碳酸钙。该区分布的土壤主要有 L_1 土、黑垆土、黄绵土等。

(1) L_1 土出现在暖温带半湿润区, 西北主要分

布在关中平原。 L_1 土的形成经历了熟化过程、粘化过程和淋溶过程。其剖面构造可大致分为上下两个部分, 上部受耕作影响称为熟化层, 下部是原来的土壤剖面。几千年来 L_1 土被反复耕种、施肥, 使土壤的理化性质特别有利于农业生产(表1)。耕层土壤有机质和全氮含量都较高。但显著的垂直节理给流水等外营力的破坏提供了条件, 地面积水顺节理下渗, 加剧了水土流失。

表1 L_1 土的养分和化学性质^[1]

Table 1 Nutrient and chemical character of Lou soil

土层名称	深度 / cm	有机质 / %	pH	碳酸钙 / %	全氮 / %	全磷 / %	全钾 / %
耕层	0~10	1.23	8.45	5.86	0.09	0.08	1.54
古耕层	30~40	0.93	8.37	2.86	0.07	0.11	1.86
老粘化层	80~95	0.88	8.27	0.23	0.07	0.09	1.87
心土层	145~155	0.65	8.57	17.57	0.05	0.10	1.95
老心土	215~225		8.50	13.32		0.08	1.64
底土	310~320		8.57	10.38		0.10	1.41

(2) 黑垆土在 L_1 土之北, 主要分布于陇东、陕西等地。黑垆土的形成是在冬季干冷、夏季暖湿的暖温带半干旱草原季风地带和相应的草原或草甸草原植被下的灰褐土, 经过开垦熟化而形成的。由于长期以来的农业耕作, 施用土粪及淤土覆盖等交错影响, 黑垆土的原色暗色表层逐渐埋藏在土粪和淤

[收稿日期] 2003-12-27

[基金项目] 国家科技攻关计划项目(2002BA901A43); 长安大学科技发展基金(04Z08)

土等覆盖层之下。表 2 是黑垆土的化学性质和养分状况。从黑垆土剖面的理化性质看,其有机质和全氮含量较 δ 土高,而碳酸钙的含量则低。因而黑垆土分布区土壤生产力较高,水土流失量较小。

表 2 黑垆土的理化性质^[1]

Table 2 Physicochemical properties of black Lu soil

深度/cm	有机质/%	pH	碳酸钙/%	全氮/%
0~10	1.22	8.39	3.83	0.11
20~30	0.89	8.48	3.21	0.07
30~40	1.07	8.34	2.49	0.07
50~60	1.27	8.20	2.68	0.02
150~160		8.30	7.14	
200~210		8.40	7.22	

(3)黄绵土是黄土高原面积最大的农业土壤。黄绵土母质为黄土,富含粉砂,土体疏松,透水性强,通气性好,易于耕作。但结持力差,易遭侵蚀。黄绵土的质地多为粉砂壤土。黄绵土分布区是水土流失最严重的地区。

1.2 西北干旱区的主要土壤类型及特征

西北干旱区主要包括新疆、青海西北部、甘肃河西走廊等地。土壤类型具有平原区水平地带性和山地垂直地带性的分异规律。平原区由草甸草原的黑钙土继续向干旱地区过渡,则相继出现栗钙土、棕钙土、灰漠土和棕漠土。在广阔的荒漠中,分布着绿洲土壤,如灌耕土。另外该区干旱和强烈蒸发的气候,造成土壤淋溶和脱盐过程极度微弱,而积盐过程占主导地位。因此土壤类型除了上述几种外,还分布有大面积的盐碱土;随海拔高度变化,山地土壤类型由低到高呈现灰钙土、黑钙土(栗钙土)、灰褐土、高山草甸土、寒漠土的分布带谱。

西北干旱区几种土壤类型的资源特征表明(表 3),栗钙土形成的主要特点是有较明显地钙化过程,碳酸钙含量较高;灰漠土的有机质含量低,因此有“弱度发育的土壤”的称呼;棕漠土是温暖带极端干旱荒漠地带的土壤。通常其地表有砾漠,表层有不太明显的孔状荒漠结皮,结皮层以下便有石膏积聚;灰褐土属于森林土壤,腐殖质层较厚,一般在 30~50 cm,有机质含量在干旱区常见土壤中最高。

1.3 青藏高原的土壤类型及特征

青藏高原是由海拔 4 000 m 以上的高山和山原组成。冬寒、夏凉,封冻期长,具有独特的自然条件。高原面的基带土壤以寒漠土、高山荒漠草原土面积最大,其次为高山草原土及分布于唐古拉山南

麓长江源头区的高山草甸土。此外,尚有风沙土、盐土、石膏荒漠土和碱土等。

表 3 西北干旱区几种土壤类型资源特征^{2~9}

Table 3 Characteristics of different types soils in Northwest region

土壤类型	有机质/%	全氮/%	碳酸钙/%
灰漠土	0.64~0.96	0.045~0.061	8.93~12.40
棕漠土	<0.50	0.005~0.047	8.72~11.10
灌耕土	1.40~2.30	0.030~0.089	8.30~9.13
盐土	0.63~1.08	0.043~0.060	2.70~3.40
灰钙土	1.01~2.74	0.070~0.150	9.50~12.00
栗钙土	1.67~5.34	0.110~0.240	8.51~17.00
灰褐土	18.60~19.40	0.560~0.580	<1.20
高山草甸土	9.30~12.20	0.310~1.320	0.49~6.81
寒漠土	<0.10	<0.050	3.00~5.00

土壤类型	pH	盐化表现
灰漠土	8.2~8.7	深部盐化
棕漠土	8.1~8.6	部分盐化
灌耕土	8.3~8.7	局部次生盐渍化
盐土	7.7~9.3	通体盐化
灰钙土	8.2~8.7	中部盐化
栗钙土	8.2~9.1	中深部盐化
灰褐土	6.8~7.5	
高山草甸土	7.4~8.5	
寒漠土	7.5~8.8	

青藏高原土壤形成过程以物理化学风化为主,生物化学风化程度不深,土层浅薄,分化不显著。淋溶程度弱,新生体发育差,微生物活动弱,腐殖质和有效养分含量低。各种土壤的宜用性窄,生产力低。在该区沙化、盐渍化普遍。高原土壤粗骨性强,颗粒组成常以细沙粒和粉粒占优势,沙化现象相当普遍。昆仑山区有相当面积的高山草原土和河谷草甸土都是在沙质母质上发育起来的,50 cm 土层内细沙含量高达 800 g/kg,一旦被破坏,即可就地起沙^[7]。

2 西北地区土壤资源开发利用中存在的生态环境问题

2.1 黄土高原地区的水土流失和土壤污染

在黄土高原地区,处于两个恶性循环之中:一是由于人口的迅速增加,对资源的需求量增大,而科技水平提高缓慢,土壤肥力低下,单位面积生产力得不到提高,只能通过扩大耕地面积的粗放式经营来维持生存,导致水土流失越来越严重;二是从黄土高原土壤资源特征看,土层厚而土质疏松是发生水土流失的物质基础;黄土中起胶结作用的大量

碳酸钙遇水溶解并随水流失,引起土体崩解。另外黄土中的粘土矿物吸水迅速膨胀、失水又强烈收缩的特性加速了黄土的解体与流失。地形破碎,地表起伏大,为水土流失创造了空间条件;夏季多暴雨,春季少雨,风多且强,蒸发量大,土壤的风蚀和水蚀严重。水土流失是这个地区土壤肥力最大的破坏力量,据有关专家测算,每年流失8t表土的坡耕地就损失全氮0.8~1.5kg,全磷1.5kg,全钾20kg^[8]。

造成黄土高原水土流失的另一个重要因素是自然植被少,森林草原破坏严重。据专家分析计算,黄土高原地区的最佳覆盖率不小于38.8%,而现在仅为15.5%,相距甚远^[9]。

黄土高原地区人类农事活动强烈,使该地区的土壤污染程度加剧。据陕西西安污水灌区土壤监测分析结果表明,土壤中重金属和石油类污染物含量比清水灌区高出几倍甚至几十倍。随着污灌年限的增长,重金属含量呈上升趋势。1982年土壤中铅和汞平均含量分别为26.9mg/kg,0.452mg/kg,到1996年上升为33.4mg/kg,0.607mg/kg,分别增长了24.1%,34.3%^[10]。长期大量使用化肥后,土壤团粒结构破坏,引起土壤退化。同时在化肥施用过程中带入的一些杂质如三氯乙醛、重金属砷、镉等造成的污染也越来越普遍。与此同时由于超负荷地使用农药,一些土壤的生产功能、调节功能、自净能力和载体功能都受到了严重损害^[11,12]。

2.2 西北干旱区的土地退化和荒漠化问题

西北干旱区土壤资源性能由良变劣呈现灰褐土>黑钙土>栗钙土>灰钙土>灰漠土>盐化土>棕漠土的一般规律。可持续开发利用土壤的问题可以归结为两个方面:一是在灰褐土、黑钙土、栗钙土等山地森林土壤分布的一些荒漠草原,近年来由于超载过牧、利用不当,草场退化相当严重,畜牧业生产滑坡。如祁连山地的中低山区,草场退化非常明显;二是在灰漠土、棕漠土、盐土等平原荒漠土壤分布区,由于这些土壤资源性能低劣,与绿洲土壤相比,有机质与全氮含量明显下降,因而存在着合理开垦与绿洲土壤的高效利用问题。

在西北地区,绿洲的承载力已达到超负荷的程度^[13]。由于有限的水资源保证不了全流域用水的需求,灌区不断向上游移动。同时,由于内陆河上下游用水比例不当,造成下游土地废弃、荒芜沙化,湖区内胡杨、红柳、沙枣等树木大量死亡。上下游用水矛盾尖锐,新疆塔里木河流域上下游地区,甘

肃石羊河流域上游的武威和下游的民勤。

在绿洲内部及周边地区虽然土壤条件较好,但对水土资源的不合理开发,往往造成绿洲内部沙化、土壤次生盐渍化等灾害。近20年来,沙漠进一步向绿洲紧逼。大规模的开垦土地使沙尘暴灾害越来越频繁,强度越来越大。如1998年新疆昌吉发生的特强沙尘暴,受害10个地区52个县市,经济损失达10亿元^[14]。

2.3 青藏高原土壤开发利用中草场退化和沙漠化

高原土壤年轻的发育历史,使土壤资源赋有低温低湿、类型多样、难利用的数量较大以及易受破坏或退化等鲜明特点,这些都在一定程度上限制了高原土壤资源开发的潜力。

按现有耕地所受的限制作用强弱及其改造的难易程度,质量最佳的一等地数量仅占17.8%,二等地占27.6%,三等地数量最大,占53.1%,余下1.5%的耕地不宜继续耕耘而应退耕还牧还林^[15]。

就林地而言,由于区内山高谷深,天然森林的采伐更新仅在交通方便的林区局部进行。对木材、薪炭集中过伐,加之疏于更新造林与抚育管理,造成天然林地资源破坏、水土流失和风蚀加剧。现今修建的青藏铁路沿线群众的主要生活能源是木材和畜粪,群众靠砍伐爬地松作燃料,这对当地脆弱的生态环境产生了不可低估的破坏作用。

就牧草地而言,青藏高原区冷季草场匮乏,畜牧业经营粗放、超量过牧、冬春草场退化严重。加上不合理开垦的弃耕草地和沙化的影响,草地退化面积增长、退化过程加速。草地退化常导致草地覆盖度的降低,尤其是在干旱、半干旱气候的高山和荒漠等地带,裸地的扩大加剧了土壤侵蚀与沙化。受经济利益驱动,对发菜等的滥采挖等短期行为则进一步加剧了草场的退化和沙化进程。

青藏高原区土地退化和土地荒漠化的产生和发展也有自然因素的影响,环境脆弱是最重要的自然因素。气候严寒使大部分耕地土温较低,有机质积累多而分解慢,潜在肥力高而有效肥力低,土壤质地偏轻,土层薄,耕层浅,风蚀现象普遍^[16]。

3 西北地区合理利用土壤资源的措施及其生态环境保护

3.1 黄土高原地区土壤资源的开发利用和保护

以扩大林草植被、建设基本农田为手段,采用

集雨灌溉、旱作农业技术, 综合治理水土流失。

(1) 加强退耕还林还草工作, 努力恢复植被。通过推广适生、耐旱、抗逆性强的优良树种、抗旱造林技术、培育壮苗技术, 建立以刺槐、花椒等树种的水土保持林, 以廊坊杨、泡桐等树种为主的农田防护林, 以苹果为主的经济林; 积极调整结构。在种植业中, 减少粮食作物面积, 通过提高单产来增加总产。

(2) 运用多种措施提高有限降水的利用率, 稳定农业生产, 减少水土流失^[17]。采取兴修梯田、筑坝拦洪、建谷坊、挖鱼鳞坑等工程措施, 同时采用引进良种、增加肥料投入和培肥地力等农业措施, 提高单位面积产量。利用道路、场院、屋面、荒山荒坡等易形成径流的下垫面, 修建集流场, 用涝池、塘坝、水窖等设施将雨水收集起来, 干旱时节对作物进行滴灌、穴灌, 抵御干旱的威胁, 最大限度地利用水土资源, 减少流失的水土量。

(3) 合理施用化肥、农药, 防止土壤资源污染。主要通过改进肥料品质, 根据作物实际需要及作物类型施肥, 优先使用无公害生物制剂, 从而减少化肥、农药在土壤中可能的长期累积效应。改良土壤, 增加肥力, 提高土壤对污染物的自净能力。

3.2 西北干旱区荒漠化治理及土壤保护措施

西北干旱区土壤的合理利用与保护, 要以节水、合理用水为中心, 以绿洲建设为重点, 扩大林草植被, 防治土壤荒漠化和盐碱化, 减少风沙危害及沙尘暴的发生。

(1) 保护山麓地带林草植被。在水源涵养地区坚决制止大量砍伐灌木和半灌木, 禁牧或限牧, 减少载畜量和放牧强度。适度通过人工补播, 提高草地产草量, 防止中高山地区的植被退化和土地荒漠化。

(2) 加强绿洲内部高效合理的生态系统建设, 防治绿洲边缘地区的荒漠化。通过修建水库、渠系等工程设施, 合理分配和调控水资源的供给。采用节水技术, 搞集约化经营, 提高单位水土资源的生产效率。建立以农田林网为主的绿洲内部防护体系; 选择树种、草种及适宜的结构, 留出一定量的生态用水, 在绿洲边缘营造防风固沙林带和风沙育草带, 促进植被的恢复, 防治沙漠对绿洲的蚕食。

(3) 防治盐碱化和风蚀沙害。建立并完善排水体系, 灌排结合, 降低地下水位; 按作物需水量灌溉, 发展沟畦节水灌、膜上(下)灌、膜间浅沟灌和水稻浅晒灌溉等先进的灌溉技术和节水高效灌溉制度; 发展农田人工防护林网, 保证 95% 以上的耕地

得以有效保护。

(4) 对未来干旱区土壤资源的利用应考虑到对其脆弱的生态系统的影响、土壤退化机理及防治途径^[18]。利用 GIS 技术, 建立干旱区土壤资源信息系统, 在自然土壤评价基础上, 进行土地利用和开发生态效益评价, 为土地利用和土地规划服务。综合开展干旱区土地人口承载力研究, 为国家和当地政府对已开发的后备土地资源实施长远规划和持续发展与管理提供依据。

3.3 青藏高原土壤开发利用途径及其保护

青藏高原区耕地、林地与牧草地的面积之比大致为 1:5:94^[19], 这表明该区土地利用现状为牧草地占绝对优势, 林地次之, 耕地极少。畜牧业是青藏高原区农业的主导产业, 因此该区防治土壤生态环境恶化的主要方向在于减少人类活动的影响, 加强对天然草场的保护和建设。

(1) 切实保护好天然草场。禁止采樵、挖药、狩猎、开荒、淘金等人为破坏草场的行为。建立自然保护区和高寒草原生态监测网络, 随时了解草场的生态变化。公共工程的施工应尽量减少对地表植被的破坏。

(2) 适度利用天然草地, 搞好草原建设, 遏制草原退化。应对天然草地进行全面规划, 因地制宜调整和布局各类草地的使用, 推行划片轮牧和网围栏建设, 尤其要适度利用冬春草场, 控制畜群规模与减少畜群中老弱病畜比例, 提高出栏率 and 经济效益。同时要扩大人工草场规模, 结合网围栏和封沙育草措施, 补播优良牧草, 提高草地畜载量与耐牧性能, 并在不同地区建立相应的生产基地。

(3) 加强现有天然次生林和灌木林的保护, 严禁在半干旱区有潜在荒漠化危险的地区以及高山陡坡林草地开荒, 重点营造薪炭林与防护林, 最大限度地解决能源、燃料与农田防护问题。大力开展造林、绿化荒山活动, 扩大森林覆盖率, 维护农田和三江源生态环境。充分利用宜林荒山, 发展经济林果生产, 开发林下丰富的生物资源。

4 结语

西北地区的可持续发展依赖于土壤资源的稳定发展、高生产力水平及可持续利用。在明确土壤资源特性与分布的基础上, 土壤资源的合理利用与保护及与生态环境的协调是关键问题。农业发展

中对土壤资源开发及其保护是否适当,具有深远的历史意义。

土壤资源的开发利用,首先应遵循生态规律,应以生态系统健康发展为原则。重视生态协调规律,促进农牧业全面发展,是搞好土壤合理利用结构的主要内容,也是首要问题。在不同流域的土壤开发利用中应区别其生态意义。土壤资源的开发与保护并重,加强耕地保护,进一步建设和完善农田防护林体系,防治耕地向荒漠化演变。保护耕地还必须严格控制非农业用地,加强土地复垦,并与土地利用总体规划和生产建设统一协调;其次是合理利用和发挥土壤资源的生产潜力,即充分运用现代高科技成果,力争迅速提高作物单位面积产量,这样也可以减轻由于扩大耕地带来的破坏、各地区生态平衡及土壤资源等方面造成的压力;第三要防止土壤衰竭和土壤资源破坏。水蚀、风蚀、盐渍化、土壤有机质的极度消失、土壤污染、广大草原土壤的沙漠化都已成为世界性的生态学上的严重问题。退耕还林还牧、农业上的施肥、排水及其他改良培育土壤的措施虽然在不同程度上起了积极的作用,但更重要的是要提高人们的环境意识,保护土壤资源,也即是保护自己的生存环境。

[参 考 文 献]

- [1] 朱祖祥. 土壤学[M]. 北京: 农业出版社, 1983.
[2] 樊自立. 新疆土地开发对生态环境的影响及对比研究[M]. 北京: 气象出版社, 1996.

- [3] 新疆生物土壤沙漠研究所. 新疆土壤及土地资源研究[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
[4] 伍光和, 张志良, 胡双熙等. 柴达木盆地[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1990.
[5] 青海省农业资源区划办公室. 青海土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1997.
[6] 王根绪, 程国栋. 西北干旱区土壤资源特征与可持续发展[J]. 地球科学进展, 1999, 14(5): 492~497.
[7] 顾国安, 张景德. 我国高原土壤资源的特点及合理利用[J]. 干旱区研究, 1996, 13(3): 1~4.
[8] 牛树文, 陈作芳. 农业区域开发探索——甘肃沿黄灌区农业综合开发研究[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 1998.
[9] 牛树文主编. 西北地区荒漠化环境演变及生态农业建设模式[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001.
[10] 郑泽群, 易秀, 冯武焕, 等. 西安蔬菜环境污染调查及防治途径研究[R]. 西安: 西安市农科所, 1991.
[11] 易秀. 农事活动对水资源的非点源污染问题[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(2): 42~45.
[12] 张益谦, 白云峰. 陕西省交口抽灌灌区劣质地下水资源化研究[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(2): 31~33.
[13] 康卫东, 王润兰, 杨小荃. 新疆阿克苏三角洲的水土环境与整治[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(2): 34~36.
[14] “4·18”特强沙尘暴成因查明[N]. 中国环境报, 1998-07-02.
[15] 李明森. 青藏高原土地开发潜力与对策[J]. 自然资源学报, 2000, 15(4): 323~327.
[16] 孙鸿烈主编. 世界屋脊之谜[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1997.
[17] 李佩成. 论新时期地下水经营管理新使命[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(2): 1~5.
[18] 王铁成. 干旱区土壤资源研究综述[J]. 干旱区地理, 1995, 18(3): 79~86.
[19] 张雪芹, 葛全胜. 青藏高原土地利用结构特征及合理开发战略[J]. 中国农业资源与区划, 2002, 23(1): 14~19.

Characteristics of soil resources and development and protection in the Northwest region

YI Xiu, LI Xia

(School of Environmental Sciences and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract: On the basis of soil distribution in the Northwest region, the effects of soil resources characteristics on development and utilization of different type soil are studied in this paper. The results indicate that loose texture, high silt content and high calcium carbonate content in soil are the material base of water and soil loss in loess area; and basic reasons of desertification and soil salinization are bad capability of desert soil resource which spreads vastly in arid Northwest area and utilization of water and soil resource out of proportion in oasis; and coarse texture, thin layer and low fertility of soil aggravate grass land degradation and desertification. The ways of reasonable exploitation of the soil resources coordinating ecological environment are put forward. These ways are doing well capital construction on farmland, applying drought resistant farming techniques, making rational utilization of water resource, expanding forest and grass vegetation, and protecting natural grass and forest. While making exploitation potential of soils, ecological regulations must be followed first. Development is laid equal stress on with protection, and deterioration of soil resources are prevented at the same time.

Key words: Northwest region; soil; characteristics of resources; development; ecological environment protection