

黄土丘陵沟壑区第一副区山坡农地 土壤肥力与生产力状况分析*

王百群 王占礼

中国科学院
(水土保持研究所 陕西杨陵 712100)
水利部

摘要 根据调查研究,分析了黄土丘陵第一副区山坡地土壤肥力与生产力状况及其影响因素,表明由于长期土壤侵蚀的影响,该区山坡地土壤的有机质、全氮和碱解氮含量低,虽然全磷和全钾含量相对较丰富,但其有效性不高,土壤水分条件差且多变,土壤肥力贫瘠。严重的水土流失、干旱和土壤肥力低下是导致该区山坡地生产力低下的主要因素,因此,采取水土保持耕作技术,控制水土流失和合理增加肥料投入是提高山坡地土壤肥力和生产力的重要途径。

关键词 土壤肥力 生产力 山坡地 黄丘一副区

Analysis on Soil Fertility and Productivity of Hillside Fields in the First Sub-region of Loess Hilly Region

Wang Baiqun Wang Zhanli

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources Yanling Shaanxi 712100)

Abstract The status of soil fertility and productivity of the hillside fields in the first sub-region of the loess hilly region has been analyzed in this paper on the basis of the investigation and research. The factors affecting the soil fertility and productivity of the hillside fields have also been probed. The contents of soil organic matter, total nitrogen and available nitrogen were lower in the hillside fields. Although the content of soil total phosphorous and potassium is high, their availability is not higher. The soil moisture condition is poor and readily various. These features show that the soil fertility is barren due to the long-term soil erosion in this zone. The severe soil and water loss and drought as well as infertile soil are the dominant reasons to result in the lower productivity of the hillside fields. In order to raise the productivity in the hillside fields, some measures, including conservation-oriented cultivation technique,

收稿日期:1998-9-15

黄委会水土保持科学研究基金(95-04-01)和国家“九五”科技攻关(95-004-05-12)资助课题。

control of soil and water and input of fertilizer, should be taken in the farming practice.

Key words soil fertility productivity hillside fields the first sub-region of loess region

黄土高原地区沟壑纵横、地形支离破碎,山坡地分布广泛。据有关统计资料,该区山坡地面积占到总耕地面积的 80%以上,陡坡面积有 175.06 万 hm^2 ,极陡坡面积有 129.59 万 hm^2 , 25° 以上的陡坡或极陡坡地占到总土地面积的 50%以上。在整个黄土高原地区的 0.19 亿 hm^2 农耕地中,坡耕地面积占到总耕地面积的 41.6%。山坡地土壤主要是黄绵土,土质疏松、抗蚀抗冲性差、土壤侵蚀剧烈,水土流失严重。土壤侵蚀模数达到 $15\,000\sim 20\,000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,损失径流 $450\text{m}^3/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$;旱坡地每年每公顷损失氮量为 $15\sim 79.5\text{kg}$,最高为 194.0kg 。黄土丘陵一副区,地层以离石黄土和马兰黄土覆盖于基岩之上,沟谷充分发育,年均降水量为 $400\sim 550\text{mm}$,且 60%以上的降水集中在 6~9 月份,降水不均,暴雨较多,水环境多变,严重的土壤侵蚀和旱涝灾害是限制山坡地生产力的主要限制因素。然而山坡地又是该区主要的耕地,其生产力状况与当地农业和农村经济的持续发展有着密切的关系,所以研究如何提高山坡地生产力具有重要的现实意义。着重分析了山坡地土壤肥力与生产力状况,为进一步提出提高山坡地生产力的措施提供基础依据。

1 山坡地土壤的肥力状况

土壤肥力是指土壤能够协调供应植物生长发育所需的水、肥、气、热等各种因素,保障植物形成一定数量产品的能力^[1]。所以,土壤的养分状况、水分条件及理化性质是土壤肥力的重要标志,而且与土壤的生产力有直接的关系。这里从以下几方面对黄土丘陵一副区山坡地的土壤肥力状况进行分析。

1.1 山坡地土壤的基本性质

如前所述,该区山坡地土壤是以黄绵土为主。黄绵土是在黄土母质上经耕种、侵蚀、耕种熟化和疏林草地下形成的一种非地带性幼年土壤,基本性质与黄土母质相似。黄绵土的颗粒组成以 $0.05\sim 0.001\text{mm}$ 的粉粒为主,土体深厚疏松,孔隙在 50%以上,土壤容重为 $1.25\sim 1.30\text{g}/\text{cm}^3$ 。陕北丘陵区中部的黄绵土中,沙粒占 20%,黏粒占 14%,土质疏松易耕,属热性土,土壤阳离子代换量低,保肥能力差。黄绵土的持水能力与土壤质地的粗细密切相关,黄绵土的田间持水量为 13%~21%,凋萎湿度为 4%~7%,其中陕北丘陵中部轻壤质黄绵土田间持水量为 16.0%,有效含水量为 10.1%,保水能力弱。黄绵土的矿物成份有:石英、长石、云母、角闪石、绿泥石、褐铁矿、绿帘石、电石、锆石、白钛石、磷灰石等 20 多种以上,长石、石英类矿物占 65%~90%,云母和碳酸盐矿物占 5%~10%,其他不稳定矿物和重矿物占 0.1%~0.5%,黄绵土矿物营养元素贮量相对较丰富,黄绵土的 pH 为 $8.0\sim 8.5$,属石灰性土壤。

1.2 山坡地土壤的有机质状况

土壤有机质水平及其组成是表征土壤基础肥力状况的重要标志。根据调查和测定结果,黄土丘陵一副区山坡地土壤有机质含量多在 0.5%左右,属低下水平。有机质含量与生物培肥和人工培肥有密切关系,山坡农地土壤有机质含量低的原因,一方面是由于严重的土壤侵蚀造成坡面土壤有机质流失;另一方面由于山坡地施肥难度大,劳动强度大,有机肥的施用量很少,施用有机肥增加的有机质低于有机质的矿化量,有机质难以累积,出现有机质亏缺。土壤有机质包括腐殖质和非腐殖质两部分,一般腐殖质是土壤有机质的主要成份。腐殖质的组成有:胡敏酸、富里酸和胡敏素,这 3 种成份含量的相对比例又可以反映腐殖质的特征(表 1)。

表 1 黄丘一副区坡地黄绵土有机质腐殖质特性^[2]

采样点	采样深度 (cm)	总碳(%)	有机质(%)	胡敏酸		富里酸		渣碳 (%)	胡富比
				占土重(%)	占总碳(%)	占土重(%)	占总碳(%)		
绥德	0~20	0.230	0.397	0.020 6	8.95	0.033 2	14.42	69.96	0.621
张岭	20~55	0.165	0.282	0.005 8	3.53	0.019 4	11.76	79.44	0.300
米脂 泉家沟	0~20	0.187	0.324	0.011 1	5.88	0.029 6	15.83	78.25	0.374
	20~50	0.120	0.207	0.001 4	1.17	0.014 6	12.17	86.67	0.096
	50~75	0.121	0.209	0.001 6	1.32	0.015 5	12.81	85.88	0.103

由表 1 中可以看出,黄绵土腐殖质中以富里酸占优势,残渣胡敏素占的比例很大。据陕西省黄土高原治理所对黄绵土中腐殖酸的组分测定结果,胡敏酸与富里酸的比值多在 0.3~0.6 之间,部分在 0.3 以下。表明该区由于严重的水土流失和干旱导致了土壤有机质的组成发生变化,土壤腐殖质分子结构简单,胡敏酸分子聚合度变小,生物活性降低,所以基础肥力低下。

1.3 山坡农地土壤养分状况

根据对黄土丘陵一副区山坡地土壤养分全量和速效含量的测定和调查结果(表 2)。土壤全氮含量为 0.03%~0.05%,有效氮含量为 $20\times 10^{-6}\sim 30\times 10^{-6}$,属于低含量水平。全磷含量为 0.10%~0.14%,属于中等水平,但磷的有效性差,速效磷的含量仅为 $3\times 10^{-6}\sim 5\times 10^{-6}$,属低水平。全钾含量为 2.0%~2.5%,有效钾含量为 $90\times 10^{-6}\sim 100\times 10^{-6}$,属中等水平。如前述及,虽然矿质养分,如磷和钾总贮量相对较多,但其有效性不高,所以山坡农地土壤养分状况为缺氮,磷、钾有效性不高。

表 2 黄土丘陵区 0~20cm 土层土壤养分^[2]

采样点	土地类型	全氮(%)	全磷(%)	全钾(%)	碱解氮 ($\times 10^{-6}$)	有效磷 ($\times 10^{-6}$)	速效钾 ($\times 10^{-6}$)
离石	坡地	0.043	0.128		20.2	5.0	113.0
	梯田	0.066	0.147		35.4	10.5	133.8
米脂	阴坡	0.034	0.121	1.70	34.0	4.7	109
	阳坡	0.034	0.121	1.64	28.4	3.5	121
	新梯田	0.028	0.128	1.92	24.4	4.1	78.7

1.4 山坡地土壤的水分条件

黄土丘陵区的山坡地,在降雨强度大时,易发生超渗产流,引起水分流失,因此与水平梯田相比,梯田土壤的含水量大于坡地土壤的含水量(表 3)。坡地土壤含水量在坡的不同部位分异明显,一般表现为坡中土壤含水量优于坡顶和坡脚的含水量^[3]。根据安塞试区的研究结果,在沟间地的崩坡上,崩顶由于蒸发强烈,其土壤含水量低于崩坡土壤含水量(表 4)。坡地和水平梯田土壤的含水量还受降水年型的影响,根据绥德水保站的测定结果,正常降水年份梯田水分优于坡地,而干旱年份梯田水分低于坡地。

1.5 荒坡地土壤肥力状况

根据中科院水保所对荒山坡地土壤肥力的测定结果(表 5)与山坡农地相比,荒坡地土壤的有机质、全氮、速效氮水平优于山坡农地,而磷、钾养分的全量与山坡农地的相差较小。表明山坡荒草地由生物的培肥作用,主要增加土壤有机质和全氮的贮量。

综上所述,山坡地黄绵土抗蚀性差,土壤养分易于流失,属于有机质缺乏,缺氮,磷钾有效性不高的贫瘠土壤。

表 3 不同时期坡地、梯田土壤水分含量对比(干土重%)

土层深度(cm)	0~15	15~30	30~50	50~70	70~100	平均	梯田高于坡地(%)
干 坡地	2.05	6.30	6.28	8.03	8.66	6.26	3.20
旱 梯田	2.77	7.99	9.22	10.71	10.61	8.26	
雨 坡地	10.82	11.43	11.50	11.27	10.62	11.13	19.9
后 梯田	14.03	14.21	13.22	12.69	12.05	13.34	
年均 坡地	5.76	9.27	9.19	9.41	9.34	8.59	30.5
梯田	9.79	12.05	11.34	11.61	11.25	11.21	

注:根据绥德水保站资料整理。

表 4 崩顶、崩坡土壤含水量的比较(干土重%)

土层深度(cm)	0~50	50~100	100~150	150~200	平 均
崩 顶	10.9	12.6	13.3	13.4	12.5
崩 坡	13.2	14.7	15.2	15.9	14.8

注:测定地点为安塞。

表 5 黄土丘陵区荒坡草地土壤肥力状况

有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	碱解氮 ($\times 10^{-6}$)	速效磷 ($\times 10^{-6}$)	速效钾 ($\times 10^{-6}$)
2.0 \pm 0.94	0.09 \pm 0.027	0.127 \pm 0.30	2.11 \pm 0.20	64.9 \pm 21.1	6.7 \pm 2.2	127 \pm 43.3

2 山坡地的生产力状况及其影响因素

由于山坡地土壤肥力低下,而且常遭受土壤侵蚀和干旱的影响,因此山坡地的现状生产力较低,但是由于黄土丘陵一副区的光热资源丰富,山坡地生产潜力大。根据统计资料,目前,每公顷山坡农地粮食产量平均为 600kg 左右,梯田每公顷产量为 1 500kg,山坡地产量还不到梯田产量的一半。山坡地的土壤水分利用效率仅为 0.1~0.2kg/mm,肥料利用率仅为 10%~20%。另据推算,该区几种作物的气候潜力和水分利用效率为:玉米 9 540kg/hm²,水分利用效率为 1.41kg/mm,谷子 9 960kg/hm²,水分利用效率为 1.47kg/mm。所以山坡农地具有很大的生产潜力可挖。影响山坡农地生产力的因素主要有以下几点:

- (1)水土流失。根据对黄委会绥德水保站 7a 调查资料的分析结果表明,山坡农地的产量与当年汛期的产流性降水呈线性负相关关系($r = -0.77$)。出现这种负相关的原因可能是由于产流性降水的增加,加剧了土壤水分和养分的流失,土壤侵蚀作用破坏了作物生长条件,如由于侵蚀沟的出现,可能使作物倒伏或根系暴露等,从而导致作物减产,所以产流性降水是一种灾害性降水。
- (2)降水年型。根据黄委会绥德水保站的调查试验结果。丰水年(非涝年),坡地产量比旱年产量高出 1 倍多。

表 6 产流性降水对坡地产量的影响

年份	汛期降水(mm)	产流性降水(mm)	坡地产量(kg/hm ²)
1980	279.8	210.3	525
1981	399.4	310.1	510
1982	306.9	203.6	525
1983	283.5	152.0	525
1984	268.5	154.2	525
1985	433.5	310.2	225
1986	221.9	115.8	645
平均	313.4	208.0	492

表 7 不同降水年份对坡地产量的影响 kg/hm²

降水年型	吴家畔	
	梯田	坡地
丰水年	1 380	1 260
平水年	1 150	798
旱 年	325	603

3 结 语

黄土丘陵一副区水土流失严重,导致山坡耕地土壤肥力退化,土壤生产力低下,但是该区山坡耕地资源丰富,生产潜力较大,因此,应采取有效的水土保持措施,防止山坡耕地水肥流失,培肥土壤,改善山坡地生态条件,合理增加肥料投入,进一步提高山坡耕地的生产力。

参考文献

1 彭琳. 旱地土壤培肥原理与实践. 山西农业科学, 1990(5)

2 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价. 北京: 科学出版社, 1992

3 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式. 北京: 中国水利电力出版社, 1997

4 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用. 北京: 中国科学技术出版社, 1991

5 陕西省黄土高原治理研究所. 黄土高原开发治理研究. 西安: 陕西科学技术出版社, 1990



(上接第 30 页)

标志着我国黄土高原综合治理进入新的发展阶级。会议对我国的母亲河——黄河断流与水资源分配、黄河泥沙沉积与水土保持关系、生态农业与区域粮食自给及社会经济可持续发展、节水灌溉与旱作农业, 荒漠化治理、区域资源优势与产业开发等问题进行了理论与实践方面的探讨。特别是围绕江泽民总书记关于“经过一代一代人长期地持续奋斗。再造一个山川秀美的西北地区”的指示精神, 从战略高度提出统一认识, 强化管理和协调, 加强黄土高原综合治理的重要性、必要性和紧迫性观念, 确立了 21 世纪黄土高原综合治理与农业可持续发展的科技攻关难点、科技成果转化的组织管理与开发形式以及农户经营的义务与责任等三个层次处理与协调原则。形成了一份会议纪要。

会议在充分肯定我国黄土高原综合治理与开发取得成绩的同时, 针对晋、陕、蒙、甘、宁、青、豫等省区干旱缺水、生态环境恶化、水土流失严重、经济发展滞后、科技投入不足、管理协调不力等实际问题, 向党和国家政府提出了将黄土高原综合治理列入我国 21 世纪中长期国民经济建设和社会发展规划, 按区域组织联合攻关。对黄土高原实施分类分区指导、总结推广行之有效的治理开发模式, 制定并颁布“黄土高原综合治理实施条例, 制定优惠政策, 成立由国家有关部门领导和著名专家、院士为主组成的黄土高原综合治理协调与决策机构等建议, 并对此次会议的纪要与建议进行了讨论和修改补充, 由中国一院五学会联合上报。

会议取得了完满的成功。

(杨建设 供稿)