

青海湖区域不同土地利用方式下土壤理化特征研究 ——以刚察县为例

袁杰¹, 曹广超¹, 鄂崇毅¹, 袁有靖²

(1.青海师范大学/青海省自然地理与环境过程重点实验室,青海 西宁 810008;2.青海省环境地质勘查局,青海 西宁 810008)

摘要:通过对青海湖环湖区1987—2010年五期遥感解译,以湖区北部近30年耕作模式与放牧模式下草地和耕地为研究对象,研究两类土地土壤理化性质的变化差异来探求两种模式下土壤演替规律。研究表明:草地和耕地粒级都属于砂-粉砂级,在0~60cm内草地粉砂、粘粒含量大于耕地,而砂含量小于耕地;总碳和全氮以30cm为界,界上草地总氮、全氮含量明显大于耕地且差异明显,界下两者差异较小;草地低频磁化率在整个剖面上小于耕地且变幅较小,频率磁化率两者以30cm为界,界上耕地小于草地,界下则呈现相反态势;0~60cm内草地色度值皆小于耕地,其中红度和黄度值在剖面上变化趋势一致,而亮度值两者变化差异大;两者pH值在10~40cm段差异性明显,在该范围内草地的pH值明显大于耕地,40cm开始两者变化不大。

关键词:草地;耕地;理化性质;放牧模式;耕作模式

中图分类号:S153.6 **文献标志码:**A

Soil physical and chemical properties under different land utilization type in Qinghai Lake region —— A Case Study of Gangcha County

YUAN Jie¹, CAO Guang-chao¹, E Chong-yi¹, YUAN You-jing²

(1. Key Laboratory of Qinghai Province Physical Geography and Environmental Process, Qinghai Normal University, Xining, Qinghai 810008, China; 2. Environmental Geological Prospecting Bureau of Qinghai Province, Xining, Qinghai 810000, China)

Abstract: A interpretation of five remote sensing images from 1987 to 2010 around the Qinghai Lake basin was made in this thesis. The grassland of cultivation mode and the farmland grazing mode of nearly 30 years were chosen as the research objects in north of the lake. This thesis aimed to research the variations differences of physical and chemical properties of two type soil to explore soil evolutionary changes. The result showed that the soil particle composition of grassland and farmland was sand clay loam, and sand and clay content of grassland was greater than that of farmland, but the sand content was less than that of farmland in lengthways profile of 0~60cm; 30 cm was a demarcation line for the total carbon and total nitrogen content of the grassland and farmland soil. Total carbon and nitrogen contents of grassland was greater than farmland above 30cm in lengthways profile, and the difference between the two was little below 30cm; the X_{lf} of grassland was smaller than farmland in lengthways profile of 0~60cm with small variable amplitude, 30 cm was a demarcation line for X_{fd} . X_{fd} of grassland is higher than farmland above 30cm, and reverse trend was below 30cm; farmland chromaticity value was higher than grassland on the whole profile of 0~60cm. Both the redness and yellowness had the same change trend in lengthways profile of 0~60cm, and the lightness value of grassland and farmland varied greatly. The pH value of grassland and farmland varied a lot in 10~40cm. The pH value of grassland was higher than farmland in 10~40cm, but there was not much difference below 40cm.

Keywords: grassland; farmland; physical and chemical properties; grazing mode; cultivation mode

收稿日期:2017-02-28

修回日期:2018-04-09

基金项目:国家自然科学基金项目(41361005);青海省重点实验室发展专项资金(2014-Z-Y24)资助

作者简介:袁杰(1989-),男,博士研究生,主要从事地表环境过程研究。E-mail: yuanjie8903@126.com。

通信作者:曹广超,主要从事地图学与地理信息系统的教学研究。E-mail: caoguangchao@qhnu.edu.cn。

青海湖位于青藏高原东北部,处于西部干旱区、东部季风区、青藏高原高寒区三大区域的交汇地带,作为青藏高原的重要组成部分,其巨大的湖体、丰茂的植被以及高海拔成为了西部荒漠化向东蔓延的天然屏障^[1-3]。然而近些年由于自然因素和人为因素的共同影响,湖区草地退化和沙漠化趋势加剧^[4-5],而目前对于导致湖区草地退化和土壤沙漠化的主要驱动因素,仍存在着争论,部分研究认为是由于气候变化导致风蚀加快,引起荒漠化或沙漠的扩张^[6-7];另一部分研究则认为主要是由于人类对高寒地区草地不合理利用所导致,例如开垦草地和过度放牧。对于前者,古气候学者通过大量的古环境载体如高原风成沉积物、高原湖泊沉积物及孢粉等获取了不同时间尺度气候变化^[8-9]下高原地区的土地景观变化与沙漠扩张退缩;对于后者,科学家更多关注已沙化土壤的监测、模拟、生态恢复等工作^[13-15],却忽略了人类活动对湖区土壤的影响特别是对耕作模式和放牧模式下土壤理化性质差异性的研究,从而局限了人类活动对高寒地区土壤本底影响的理解。

土壤理化性质是研究土壤环境以及整个生态系统特征的基础,土壤理化性质状况对于植物的生长起着关键性的作用,直接影响植物群落的组成与生理活力,决定着生态系统的结构、功能和生产力水平^[10-11],是生态系统功能恢复与维持的关键指标之一^[12],而土地利用变化是影响土壤理化性质变化最普遍、最直接、最深刻的因素,它直接或间接地作用于土壤系统^[13],当土地利用方式发生变化时,将对土壤理化性质产生明显的影响,进而会带来土壤结构的改变,导致各土壤类型出现不同的变化规律和演化趋势^[14]。因此,研究湖区耕作模式下土壤理化性质,进而预估人类活动对土壤的影响将是十分迫切的一个工作,基于此,通过该区 1987、1995、2000、2005、2010 年遥感图像解译,以湖区北部近 30 年未变耕地与草地为研究对象,分析其土壤理化性质的差异,探求耕作模式与放牧模式下土壤演替规律,力争为后期高寒区土地资源合理利用及湖区生态建设提供一些参考依据。

1 研究区概况

刚察县位于青海省东北部,海北藏族自治州西南部,青海湖北岸。它是以藏族为主的多民族聚居地,境内居住着藏、汉、蒙古族等 12 个民族。东隔哈尔盖河与海晏县为邻,西与海西蒙古族藏族自治州天峻县毗邻,南隔布哈河与海南州共和县相望,北

隔大通河与祁连县接壤^[15]。地理坐标为 99°20′44″E~100°37′24″E,36°58′06″N~38°04′04″N。境内分布着高山、丘陵、平原地貌类型且大致呈北、中、南排列,平均海拔 3300.5m,绝大部分地区海拔在 3500m 以上,海拔最高点 4775m,位于县境西部的桑斯扎山峰,最低点 3195m,位于县境南部的青海湖湖滨地带。刚察县分布着广阔的草地,草地面积为 $71.20 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占土地总面积的 73.82%,草地可利用面积为 $69.07 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占草地面积的 97.01%。因地势以山地丘陵为主,草地植被垂直分异明显,不同海拔高度依次分布着高寒草甸、高寒草原、山地草原和平原草甸 4 个草原类型^[16],其中以高寒草甸为主,面积为 $57.19 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全县草地面积的 80.31%。刚察县属典型的高原大陆性气候,日照时间长,昼夜温差大,年降水量 370.5mm,年蒸发量 1500.6~1847.8mm。冬季寒冷,夏秋温凉,1 月平均气温约为 -17.5°C ,7 月平均气温约为 11°C ,年平均气温约 -0.6°C ^[17]。

2 试验方法

2.1 土壤样地的选择

根据前期对环湖区 1987-2010 年五期遥感图像的解译,在 GIS 软件中对五期遥感解译的草地和耕地图层进行叠加相交,在湖区北部选取在该时段内相毗的且未曾变化的草地和耕地(图 1),其中草地选取以坐标 $37^\circ 16' 43.29''\text{N}$, $100^\circ 17' 37.12''\text{E}$ 为中心且半径 500m 范围内,耕地选取以坐标 $37^\circ 16' 42.79''\text{N}$, $100^\circ 17' 28.62''\text{E}$ 为中心且半径 500m 范围内。

2.2 土壤样品采集方法

于 2014 年 10 月在土壤采集区域采集土壤样品。其中采样间距为 $30\text{m} \times 30\text{m}$,两类不同土地利用方式下分别选取 5 个采样点,每个采样点用直径为 5cm 的土钻钻取 0~60cm 深度(采样间隔为 5cm)的 12 个土壤样品。两类土地利用方式下共选取了 10 个采样点,120 个土壤样品。采集的所有土壤样品带回实验室后自然风干、除杂,研磨后过 200 目筛,排号收集待用。

2.3 土壤理化指标测定

文中所涉指标均在青海省自然地理与环境过程重点实验室中完成,其中土壤粒度分析所用仪器为英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer 2000 型激光粒度仪;土壤碳、氮利用德国 Elementar 公司 Vario EL III 元素分析仪测定;磁化率采用由英国 Bartington

公司生产的 MS-2B 型磁化率仪测量(由于所测得的低频磁化率和高频磁化率,其整体趋势一致,只是低频磁化率值整体高于高频磁化率值,因此这里只选取低频磁化率值和频率磁化率进行对比分析。文中低频磁化率和频率磁化率分别表示为 X_{lf} 和 X_{fd});色度由日本生产的美能达分光色度计测量;pH 值用 pH 计(pHs-3C)进行测试。

3 结果与分析

3.1 草地和耕地土壤物理性质分析

3.1.1 草地和耕地土壤粒度含量分析 通过对草地和耕地粒度组成分析后发现(表 1),草地砂含量(介于 5.62%~12.64%,平均值为 8.98%)明显小于耕地砂含量(介于 9.81%~21.64%,平均值为 15.25%)近一倍之多;而草地粉砂含量(介于 66.42%~73.18%,平均值为 70.8%)大于耕地粉砂含量(介于 60.45%~71.48%,平均值为 66.65%),草地粉砂含量多出 4.15%;草地粘粒含量(介于 17.92%~21.99%,平均值为 20.22%)亦明显大于耕地粘粒含量(介于 16.2%~19.82%,平均值为 18.1%)。此外,通过草地和耕地的“砂组-粉砂组-粘粒组”粒级三角图解(图 2),可以直观看出草地和耕地都属于砂-粉砂级,其中草地粒级整体上较细(绿色区域),以粉砂级为主,耕地粒级分布杂乱且较草地粒级偏粗,有部分样品在砂级 20%~40% 范围内(红色区域),对此区域进一步分析后得知,红色区域内样品为耕地样品中 30cm 以上样品,对于此种现象后文将做出解释。

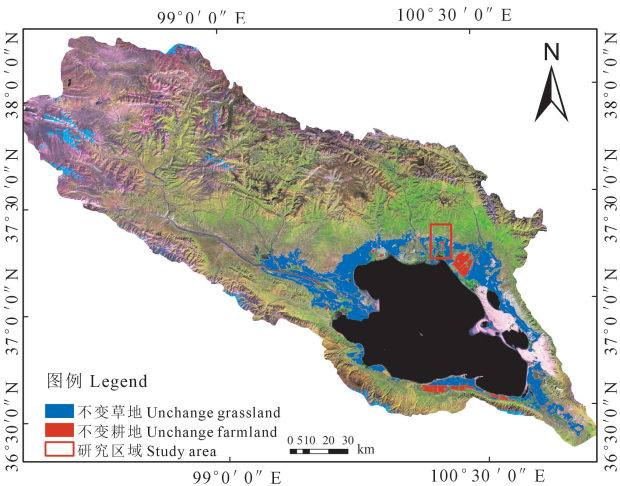


图 1 研究区域示意图
Fig.1 Schematic diagram of study area

表 1 草地和耕地土壤粒度含量变化
Table 1 The soil particle size variation of grassland and farmland

采样点 Sampling site	特征值 Eigenvalue	砂粒 Sand/%	粉砂粒 Silt/(%)	粘粒 Clay/%
草地 Grassland	最大值 Maximum value	12.64	73.81	21.99
	最小值 Minimum value	5.62	66.42	17.92
	平均值 Average value	8.98	70.8	20.22
耕地 Farmland	最大值 Maximum value	21.64	71.48	19.82
	最小值 Minimum value	9.81	60.45	16.2
	平均值 Average value	15.25	66.65	18.1

通过对草地和耕地土壤纵向粒度变化特征可以看出(图 3),耕地在整个剖面深度内砂含量整体上大于草地,在 0~20cm 段,耕地砂含量达到了最大值,20~35cm 段砂含量减小,而 35~60cm 又有增大趋势;草地粉砂含量在整个剖面深度内整体上大于耕地,且以 0~30cm 段为界,界上两者之间差异性最大,而界下两者之间差异不明显;草地粘粒含量在整个剖面深度内也整体上大于耕地,与粉砂含量变化相似同样以 0~30cm 段为界,界上两者之间差异性最大,而界下两者之间差异不明显。

3.1.2 草地和耕地土壤磁化率和色度分析 从表 2 可以看出草地低频磁化率 X_{lf} 介于 $(38.83 \sim 54.73) \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间,平均值为 $46.11 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$,耕地低频磁化率 X_{lf} 介于 $(45.6 \sim 64.2) \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间,平均值为 $54.33 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$,可以看出草地低频磁化率小于耕地;草地频率磁化率 X_{fd} (介于 5%~8.73%,平均值为 7.22%),耕地频率磁化率 X_{fd} (介于 4.64%~8.61%)平均值为 6.96%,同样草地频率磁

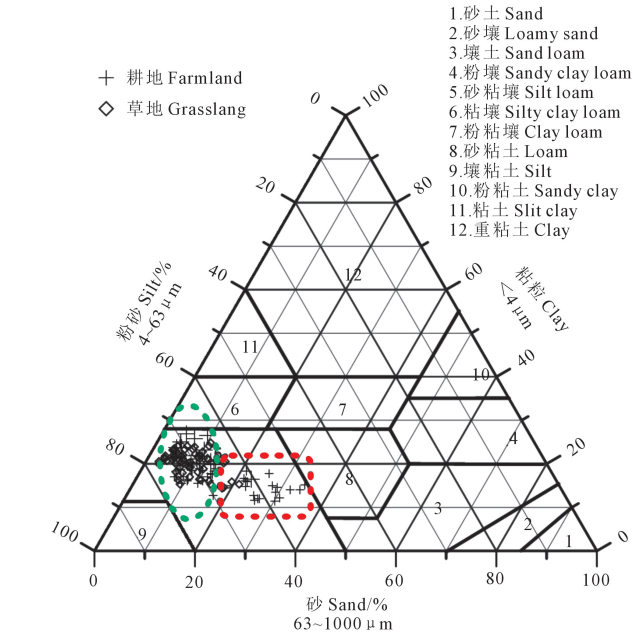


图 2 草地和耕地土壤粒级分布三角图
Fig.2 The triangular diagram of soil particle distribution of grassland and farmland

化率亦小于耕地。草地亮度介于 43.79~50.01 之间,平均值为 47.35,耕地亮度介于 50.02~55.34 之间,平均值为 52.37;草地红度介于 4.79~6.03 之间,平均值为 5.25,耕地红度介于 5.32~6.10 之间,平均值为 5.63;草地黄度介于 13.26~15.53 之间,平均值为 14.02;可以看出耕地的亮度、红度、黄度都大于草地。

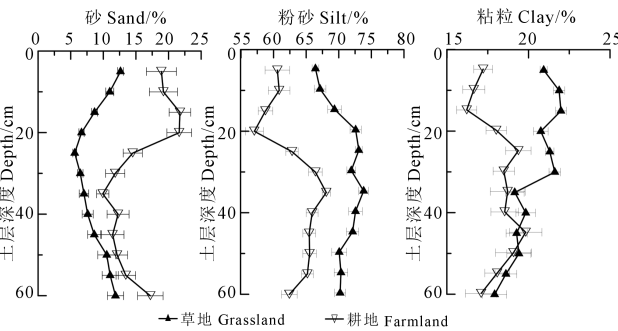


图 3 草地和耕地土壤剖面粒径变化
Fig.3 The particle size profile variation of grassland and farmland

表 2 草地和耕地土壤低频和频率磁化率变化

Table 2 The frequency magnetic susceptibility and soil low frequency of grassland and farmland						
采样点 Sampling site	特征值 Eigenvalue	$X_{lf}/(10^{-8}m^3 \cdot kg^{-1})$	$X_{fd}/\%$	亮度 L^*	红度 a^*	黄度 b^*
草地 Grassland	最大值 Maximum value	54.73	8.73	50.01	6.03	15.53
	最小值 Minimum value	38.83	5	43.79	4.79	13.26
	平均值 Average value	46.11	7.22	47.35	5.25	14.02
耕地 Farmland	最大值 Maximum value	64.2	8.61	55.34	6.1	16.42
	最小值 Minimum value	45.6	4.64	50.02	5.32	14.46
	平均值 Average value	54.33	6.96	52.37	5.63	15.42

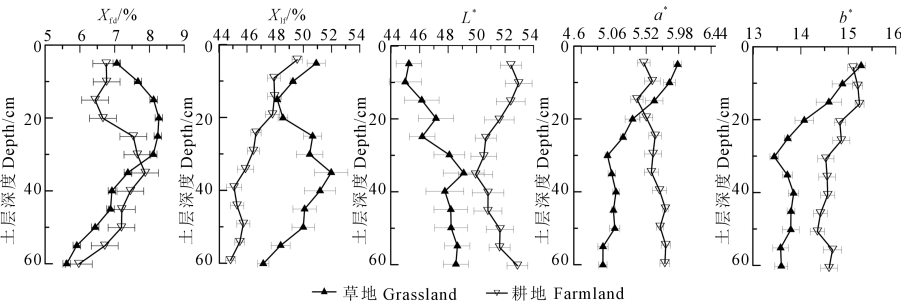


图 4 草地和耕地土壤剖面磁化率及色度变化

Fig.4 The magnetic susceptibility and chroma variation of grassland and farmland profile

3.2 草地和耕地土壤化学性质分析

3.2.1 草地和耕地土壤总碳、全氮分析 土壤碳和氮受区域气候、土壤承载体和人类活动等因素共同作用。从表 3 可以看出草地总碳含量(介于 2.27%~5.07%,平均值为 3.15%),耕地总碳含量(介于 2.39%~3.45%,平均值为 2.82%),两者总碳含量相差 0.33%;草地全氮含量(介于 0.11%~0.44%,平均值为 0.22%),耕地全氮含量(介于 0.09%~0.23%,平均值为 0.15%),两者全碳含量相差 0.06%,可以看出草地总碳和全氮含量都大于耕地。

图 4 是草地与耕地磁化率和色度沿剖面变化趋势。从图中可以看出草地低频磁化率在整个剖面上小于耕地且变幅较小,耕地低频磁化率剖面上变幅较大,局部上 0~20cm 段草地和耕地低频磁化率差异性不大,20~60cm 段耕地低频磁化率值明显大于草地;两者频率磁化率基本以 30cm 为界,界上草地频率磁化率大于耕地,界下两者差异性不大。草地和耕地剖面上的色度纵向变化一致表明(见图 4):两者之间亮度和红度波动较黄度大,此外发现亮度和红度及黄度有相反的变化趋势。草地和耕地的亮度以 35cm 为界,界上草地亮度呈递增趋势,耕地亮度呈递减趋势,界下草地亮度值基本没有太大的变化而耕地则缓慢增加;草地和耕地红度在 15cm 以上基本不变,而在 15cm 以下是缓慢减少的趋势,只不过草地减少的趋势较耕地明显;草地和耕地黄度在整个剖面范围内都是缓慢减少的趋势且减幅较小。

同时从图 5 中看出,草地与耕地的总碳和全氮含量都随着土壤深度的增加而减少,并且二者含量明显高于 30cm 以下土壤而呈现出相同的变化趋势,而总碳和全氮含量以 30cm 为界且界上草地总碳和全氮含量大于耕地,界下则两者差异性较小,草地总碳和全氮含量最大值出现在 0~10cm,耕地总碳和全氮含量最大值出现在 10~20cm 段。另外 C/N 值的大小和土壤有机质分解程度以及氮素的矿化程度呈反比关系^[18],从图 5 中可以看出耕地 C/N 含量自表层至底部整体上大于草地,说明草地

土壤中有机质分解作用、氮素矿化程度都强于耕地,有利于草地中养分提供。

表 3 草地和耕地土壤总碳、全氮含量变化

Table 3 The total carbon and nitrogen content of grassland and farmland				
采样点 Sampling site	特征值 Eigenvalue	C/%	N/%	C/N
草地 Grassland	最大值 Maximum value	5.07	0.44	23.64
	最小值 Minimum value	2.27	0.11	10.55
	平均值 Average value	3.15	0.22	16.66
耕地 Farmland	最大值 Maximum value	3.45	0.23	27.29
	最小值 Minimum value	2.39	0.09	13.92
	平均值 Average value	2.82	0.15	19.4

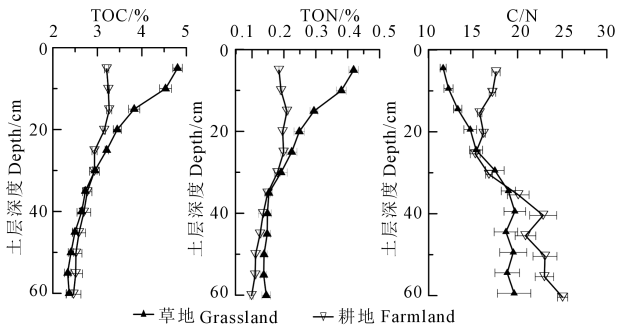


图 5 草地和耕地土壤剖面总碳、全氮含量变化

Fig.5 The total carbon and nitrogen content's variation of grassland and farmland profile

3.2.2 草地和耕地土壤 pH 分析 作为土壤肥力的重要影响因子之一,土壤酸碱性的 大小取决于盐基淋溶和积累的相对强度。从表 4 中可以看出:草地的 pH 值介于 8.11~8.74 之间,平均值为 8.42,耕地的 pH 值介于 8.13~8.58 之间,平均值为 8.38,两者都呈碱性,但整体上草地的 pH 值大于耕地。两者沿剖面的变幅不大,都呈现出先增后减的趋势,但 10~40cm 差异性大,草地的 pH 值明显大于耕地,40cm 开始两者变化不大(图 6)。

4 讨 论

4.1 土地利用模式对土壤性状的影响

环湖区是阻碍西部荒漠化向东扩进的一个天然绿色屏障^[3,4],而环湖区放牧模式与耕作模式是两种最为常见的土地利用方式,那么近些年湖区荒漠化西部日益向东扩张的背景下,哪种土地利用模式更为合理值得细究,但想要客观反映这两种模式的利弊,必须寻求在一定时期内同一母质上发育而成的土壤且两种模式未被扰动过。笔者有幸通过近 30 年该区遥感影像解译在湖区北部发现了该时间段内未发生变动的两类用地,并对两类土地土壤理化性质进行了分析。以本研究对两类土地物理指标分析来看,两类土地经过长时间人类活动影

响,土壤物理性质发生了明显变化。但是,单从上文分析两类土地各理化指标的结果来看,只是看出两者之间各指标的含量大小差异,但要全面反映两者是否存在显著差异,还需进一步检验。卡方检验广泛应用于测量学、天气预报、农业生产中^[19],是一种常用的假设检验方法。基于此,对两类土地各理化指标沿剖面每 5cm 进行差异性检验,其 p-值 (Sig 值)<0.005,说明具有显著性水平,即有显著性差异,说明两类土地在不同土地利用方式下土壤性状确实发生了变化。

表 4 草地和耕地土壤 pH 值变化

Table 4 The pH value variation of grassland and farmland			
采样点 Sampling site	特征值 Eigenvalue	pH 值	
草地 Grassland	最大值 Maximum value	8.74	
	最小值 Minimum value	8.11	
	平均值 Average value	8.42	
耕地 Farmland	最大值 Maximum value	8.58	
	最小值 Minimum value	8.13	
	平均值 Average value	8.38	

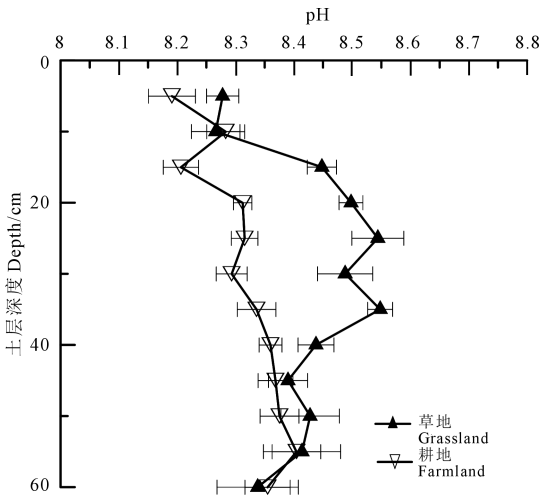


图 6 草地和耕地剖面 pH 变化

Fig.6 The pH value variation of grassland and farmland profile

4.2 草地、耕地土壤物理性质差异性分析

土壤粒度、磁化率、色度作为研究土壤发育程度和土壤环境的代用指标^[20-22],因其测定速度快、反映直观已得到广泛应用,被用来反映全球环境变化和人类活动等综合信息^[23]。对两类土地砂粒、粉粒、粘粒、低频磁化率、频率磁化率、亮度、红度和黄度自剖面 0cm 开始逐层(每 5cm)向下进行差异性检验(表 5),由表可知各指标 p-值 (Sig 值)都远小于 p-值(0.005),即草地和耕地各物理性质自表层至底层都存在显著性差异,说明通过近 30 年人类不同强度的扰动,土壤演替过程发生明显变化。土壤粒级组分产生差异性是由于整个环湖区中该区全年风速最大^[24],加之耕作模式下要进行人为翻耕摺

荒,大风不断吹蚀土壤细颗粒组份,土壤细颗粒组分难以固结在表层而被吹蚀,而放牧模式下草地基本未受人为扰动,不受翻耕影响,风蚀影响小且有植被生长加之牲畜粪便提高土壤肥力,土壤细颗粒经土壤发育作用不易流失,所以两类土地粒级组分差异性明显且粘粒、粉粒组分明显多于耕地土壤。

土壤磁化率可以表征土壤中磁性物质种类和含量,土壤低频磁化率一般与粘粒含量、有机质含量呈负相关,而与粉砂含量呈正相关^[23],所以自然成土过程和人类影响因素是土壤磁化率垂直方向上变化的主要因素,其中耕作模式下土壤低频磁化率整体大于放牧模式土壤,这同样和长期翻耕、漫灌等人类活动密切相关。据刚察县地方志^[25]记载,该区长年种植油菜籽,人工收割后其根系埋藏于地下,需要人为翻耕清除,在此过程中一方面作物根须携带部分土壤细颗粒而流失,一方面还是由于翻耕撂荒后土壤细颗粒组份被风蚀殆尽,而低频磁化率与土壤粘粒含量呈负相关,所以其低频磁化率大于草地,另外每年播种结束后要进行漫灌,这一过程使土壤中铁、钙等磁性物质自表层向下不断迁移、积累、转化,这同样使耕地低频磁化率高;相对于耕地,草地土壤发育过程中受人类活动的影响和强度远低于耕地,基本上以自然成土作用为主,所以草地低频磁化率沿剖面小于耕地。频率磁化率则反映了磁性矿物的相对含量,可以帮助人们了解

土壤中超顺磁性(SP)到稳定单畴(SSD)过程中过渡态颗粒的含量^[23],而且和土壤粘粒含量及有机质含量呈一定的正相关,这就不难解释 30cm 以上草地频率磁化率大于耕地,而 30cm 以下两者差异较小的原因;30cm 以上草地受人为活动影响小,土壤发育程度好,30cm 以下耕地受人类活动影响小而和草地趋同。

土壤色度是土壤最明显的重要特征。一般认为,土壤色度中亮度主要受控于有机质含量和碳酸盐含量,有机质含量越高,土壤亮度越低,碳酸盐含量越高,亮度越高;红度主要受控于赤铁矿含量,赤铁矿含量越高,土壤红度越高;黄度主要受控于针铁矿含量,针铁矿含量越高,土壤黄度越高^[26]。放牧模式下 35cm 以上草地土壤发育程度强,土壤细颗粒含量多,相应的有机质含量就越高,所以 35cm 以上草地土壤亮度值小于耕地且呈递增趋势,同理耕作模式下耕地土壤 35cm 以上土壤受翻耕等因素影响,土壤发育较弱,土壤细颗粒流失,所以相应的有机质含量就低,亮度在此范围内就高,35cm 以下耕地土壤由于人类活动干扰较 35cm 以上土壤层小,所以两类土地亮度开始趋同。红度和黄度指标在整个剖面上皆表现为耕地大于草地,而红度和黄度分别与赤铁矿和针铁矿有关,在没有测出赤铁矿和针铁矿的相关实验分析以前,本研究暂不多做解释,需后期进一步研究和分析。

表 5 草地和耕地土壤物理指标卡方检验

Table 5 The physical indicator chi-square test of grassland and farmland

土地类型及深度 Land type and depth	测试项 Test item	砂 Sand	粉砂 Silt	粘粒 Clay	X_{lr}	X_{fd}	L^*	a^*	b^*
草地、耕地 Grassland ,farmland	Pearson X^2	3223	18128	5060	13233	1870	13156	1399.5	3565.098
	自由度(df)	253	253	253	253	253	253	242	231
	p	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
深度 Depth	各指标每 5cm 进行卡方检验 The physical indicator test by chi-square each 5 cm								

注: p 值;在 0.01 水平(双侧)上显著相关。Note: p value; There has a significant difference at $p<0.01$ (two-tailed).

4.3 草地、耕地土壤化学性质差异性分析

草地和耕地土壤化学性质与物理性质表现出相同的差异性,两类土地总碳、全氮、pH 自剖面 0cm 开始逐层(每 5cm)向下进行差异性检验后(表 6),各指标 p -值(Sig 值)同样等于 0,也远小于 p -值(0.005),说明人类活动同样地改变了土壤的化学性质,使两类土地土壤化学性质明显发生变化。

研究中发现放牧和耕作模式土壤总碳、全氮含量同样以 30cm 为界,而土壤碳、氮含量取决于土壤母质的发育和有机物自身的投入与分解,另外还和温度、水分、地表植物盖度有关,放牧模式下草地受人为干扰小且地表覆盖植被,土壤母质发育程度

强,有更多的有机物进行分解投入再分解的循环过程,加之草地土壤细颗粒较多,就在一定程度上起到很好的固碳、固氮作用,所以草地 30cm 以上土层总碳、全氮含量高;而耕作模式下 30cm 以上土层受到耕种翻耕影响,土壤母质不能很好发育,所以耕地总碳、总氮含量小于草地。两类土地土壤 30cm 以下受人类活动干扰小,所以土壤总碳、全氮含量变化不明显。另外 C/N 值的大小和土壤的有机质分解程度以及氮素的矿化程度呈反比关系^[27-28],耕地的 C/N 值大于草地(表 3),说明耕地土壤中有有机质和氮素的矿化程度高,而草地土壤矿化程度相对较低,因此相比之下,草地更有利于土

壤养分的提供。对于两类土地土壤 pH 值来说,在 10~40cm 两者存在显著性差异,这同样是因为 30cm 以上耕地土壤受人类活动影响严重,而导致土壤细颗粒组分的流失,草地土壤中的 HCO_3^- 和 Na^+ 、 Ca^+ 、 Mg^+ 相结合形成碳酸盐的含量相应也高^[29],所以草地 pH 值大于耕地,40cm 以下耕地受人为活动影响较小,相应的 Na^+ 、 Ca^+ 、 Mg^+ 等离子没有随着细颗粒的流失而流失,所以 40cm 以下两者 pH 值的含量差异小。

表 6 草地和耕地土壤化学指标卡方检验
Table 6 The chemical indicator chi-square test of grassland and farmland

土地类型	测试项	总碳	全氮	pH
Land type	Test item	Total carbon	Total nitrogen	
草地、耕地	Pearson X^2	770	462	1755
Grassland、farmland	自由度 (df)	253	253	209
	p	0.00	0.00	0.00
	各指标每 5cm 进行卡方检验			
深度 Depth	The physical indicator test bychi-square each 5 - centimeter			

注: p 值:在 0.01 水平(双侧)上显著相关。
Note: p value: There has a significant difference at $p<0.01$ (two-tailed).

5 结 论

放牧和耕作模式下,草地和耕地土壤理化性质发生明显变化,不同利用模式下两类土地土壤理化指标差异性明显,且各指标基本以 30cm 土壤为界,界上各理化指标差异性较大,界下差异性较小,另外通过对两类土地土壤每 5cm 自表层向下进行各理化指标差异性检验后发现,放牧模式下草地作为“原生土地”在人类不干扰或活动强度较小的情况下土壤演化将趋于同质性,而耕作模式下耕地作为“扰动土地”在人类活动强度大的情况下,土壤粒径将进一步粗化,土壤总碳和全氮含量明显下降,会加剧荒漠化进程,破坏生态平衡。

参 考 文 献:

[1] 骆成凤,许长军,游浩妍,等. 2000–2010 年青海湖流域草地退化状况时空分析[J]. 生态学报,2013, 33(14): 4450–4459.

[2] 李小雁,许何也,马育军,等. 青海湖流域土地利用/覆被变化研究[J]. 自然资源学报,2008, 23(2): 285–296.

[3] 展秀丽,严平,谭遵泉.基于 GIS 技术的青海湖流域综合整治类型区划分及整治方向[J].地理科学,2015,35(1):122–128.

[4] 杨修,孙芳.环青海湖地区生态环境问题及其治理对策[J].地域研究与开发,2003, 22(2): 39–42.

[5] 刘进琪,王一博,程慧艳.青海湖区生态环境变化及其成因分析[J].干旱区资源与环境,2007, 21(1): 32–37.

[6] 鄂崇毅,曹广超,侯光良,等.青海湖江西沟黄土记录的环境演变[J].海洋地质与第四纪地质,2013,(4):193–200.

[7] 胡梦珺,李森,高尚玉,等.风成沉积物粒度特征及其反映的青海湖周边近 32ka 以来土地沙漠化演变过程[J].中国沙漠,2012, 32(5): 1240–1247.

[8] 沈吉,刘兴起,王苏民,等.晚冰期以来青海湖沉积物多指标高分辨率的古气候演化[J].中国科学: D 辑,2004, 34(6): 582–589.

[9] 刘兴起,童国榜.青海湖 16ka 以来的花粉记录及其古气候古环境演化[J].科学通报,2002, 47(17): 1351–1355.

[10] Vitousek P M, Matson P A, Van Cleve K. Nitrogen availability and nitrification during succession: primary, secondary, and old-field seres[J]. Plant and Soil, 1989, 115(2): 229–239.

[11] 刘国彬,赵允格,许明祥.黄土丘陵区土壤质量评价指标研究[J].应用生态学报,2005, 16(10): 1843–1848.

[12] 吴彦,刘庆,乔永康,等.亚高山针叶林不同恢复阶段群落物种多样性变化及其对土壤理化性质的影响[J].植物生态学报,2001,25(6):648–655.

[13] 李晓东,魏龙,张永超,等.土地利用方式对陇中黄土高原土壤理化性状的影响[J].草业学报,2009, 18(4): 103–110.

[14] 陈超,杨丰,赵丽丽,等.贵州省不同土地利用方式对土壤理化性质及其有效性的影响[J].草地学报,2014, 22(5): 1007–1013.

[15] 张斐,陈克龙,朵海瑞.近 25 年青海湖流域土地利用变化及其生态系统稳定性评价——以刚察县为例[J].青海草业,2009, 18(4): 8–12.

[16] 赵景波,邢闪,马延东.刚察县不同植被类型的土壤水分特征研究[J].水土保持通报,2012,32(1):14–18.

[17] 张金龙,陈英,葛劲松,等.1977—2010 年青海湖环湖区土地利用/覆盖变化与土地资源管理[J].中国沙漠,2013, 33(4): 1256–1266.

[18] 李月梅,曹广明,徐仁海.植物群落生物量和有机碳对高寒草地土地利用变化的响应[J].草业科学,2007,24(6):4–8.

[19] 王宗皓,李麦村.天气预报中的概率统计方法[M].北京:科学出版社,1974,205.

[20] 刘树林,王涛,屈建军.津善达克沙地土地沙漠化过程中土壤粒度与养分变化研究[J].中国沙漠,2008, 28(4):611–616.

[21] 石培宏,杨太保,田庆春,等.靖远黄土—古土壤色度变化特征分析及古气候意义[J].兰州大学学报(自然科学版),2012, 48(2): 15–23.

[22] Thompson R, Bioemedal J, Dearing J A, et al. Environ-mental applications of magnetic measurements[J]. Science, 1980, 207:481–486.

[23] 夏敦虎,陈发虎,马剑英,等.新疆伊犁地区典型黄土磁学特征及其环境意义初探[J].第四纪研究,2010,30(5):902–910.

[24] 姜莹莹,鄂崇毅,侯光良,等.青藏高原东北部地面风时空分布特征研究[J].青海师范大学(自然科学版),2015,1:62–70.

[25] 刚察县志编纂委员会.刚察县志[M].西安:陕西人民出版社,1997: 159.

[26] 丁敏,庞奖励,黄春长,等.全新世黄土—古土壤序列色度特征及气候意义——以关中平原西部梁村剖面为例[J].陕西师范大学学报:自然科学版,2010,38(5): 92–97.

[27] Parton W J, Stewart J W B, Cole C V. Dynamics of C, N, P and S in grassland soils: a model[J]. Biogeochemistry, 1988, 5(1): 109–131.

[28] 张春华,王宗明,居为民,等.松嫩平原玉米带土壤碳氮比的时空变异特征[J].环境科学,2011, 32(5): 1407–1414.

[29] 邓玉龙,张乃明.设施土壤 pH 值与有机质演变特征研究[J].生态环境,2006, 15(2): 367–370.