

水土流失造成的土壤肥力退化及其逆转途径

李鼎新 汪美玲 徐建荣

(中国科学院西北水土保持研究所)

提 要

黄土高原地区水土流失对土壤肥力退化的影响,主要表现在农林牧生态功能失调,土壤资源遭到破坏,非地带性土壤取代地带性土壤,资源恶化;土壤物质循环受到损坏,大量养分流失,产投比失调,土壤素质下降,由此诱发干旱和贫瘠。逆转途径是:1、合理利用土地,建立农林牧综合体的保护性农业,促进良性循环;2、加快治坡,改善农业生产条件,建立高产农田;3、增加有机和无机物质投入,强化物质循环的效能,建立良性生态农业的物质循环体系。

黄土地区的国土资源,在我国国民经济中占有重要的地位。它不仅地域宽阔,而且自然资源丰富,对西北经济区的开发起关键性的作用。

这个地区最突出的矛盾是水土流失严重,它不仅导致生态环境恶化,干旱和地力下降,农林牧业全面衰退,而且给人类的生产生活带来严重的威胁。因此,黄土地区的水土流失问题,引起人们的普遍关注和疑虑。根据联合国环境署的估计,全世界每年损失的可利用的耕地约为500—700万公顷,到本世纪末可能上升到1,000万公顷,其中占世界粮食生产一半的,包括我国和美、苏、印等国,每年损失表土达132亿吨,印度流失表土约60亿吨,澳大利亚约1/3的国土遭受侵蚀的危害,人类面临危及生存的严峻挑战。

现根据1986—1987年在黄土地区对土壤养分资源和存在的问题进行考察的基础上,参考有关资料,着重研究分析水土流失对土壤肥力和生态的影响,为采取相应的对策,合理利用国土资源,建立良性的生态环境提供依据。

一、水土流失概况及对土壤肥力的影响

(一) 水土流失的概况。黄土地区水土流失面积约43万平方公里,其中严重流失的面积为28万平方公里,占我国水土流失面积的28.07%,占黄土高原总面积74.0%。这里约有50%的地区侵蚀量超过5,000吨/平方公里,最严重的地区达2—3万吨/平方公里,陕北、晋西和陇中部分地区高达4万吨/平方公里(陈永宗、景可:“黄土高原国土整治中几个问题探讨”)。为了阐明黄土高原不同地区水土流失的现状,我们收集了黄河各干支流站有关泥沙的观测资料,见表1。

从表1资料可知,除湟水、祖厉河、洮河、泾河和汾河各干支流的土壤侵蚀模数相对较低外,其它的,如皇甫川、窟野河等流域,土壤侵蚀模数均超过1万吨/平方公里,佳芦河最大,高达3

表 1

黄河各主干支流多年平均侵蚀模数和冲沙量

河流名称	年 限	统计年	测 站	含沙量 公斤/立方米	侵蚀模数 吨/平方公里	冲沙量 (吨/公里)	冲 深 (厘米)
汾 河	1924—1970	46	河 津	28.5	1,130	11.30	0.10
皇甫川	1953—1970	18	皇 甫	296.0	19,000	190.00	1.73
窟野河	1953—1970	18	温家川	174.0	15,700	157.00	1.42
佳芦河	1957—1970	14	中家湾	311.0	30,700	307.00	2.79
无定河	1956—1970	15	川 口	133.0	7,030	70.30	0.64
大理河	1935—1970	35	绥 德	344.3	16,300	163.00	1.48
清涧河	1954—1970	17	延 川	314.0	14,000	140.00	1.27
延 河	1952—1970	18	甘 谷	255.0	10,200	102.00	0.93
泾 河	1932—1970	37	张家山	177.0	6,860	68.60	0.62
渭 河	1934—1970	36	咸 阳	31.0	3,830	38.30	0.34
洮 河	1944—1970	26	红 旗	5.6	1,160	11.60	0.11
祖厉河	1982	1	会 宁	304.0	2,210	22.10	0.20
湟 水	1940—1970	33	民 和	11.4	1,340	13.40	0.12

万吨/平方公里。黄河各干支流域产沙的来源、方式和悬移物颗粒大小尽管不同,但流经三门峡的16亿吨的泥沙中,我们可以作一粗略的估计,如其中约50—60%的泥沙来自沟谷部分,那么余下的则来自丘陵坡地和塬面。按这个数字推算,黄河流域每年损失的表土达6.4—8.0亿吨,折合损失农耕地约40—48万公顷。

(二) 水土流失对土壤和肥力的影响。水土流失危害的外在形态是切割地面,破坏了耕地。根据对延河支流调查的资料表明,杏子河流域地面切割度为55.4%,沟道密度为5—6公里/平方公里,特别严重的地区,土层瘠薄,红土和基岩出露,土壤沙化和岩性化。

1、地带性土壤遭到破坏,岩性土取代了地带性土壤。黄土地区面积广大,生物和气候存在着明显的差异,土壤类型多样,代表性土壤有塬土、黑垆土、栗钙土和灰钙土等。除了塬区阶地和盆地外,凡低山和黄土丘陵区,由于严重的水土流失,大量的表土流失殆尽,尤其是半干旱地区,黑垆土剖面残存无几。据调查资料表明,保存完整剖面的黑垆土,腐殖质层厚约50—100厘米,有机质约1.64%。这说明,本区在历史上曾是植被茂密,牛羊成群,土地肥沃之地;如今岩性土取代了黑垆土,成为本区代表性土壤,生态环境恶化。表2是我们在陕北杏子流域对黑垆土调查的资料。

表2资料表明,由于水土流失,流域内地带性黑垆土表层变薄,土壤向岩性化方向演化。现在保留较完整的黑垆土的面积仅有401.26公顷,占全流域地带性土壤总面积的0.23%;岩性土为13.6万公顷,占地带性土壤的99.71%。

从宏观分析可以看出,杏子河流域黑垆土资源减少,岩性土增多,这一事实清楚地表明,当地的地带性土壤资源遭到破坏,自然肥力退化,而且残留的黑垆土、岩性土类,在目前粗放种植的制度下,土壤资源仍在继续遭受水土流失的危害。

2、农业生态系统恶性循环,土壤肥力严重退化。实践证明,在自然生态体系遭到破坏之后,重新建立高效人工生态体系,是件十分困难而艰巨的任务。目前,开展植树造林,改善生

表 2

杏子河流域黑垆土现状

土壤名称	侵蚀程度	肥力水平	面积 (公顷)	占%
黑 垆 土	轻 度	上	80.54	0.05
	中 度	中	299.72	0.22
	强 度	低	21.11	0.02
黄绵土	极 强 度	低	90,311.27	66.33
硬黄土	极 强 度	低	23,318.38	17.13
红胶土	极 强 度	低	22,126.26	16.25
岩性土合计			138,755.91	99.71

态, 调节生态功能做了一定的工作。但是, 新建立的生态系统十分脆弱, 而且自然生态系统还在不断的破坏, 大面积土地资源还在滥垦, 未受到保护, 很多地区的土壤—生态系统还处于恶性循环之中, 水土流失日益严重; 加之种植内部结构不合理, 用养比例失调, 使土壤养分素质下降。岩成土养分的含量见表 3。

表 3

黄土地区岩性土养分含量

土壤类型	地点	统计数	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	速氮 (mg/100g)	速磷 (ppm)
黄 绵 土	陕西靖边	26	0.64	0.054	0.112	3.6	1.0
	陕西志丹	30	0.62	0.052	0.123	3.6	2.0
	陕西安塞	35	0.48	0.034	0.132	1.0	2.3
硬黄土	陕西安塞	30	0.61	0.038	0.114	2.1	2.0
红胶土	陕西安塞	15	0.53	0.042	0.120	2.5	2.0
黄 绵 土	甘肃庆阳	10	0.83	0.058	0.128	—	3.0
	甘肃庆阳	15	0.79	0.046	0.122	—	3.1
	甘肃庆阳	20	0.59	0.037	0.134	—	2.0
淡栗钙土	内蒙东胜	5	0.48	0.035	—	—	2.0
紫色粗骨土	内蒙准旗	10	0.40	0.031	—	3.1	1.6
绵沙土	陕西府谷	15	0.41	0.019	—	2.8	4.6
流动风沙土	内蒙准旗	20	0.22	0.006	—	1.8	1.8
固定风沙土	内蒙准旗	15	0.59	0.027	—	2.2	3.9
黄绵土	山西临县	10	0.06	0.050	0.132	—	2.0
栗钙土	山西右玉	5	0.50	0.039	0.098	—	—

从表 3 资料可知,新成的黄土类土壤,不论养分的总储量或有效养分的含量,都接近母质的含量水平,尤其是土壤有机质和全氮,呈明显的下降趋势。这些都和土壤侵蚀程度密切相关。随着土壤侵蚀的加剧,土壤养分呈由高到低的变化趋势。

我们选择黄土高原水土流失典型区 4 处,分别对土壤养分的含量进行了统计(表 4)。从统计中可以看出,区域土壤侵蚀特征和土壤养分的关系。

表 4 水土流失典型地区土壤养分的含量

侵蚀类型区	代表县份	有机质 (%)		全氮 (%)		有效磷 (ppm)	
		>1.5% 占耕地%	<1.0% 占耕地%	>0.15% 占耕地%	<0.1% 占耕地%	>10 占耕地%	<5 占耕地%
陇东高原	庆 阳	0.4	65.5	4.1	50.7	2.9	44.2
	平 凉	3.1	56.3	4.4	60.5	8.1	62.4
	合 水	2.5	62.8	2.7	64.3	8.5	45.9
陇中丘陵区	定 西	0.5	70.5	6.0	68.3	3.0	68.5
	会 宁	2.1	80.4	5.6	76.2	6.0	78.4
	靖 远	9.6	67.5	8.4	75.4	5.5	80.2
晋西陕北丘陵区	临 县	3.6	80.5	1.8	80.4	6.4	70.5
	离 石	6.4	70.6	0.6	97.1	23.5	66.2
	方 山	2.1	94.8	1.4	93.5	6.3	48.2
	安 塞	0.6	84.3	0.4	79.5	3.6	75.1
海东地区	循 化	29.6	13.2	18.6	23.3	65.5	13.6
	大 通	40.2	4.7			5.9	77.3

从表 4 资料可知,不同区域土壤侵蚀的强弱和土壤养分的含量密切相关。陇东高原和陇中丘陵区水土流失严重,用养失调,土壤肥力下降。土壤有机质小于 1.0% 的占耕地 60% 左右,全氮小于 0.1% 的占 60—75%;有效养分更低。尤以陕北和晋西黄土丘陵区,土壤侵蚀严重,岩性土取代了地带性黑垆土,土壤素质明显下降。而海东地区,相对来说,除丘陵区外,一般中高山区植被覆盖较好,侵蚀轻微,仍以地带性土壤为主,土壤素质较好。

3、土壤养分源源外流,农田生态系统物质循环遭到破坏。水土流失使大量的养分进入各干支流,汇入黄河,淤积河床,损失了大量养分和肥力。据有关资料报道,黄河中上游地区每年流失氮磷钾的数量,约相当于 1983 年我国化肥生产的总量,高于美国七十年代初期全国化肥使用量的两倍。因之,农田生态系统物质循环处于恶性状态,土壤资源质量变劣。表 5 是黄河各干支流的泥沙养分含量。

从表 5 资料可知,黄河各干支流泥沙的养分含量和各流域内土壤养分的含量密切相关,即土壤养分含量高的,流失的养分含量也高。泥沙养分流失量最为严重的为土壤侵蚀模数小的渭河,依次为延河>大理河>祖厉河>其它支流。延河和大理河泥沙养分的含重,高于黄绵土和黑垆土养分的均值。延河泥沙的养分接近塋土养分含量,渭河则高于塋土的均值,尤其有效养分达到丰富的程度。表 5 资料还表明,各干支流土壤侵蚀模数越大,河流泥沙流失量也大,养分损失的总量也

表 5

黄河各干支流泥沙的营养含量

水系名称	测 站	有 机 质 (%)	全 氮 (%)	全 磷 (%)	速 效 氮 (mg/100g)	速 效 磷 (ppm)
皇甫川	皇 甫	0.0713	—	0.1409	2.61	2.3
窟野河	温家川	0.0466	—	—	1.40	4.0
无定河	川 口	0.1746	—	0.1253	3.10	4.3
大理河	绥 德	0.6642	—	0.1124	7.87	16.6
延 河	甘谷驿	0.9413	—	0.1134	8.68	32.6
洛 河	交 口	0.2469	—	0.0994	2.06	12.8
渭 河	咸 阳	1.0475	—	0.1328	8.31	41.2
祖厉河	靖 远	0.5250	0.0351	0.1317	4.42	4.5
湫 水	乐 都	0.2528	0.0143	0.1202	0.37	0.9

越多。相反，渭河土壤侵蚀模数虽然小，泥沙量不大，但养分的损失却十分严重。

二、水土流失对生态和农业的影响

农林牧业的生产依赖于土壤中的物质基础，当土壤肥力下降后，生态环境变坏，诱发干旱风沙，导致农林牧业减产。表 6 是杏子河流域不同侵蚀土壤上小麦产量调查的资料。

表 6

不同侵蚀程度黄绵土小麦的产量

土地类型	坡 度	侵蚀度	有机质 (%)	全 氮 (%)	碱 氮 (ppm)	速效磷 (ppm)	产 量 (公斤/ 公顷)	%
旱梯田	<3°	无	0.48	0.047	50	4.0	495.0	100.0
缓坡地	3—12°	轻 度	0.46	0.032	40	3.9	397.5	80.3
坡 地	12—25°	中 度	0.35	0.030	35	2.0	315.0	63.6
坡 地	25—35°	强 度	0.32	0.027	35	1.0	144.0	36.3
沟坡地	>35°	极强度	0.31	0.025	30	痕	112.5	22.7

从表 6 资料可知，岩性黄绵土养分总储量低，尤以有效养分更低；加之干旱，农作物产量水平徘徊在每公顷 100—400 公斤左右。并且，随着土壤侵蚀的加剧，土壤肥力退化日益严重，农作物每公顷只有约 100 公斤的水平；如以梯田小麦产量为 100%，则坡地或沟坡地只有梯田产量的 22.7—36.3%。

调查资料还表明，该流域的上游地区多年粮食平均每公顷产量低于 750 公斤，出现的频率为 100%；中游地区粮食低产和极低产出现的频率为 80%；下游地区历年单产为正常频率的 81.1—93.8%，但仍为低产区。

从表 7 资料可知，水土流失与作物生物量关系密切，坡度大，冲刷量也大，而生物总量就越小。如以 5° 坡地上的侵蚀量和生物量与 17° 坡地比，前者增加 5.6 倍，后者降低了 22.2%。

随着水土流失加剧，干旱灾害更加频繁。宁夏固原县 1951—1973 年严重干旱上升到 4.6 年一

表 7

水土流失与农作物生物量的关系 (天水站)

坡度	坡长 (米)	坡向	土壤	作物	施肥量 (公斤/ 公顷)	降雨量 (毫米)	径流量 (立方米/ 平方公里)	侵蚀量 (吨/平方 公里)	生物总量 (公斤/公顷)
5°	20	SE	黄土	冬小麦和荞麦	675	486.4	19,310.2	708.8	8,631.0
8°	20	NW	黄土	冬小麦和荞麦	675	486.4	16,720.8	2,302.0	7,780.5
14°	20	NW	黄土	冬小麦和荞麦	675	486.4	16,706.3	2,741.2	68,340.0
17°	20	NW	黄土	冬小麦和荞麦	675	486.4	18,256.2	3,935.4	6,721.5

注：1946、1947、1949、1952、1953共5年平均值。

次，陕北1629年到1949年发生干旱131次，平均每2.5年一次，1950年以来上升为2年一次。在以粮食生产为主的单一经营条件下，生态条件恶化，水土流失愈严重，人民生活贫困，交通、文教事业无力发展，产生愈穷愈开垦，愈开垦愈流失，愈流失愈穷的恶性循环。

三、土壤肥力退化因素的分析

(一) 农林牧业生态体系功能失控，土壤和养分大量流失。目前，黄河流域的土地利用和种植现状，破坏了生态平衡。据调查资料表明，黄土高原水土流失严重地区，农地面积占总土地面积的41.8%，林地占7.6%，畜牧地占34.2%；如按可利用土地计，农地高达50%，农林牧之比为5.5：1：4.5。农地面积大，林牧业受到挤压，导致乱开荒。根据在陕北杏子河排来沟和寺沟等两条沟的调查资料，乱开荒占沟坡地总面积（55.1公顷）的27%和（85.3公顷）的26%。乱开荒和粗放经营，加速表土和养分流失。根据西峰、天水、延安、离石等4个站自1954—1963年9年间农地测试小区泥沙观测的资料，并根据土壤含氮量（%）分别计算出氮的流失量（公斤/公顷）。西峰站年流失的氮量为6.38公斤/公顷，最高为12.83公斤/公顷；天水站年流失氮量为6.68公斤/公顷；延安站为5.78公斤/公顷，离石站为40.65公斤/公顷，最高为126.15公斤/公顷。彭琳在此基础上划分氮流失指标：高流失区流失氮大于26.25公斤/公顷，小于7.5公斤/公顷为低流失区，黄土高原每年通过水土流失的氮量为：

- 1、渭北和陇东旱塬氮低流失区，年农田流失的氮量为1,019万公斤。
- 2、陇中和宁南干旱丘陵氮低流失区，年流失氮量为2,826万公斤。
- 3、陕北和陇中丘陵沟壑氮低流失区，年流失氮量为360万公斤。
- 4、陕北和晋西黄土丘陵氮高流失区，年流失氮量为2,645万公斤。
- 5、陕北和蒙南风沙氮高流失区，年流失氮量为989万公斤，合计农田每年因水土流失损失的氮为5,371万公斤，同时还有大量的有机质和氮磷钾的流失。

(二) 黄土高原干旱地区，农村燃料严重缺乏。在一些燃料奇缺的地区，挖树根、铲草皮做燃料，大量应予还田的秸秆，甚至连牲口粪也付之一炬。甘肃省的靖远和景泰两县，分别有7.9万和3.2万家农户燃料不足，如每户每年需燃柴5,000公斤计，共需燃柴3.92亿公斤和1.60亿公斤。两县农田秸秆的总产量约为4.5亿公斤和2.0亿公斤，扣除饲草和其它用的材料外，不足部分靠挖草根补充。尤其在燃料困难的山区，如青海的乐都、化隆等县，连牛驴粪也当作燃料，能提供给农田的秸秆，粪肥的数量很少，大部分地区每公顷施粪肥750公斤左右，还约有1/3的卫生田白

籽下地，靠丢荒轮休。由于人口增长，轮荒年限缩短到3—4年，地力也难以得到恢复。

（三）赖以改善土壤营养物质的有机和无机肥投入数量少，远不能起到改土培肥，提高土壤养分的目的。黄土高原土地资源丰富，每人平均土地面积特大，布局零散，因而养成了粗放经营的习惯。加之农村经济不发达，有机和无机肥投入量甚少，农田生态系统物质循环是低水平的。如宁南山区7个县，通过有机肥投入的氮磷钾数量，平均每公顷为20.10、10.65、20.85；化肥投入为11.85、4.35、0.15公斤。以氮素来说，每公顷投入31.95公斤氮，如以50%的利用率计，仅够维持750公斤产量。投入的磷与750公斤产量所携走的 P_2O_5 量相当。又如榆林和延安两个地区，自1955年开始施用化肥，20年来共投入纯氮777.5万公斤、磷53.5万公斤，合每公顷纯氮6.75公斤、磷0.60公斤。甘肃靖远县1979年化肥投入9,835吨，到1983年，平均投入化肥量为12.2万吨，平均每公顷施化肥82.5公斤，折氮10.5公斤，纯磷1.35公斤。

种植牧草或合理轮作，通过生物固氮作用来改善土壤营养条件。但是，单种的牧草未纳入轮作系统，好的茬口豆类播种面积减少，只占12%以上。渭北和陕北以大豆为主体的豆粮面积减少10万公顷，以豌豆为主体的夏熟豆类减少6.7万公顷，仅此两项农田应增加的氮减少约纯氮600万公斤。相反，需氮量大的禾谷类作物面积扩大，使土壤氮素供给趋向新的矛盾：氮收入减少，支出增多，农田土壤肥力很难得到补充恢复。

四、黄土地区土壤肥力逆转的途径和措施

显然，黄土地区土壤肥力的退化已日趋严重，其原因除自然因素外，主要是土地资源利用不合理，土地资源的功能未能发挥；尤其是开荒对土壤肥力的潜在影响估计不足，违背自然规律，使土壤肥力发生退化。只有从本区土地资源结构和功能出发，考虑改善生态环境与经济发展需要，合理利用土地资源，土壤肥力退化是可以逆转的，建立良性的生态农业系统是可以实现的。为实现这个目标提出以下途径和措施。

（一）调整土地利用方向，建立保护性生态农业，改善生态环境，保护土壤肥力资源。在黄土地区，防治水土流失，制止土壤肥力退化，是土地合理利用的关键。因此，检验土地利用是否合理的标准，是这种土地利用结构对防治水土流失的效果。我们认为，本地区农业结构不合理，功能未能发挥，主要原因是单一的农业生产倾向很严重。这种倾向不但影响土地资源潜力的发挥，而且造成严重的水土流失。因此，调整农林牧用地比例及布局势在必行。调整的方向是修筑水平梯田，建立稳产高产田，压缩坡耕地，因地制宜地扩大人工草地和林地，并将农田、草地和林地布局到最适宜的地段上，建立保护性生态农业体系。

研究表明，黄土地区森林覆盖率很低，约5%左右，而且主要分布在华家岭、六盘山、子午岭和陇山等大小山中，其余广大黄土地区林木稀少，只在村庄附近或部分沟谷地可见。对天然林地要坚决杜绝滥垦滥伐，要进行人工管理，研究更新技术措施，保护现有的林地，充分利用宜林的荒山荒坡造林，增加森林面积。在中高山地带，造水源涵养林，建立“绿色水库”；在黄土丘陵区以营造薪炭林为主，适当发展经济林；在水土条件好的沟谷部分，应乔灌结合，适当增加乔木比重。整个黄土地区，天然草地质量差，普遍超载过牧，草地退化严重。因此，保护好现有草地，发展草原建设，对水土条件较好的草地采取翻耕种草，补播牧草等措施。在日前草地改良有困难情况下，采取轮牧轮封方式恢复植被十分必要。同时，在年降水量400毫米的地区，人工种草条件较好，见效快。据甘肃省统计，1984年底全区人工种草达46.1万公顷，占全省同期种草面积的76%。人工种草1985年比1984年增加28%。由于大面积种草，畜牧业发展了，为农业提供了肥料。山西右玉县欧家村乡花柳沟村，1978年退耕32%的耕地种草，每公顷产草比天然草地增加

7倍，促进畜牧业的发展：1983年大牲畜增长63%，羊增长34%，畜牧业为农业提供了肥料，每公顷由过去150担增加到450担，粮食增加20%。

(二) 加快坡地的治理，大力修建水平梯田。实践证明，在黄土高原地区兴修水平梯田，是控制水土流失，发展农业的重要手段和措施，防治水土流失效果明显。但是，在修筑梯田的过程中，因不注意保留表土，生土出露，加之投入的物质又少，往往是梯田的产量低于坡耕地，影响群众的积极性。所以新修梯田的关键是培肥地力，不仅要保持水土，而且要发展农业。试验资料表明，新修梯田每公顷施优质农家肥37.5吨，可以做到当年不减产；每公顷施75吨，增产15.41%；超过75吨的，比每公顷施肥37.5吨的增产8%。一般新修梯田每公顷施农家肥37.5—60吨为宜。老梯田每公顷施肥30吨为宜。这里需要强调指出的是，修筑水平梯田应按流域实行统一规划，分片包干实施，连成一片，使梯田起到防治侵蚀，达到蓄水保肥增产多功效的目的。

在修筑梯田较困难的土地类型上，可以先推广保土耕作法。调查表明，山地水平沟是行之有效的水土保持措施，很受群众欢迎。据延安农业科学研究所研究，山地水平沟种植法与普遍法比，谷子每公顷增产915公斤，小麦和大麦每公顷增产435公斤和855公斤，洋芋增产103%；如措施配套，则增产幅度更大。

地孔法是西北农业大学萧俊璋提出的试验。结果表明，地孔法保土增产显著，1984年8月27日一次降雨为47.3毫米，地孔法田块泥沙冲刷量每公顷为210公斤，比对照田块减少97.0%，地孔法洋芋较对照增产21.4%。

(三) 增加化肥投入，改善土壤营养状况。研究资料表明，黄土高原地区，尤其是水土流失严重地区，土壤肥力严重退化。作为土壤肥沃程度的有机质来说，大多地区小于1%，与全国比较，属最低水平。土壤氮素也很缺，介于0.03—0.05%之间；尤以速效养分缺乏，缺磷更为突出。全地区自五十年代推广施用化肥以来，化肥投入量有较大的增长，产量也增加，但是与先进地区比，总投入量还处于较低水平，能量和物质循环是不稳定和低效能的，养分循环出现负值。为此，增加化肥投入，调节改善土壤营养状况，提高物质转化效能势在必行。根据田间试验资料，坡地每公顷1公斤纯氮增产谷子66公斤，川地1公斤纯氮增产玉米171公斤，每公斤 P_2O_5 增产谷子111公斤，川地每公斤 P_2O_5 增产玉米51公斤。氮磷配合施用，无论在坡地或川地，均较单施增产明显，一般较单施增产25.4—32.1%。增加化肥投入促进增产的同时，也改善了土壤养分的状况。如不施磷肥时，土壤有效磷为4.0ppm，每公顷施入150—600公斤磷肥后，则土壤有效磷增加7.5、8.0、10.6ppm。甘肃靖远县农业技术推广站资料，每公斤氮肥每公顷增产小麦15—22.5公斤，秋谷30—45公斤，玉米45—60公斤，薯类90—120公斤，油菜籽15公斤，氮磷配合增产幅度与土壤中氮磷比有关。根据土壤中氮磷联应值计算结果，坡地联应值每公顷为525公斤，川地112.5公斤，梯田75公斤，塌地135公斤。坡地高出其它土地类型的6—7倍。

此外，为改善土壤营养状况，结合当地肥料资源情况，如施腐殖酸肥料、长效肥、微肥，均可获得明显的效果。

参 考 文 献

- [1] 唐克丽等：“黄土高原水土流失与土壤退化研究初报”，《环境科学》1984年第6期
- [2] 刘东生等：《黄河中游黄土》，科学出版社，1964。
- [3] 余存祖等：“黄土高原的侵蚀及其防治对农田生态环境的影响”，《生态学杂志》1985年第5期。
- [4] 中国科学院西北水土保持研究所主编：《黄土高原杏子河流域自然资源与水土保持》，陕西科学技术出版社，1986年5月。
- [5] 李鼎新等：“陕西省土壤磷素状况和磷素肥有效施用的研究”，《中国科学院西北水土保持研究所集刊》1985年第2集。

- [6] 李鼎新、汪美玲等：“杏子河流域坡耕地土壤肥力状况及培肥措施”，《中国水土保持》1984年第7期。
- [7] 彭琳等：“黄土高原土壤氮素含量与分区”，《水土保持通报》1982年第4期。
- [8] 黄福珍、白志坚等：“黄土区生土持性及熟化中肥力的变化”，《中国农业科学》1980年第2期。

Soil fertility deterioration and the reserving ways on Loess Plateau

Li Dinxing Wang Meiling Xu Jianyong

(Northwestern institute of soil and water conservation, Academia Sinica)

Abstract

The impact of soil loss on the deterioration of soil fertility on loess plateau is mainly displayed in the lossing of ecological function of agriculture, forestry and husbandry, the damage of soil resource, zonal soil replaced by unzonal soil, resources worsend, the cycle system of soil matter damaged as to a great amount of nutrients lost, the ratio of production to input unbalanced and soil quality lowered, all these then induced arid and poor consequences. The reserving way is suggested as follows, 1. to utilize the land rationally and build the protective agriculture being a composited body of agriculture, forestry and husbandry to enhance virtuous cycle, 2. to control slope as quickly as possible, to improve agricultural production condition and construct high-yield farm land, 3. to increase the input of organic and inorganic matter to strengthen the efficiency of matter cycle or to set a virtuous cycle system of ecological agriculture.