

# 甘青黄土地区水土流失危害 和提高侵蚀土壤生产潜力的途径

张淑光 王恒俊 谢永生 马俊贤

(中国科学院西北水土保持研究所 甘肃省农业科学院土肥所)

## 提 要

甘青黄土地区,包括甘肃省40个县(市)和青海11个县(市)的广大地区。由于严重的水土流失,风蚀沙化强烈,土壤资源不断遭到破坏,生产潜力得不到发挥。解决的主要措施有:1、改善农业生态环境,建设高效的农业土壤;2、增加农业投资,改善农业土壤生产条件;3、用地养地结合,建立优性的农田生态系统。

甘肃和青海黄土地区,位于黄河中上游,东起子午岭,西达日月山、乌鞘岭,北临宁夏、内蒙,南至秦岭,包括甘肃省40县(市),青海省11县(市)的广大地区。

## 一、自然概况

这个地区海拔大都在1,000米以上,是一个山地高原,主要山体大部是西北—东南走向,山脉纵横,丘陵起伏,高原山地面积占总土地面积70%以上。光热资源比较丰富,但由于深居内陆,远离海洋,湿润气流不易到达,成雨机会较少,大部分地区气候比较干旱。气候的纬度变化和垂直地带性都比较明显,降水量从东南到西北递减;陇东、陇中南部,年平均降水量400—600毫米左右,森林植被覆盖度大的地区比较湿润;陇中北部年平均降水量180—400毫米,为干燥和半干燥气候;甘南年平均降水量绝大部分地区为500—600毫米。

植被类型从南到北可分为夏绿阔叶林带、森林草原带、草原带和荒漠草原带。秦岭北坡由阔叶林过渡为针阔混交林、针叶林和山地灌丛草地;祁连山东部自山脚到山顶垂直带为:荒漠草原—高山灌丛草甸—高山草甸。

境内最大水系黄河的年径流变化大,每年6—9月降雨增加,流量增大,占年径流量的60%;渭河、泾河上游降水较多,径流也集中,流域内黄土分布广泛,河流平均含沙量48公斤/立方米;洮河、七里河、大通河上源海拔高,植被覆盖较好,降水多,气温低,冬季积雪多,融雪和冰川水补给河水,各河流含沙量1—9公斤/立方米;祖厉河,宛川河及庄浪河等黄河支流流域属干旱区,降水量少,蒸发强烈,干旱季节河水量小,其中祖厉河因流经会宁、靖远高含盐量地层,河水及流域内地下水矿化度高,既不能灌溉,也不能饮用。黄河干流在本区多峡谷盆地,水能蕴藏量大,对发展本区灌溉农业极为有利。

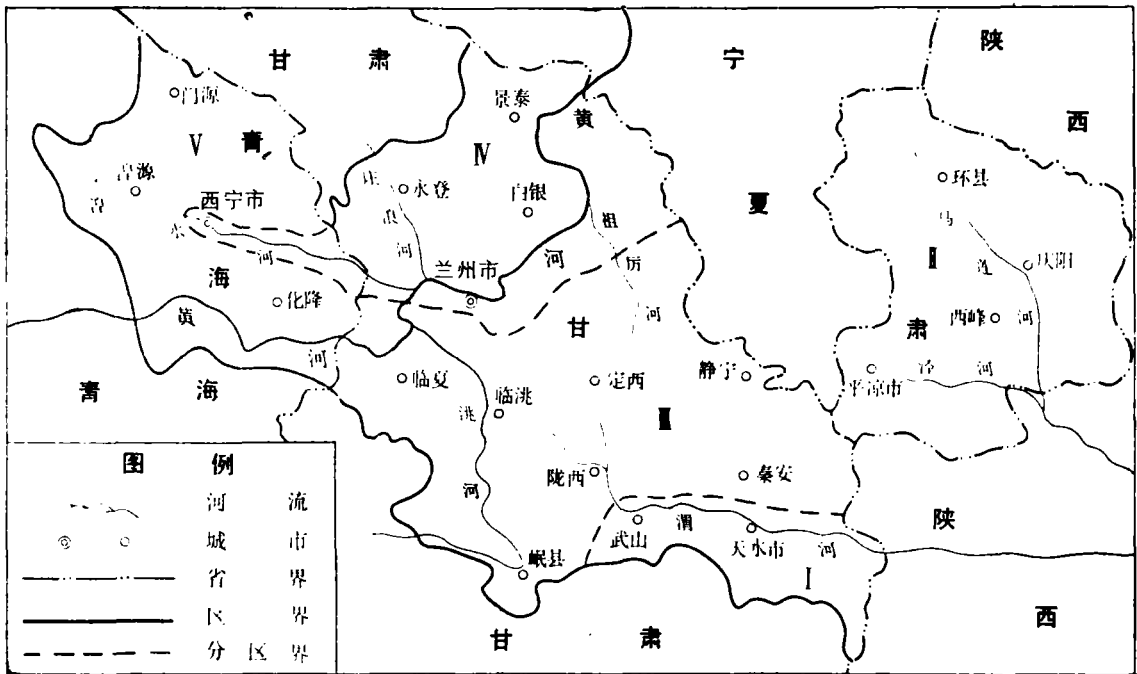
本区为古代多民族游牧地区,农林牧业发展的历史悠久;在绵延的山岭丘陵地带,有茂密的森林和丰美的草原。远在石器时代,此地便有原始的农耕活动,距今约7,000余年。目前甘肃省农业总产值中种植业占71.69%,林业占2.27%,牧业占16.20%,其余比值均低。在种植业中,粮

食作物播种面积占总播种面积的84.4%，经济作物的播种面积只占6.82%。粮食作物中，夏粮面积占63%，单产每公顷1.71吨。全省人口1,918万人，平均每人占有粮食256.5公斤，人口比1949年翻了一番，吃商品粮的人增加了31.48倍，每人平均增加的农产品数量不多。每个劳力平均生产粮食855公斤，每人平均创造农业总产值124元，比全国分别低114公斤和124元。目前甘肃省境内虽有水地面积48.68万公顷，但广大山原地区水地面积较少，旱地较多，增产潜力大。

本区农业地域性差异明显，侵蚀土壤耕作栽培制度各区不一，陇中采用一年一季的半休闲耕作，地广人稀的山区或灌溉水不足的地区，实行全休闲耕作制，陇东多为二年三熟的半休闲耕作。根据耕作的时间分为夏耕、秋耕，中部干旱地区还有沙田耕作等。

## 二、侵蚀土壤分布特点与水土流失程度

本区地处黄土高原向青藏高原的过渡地带，地形高差变化极大。由于季风的影响，气候和植被的变化不仅表现在纬度上，也表现在经度上的差异和垂直带谱的变化。在不同的生物气候条件下，全区侵蚀土壤共有土类23个，其分布情况分述如下（附图1）：



- I—陇南渭河流域粘黑垆土和褐土区；
- II—陇中北部和湟水两岸灰钙土区；
- III—陇东黄土黑垆土和黄绵土区；
- IV—陇中黄土丘陵黄绵土和黑麻土区；
- V—青海东部黄土地区黑钙土和栗钙土区。

图1 甘青黄土地区侵蚀土壤分布示意图

**I—陇南渭河流域粘黑垆土和褐土区。**本区包括天水市、秦安、甘谷、武山的南部，渭河、藉河等川台地和两岸丘陵低山。年平均气温9.7—11℃，年降水量470—550毫米，粘黑垆土主要分布在渭河两岸高阶地和黄土丘陵沟壑区平缓的梁顶、分水鞍和山湾地，并与黄绵土交错分布，石质低山丘陵为褐土。秦岭山区土壤垂直分布带谱为褐土—棕壤—山地草甸土。

粘黑垆土土质良好，保水保肥，土性暖，适种作物广，平川地区冬小麦、玉米产量高，多为

二年三熟制；产量也较稳定，耕作熟化层厚，平坦的耕地熟化层厚度一般可超过30厘米。陡坡地黄绵土水土流失严重，粮食产量低而不稳。

由于人口急剧增长，毁林毁草开荒严重，植被屡遭破坏，水土流失日益加剧。按土壤侵蚀等值线图量算，本区年流失表层土壤3,191.48万吨，平均每公顷流失834吨，使土壤养分损失，肥力降低，产量不高；一般平均每公顷产粮食750—1,500公斤，低者450—600公斤。由于重力侵蚀，耕地破坏，面积减少，对水利设施的破坏也很严重。据秦安县调查，新中国成立以来，共建塘坝623座，已淤积报废340座；杨家沟水库（库容110万立方米）5年淤平，原沟水库（库容156万立方米）3年淤平，水河湾水库（库容480万立方米）15年淤平。

**Ⅰ—陇东黄土塬黑垆土和黄绵土区。**本区位于六盘山以东，子午岭以西，包括庆阳地区和平凉地区的12个县，是黄土高原著名的黄土塬分布区。土地面积346万公顷，其中耕地709,640公顷。塬区气候温和，年平均气温7°—10℃，年平均降水量350—550毫米。灵台县南部700毫米。除六盘山外，几乎全部为黄土覆盖，其厚度一般10—20米，厚者可达100米以上。黑垆土主要分布在庆阳以南的大小塬面，黄绵土广泛分布在庆阳以北的黄土丘陵和破碎塬区，子午岭东部，分布有幼年灰褐土（当地群众称黑壮土）。六盘山土壤垂直分布带谱为黑垆土—灰褐土—山地草甸土；陇山为褐土—棕壤—山地草甸土。本区黑垆土分布面积最广、最集中，它的土质优良，腐殖质层深厚（一般50—80厘米）。根据15个黑垆土剖面分析结果，土壤有机质含量1%左右，全氮0.07%，全磷0.11%，代换量12.3毫克当量/100克土，土质好，肥力高，抗旱能力强，适种作物广。黄绵土侵蚀强烈，土壤养分贫乏，有机质含量小于1%，全氮0.03—0.05%，全磷0.10—0.14%，速效磷1—5 ppm，土壤保肥保水能力较差。本区主要作物为冬小麦、玉米和高粱，其次是糜谷、洋芋。南部川塬地区二年三熟，北部一年一熟。

本区土质疏松，沟深坡陡，雨量集中多暴雨，加之毁林毁草开荒，水土流失严重。沟头延伸，沟底下切，沟岸扩展，水力和重力侵蚀都很活跃。年平均侵蚀模数100—500吨/平方公里，最高可达10,000吨/平方公里。水土流失面积达310.9万公顷，占总土地面积的91.18%。沟壑不断扩大，塬面逐年减少，土壤肥力下降，作物产量不高。

**Ⅱ—陇中黄土丘陵黄绵土和黑麻土区。**本区为六盘山以西，兰州、会宁以南，陇南山区以北，包括定西地区，临夏回族自治州，兰州市和平凉地区的庄浪、静宁。本区地形比较复杂，黄土丘陵低山为主，有高起的石质山地如马驹山（海拔高3,670米）、兴隆山（高3,021米）；山前有面积不大的洪积扇和塬地。本区基本上被黄土覆盖，黄土层厚达数十米至百余米，厚者可达250米左右。年平均气温3.7°—7.7℃，年平均降水量300—500毫米，华家岭、渭源、临洮等地，受山地气候影响，年平均降水量大于500毫米。侵蚀土壤分布情况，黄土低山有黑麻土广泛分布，间有少量黄绵土。这里土壤侵蚀比较严重，黑垆土剖面大部分已被侵蚀殆尽，母质裸露地表，广泛分布有黄绵土，而黑垆土仅残存在平缓的梁顶、分水鞍和沟掌、山湾地（凹形坡部分）。山地为黑垆土—黑麻土—灰褐土—山地草甸土组成的山地垂直分布带谱。黑麻土分布海拔较高，气候冷凉、湿润，土壤有机质含量较高（一般2%以上），土壤全氮为0.12%，全磷0.14%，但速效养分含量较低，当地群众采用烧山灰的方法加速土壤养分矿化。农作物以小麦、洋芋、玉米、糜谷为主，其次为夏杂粮和豆类等，也栽培当归、党参等药材。

本区内梁峁丘陵起伏，沟谷纵横，地形破碎，坡面侵蚀、沟谷侵蚀和重力侵蚀均很严重；特别是散渡河与葫芦河流域，年平均侵蚀模数可达10,000吨/平方公里。东部永靖地区，梁峁顶部的黄土层几乎流失殆尽，第三系红土层广泛出露，是本区的重要产沙地层。

**IV—陇中北部和湟水两岸灰钙土区。**本区包括兰州市的永登、皋兰、榆中县北部，白银市、靖远、永靖的北部和景泰县，大部分为黄土覆盖，部分山地丘陵和峡谷为石质或裸露的红层，北部地势比较平缓，间有盆谷。年平均气温5.8—9.0℃，年平均降水量200—300毫米。

主要分布的土壤为灰钙土，北部景泰县境有棕钙土，此外川平地区广泛分布有淤土、盐土，石质丘陵和洪积扇部分分布有石质土。由于干旱，农业主要集中在川坪地。黄河干流有葫芦状的盆地，是本区农业的精华。现有水浇地面积8.3万公顷，占现有川地的一半以上。主要农作物有春小麦、洋芋、谷、糜、玉米、豆类、春油菜、胡麻等，瓜果蔬菜品质较好，一般为一年一熟。

本区由于气候干旱，常年多风，特别是北部土壤风蚀沙化严重，南部丘陵低山也有较严重的水土流失。

**V—青海东部黄土地区黑钙土和栗钙土区。**本区包括考察地区西部的青海省境内，是青海省种植业生产比较集中的地区。粮油产量分别占全省总产量的80%和70%，是粮食、油料、果品、蔬菜的主要产区。

本区为黄土高原和青藏高原的过渡地区，山脉绵延，地形起伏大，海拔大多在3,500米以上。由于相对高差大，气温、降水、植被随地形海拔高度的不同而有明显的差异，从而形成了显著的土壤垂直分布带谱。

分布在东部海拔比较低的黄河、湟水河谷地及其两岸黄土丘陵（海拔1,600—2,500米），包括西宁市和它的东部湟水河谷，循化东部和尖扎的黄河两岸，气候比较干燥，主要土壤为灰钙土、红粘土和紫红色砂页岩风化物上的石质土，川地为灌淤灰钙土、潮土、盐土和新积土。

分布在2,300—3,200米的山地，主要有黄绵土、黑钙土、红粘土和栗钙土。随着地形海拔升高，土壤有机质含量增加，表层土壤团粒结构好，但由于热量条件较差，土壤速效养分较缺，作物组合主要为青稞、洋芋、油菜等。

分布在海拔3,200米以上的山地，主要土壤有山地草甸土、高山灌丛草甸土和高山草甸土，土壤有机质含量高，具草毡层，大部分为放牧草场。

本区，特别是浅山地区，降雨较多，年降水量达300—630毫米，滥垦滥牧较严重，初步治理面积为19.7万公顷，仅占流失面积的9.2%。搞好水土保持是合理利用和保护土壤资源，保障农林牧各业稳定增长的根本性措施。

### 三、甘青黄土地区提高侵蚀土壤生产潜力的途径

“万物土中生”。土壤是农业的基础，当前世界上还没有大规模“无土栽培”的农业。但是土壤在各种自然因素的作用下，有它本身的发生发育规律。人类根据土壤形成演变的规律性，因地制宜地合理利用土壤，以获得丰硕的农业产品，促使土壤肥力不断提高；如果违反客观自然规律，掠夺式土壤经营，必将遭受大自然的无情报复，土壤肥力递减，土壤报酬下降，自然灾害频繁，人民丧失立足之地！

为了从侵蚀土壤上获取更多的农副产品，当前国内外采取的主要途径是扩大耕地面积和提高单位面积产量。目前本区宜农荒地有限，而且分布不均衡，自然条件较好的地区宜农荒地很少，象秦安、甘谷人多地少的地区，从沟底到梁顶除了红粘土和红砂土外均被垦殖，已经达到无荒可开的地步；自然条件比较严酷的干旱地区，垦荒和水是紧密连系的，没有灌溉便无农业，例如景泰就是这样。当然可以种一点闯田，但农业生产无保证。另外现有耕地随着人口和基建占地的增

加而减少，而且减少的耕地绝大部分都是良田；今后随着国民经济的发展，必将继续出现减少趋势。同时过去片面强调“以粮为纲”，盲目开荒造田，破坏了草原和沙生植被，引起大面积土壤沙化，水土流失，草场退化和次生盐渍化，最后不得不大量弃耕的教训，也是极其深刻的。我们认为，本区土壤生产潜力还有待提高，通过进一步提高旱作和灌溉农业的土壤生产水平，完全可以达到粮食自给。通过考察，我们看到了党的农村政策和开放政策执行后，农村发生的重大变化，彻底改变了我们以往对黄土高原整治的陈旧观点。30多年来的科学实验，对黄土地区国土整治提供了新的可靠的理论依据。

**（一）改善农业生态环境，建设高效的农业土壤。**人们常常把黄土高原和水土流失、千沟万壑的景象联系起来，这是表面现象！我们认为，黄土高原分布的土壤黑垆土是好土，被侵蚀之后，现在残留的黄绵土也不是坏土。我们在甘青山区考察时，常常可以发现，哪里有黄土，那里就出现农事活动；在甘南山区看到的“黄土下山，石头出山”和石头埋压农田的景象，和皇甫川、湟水河两岸黄土被侵蚀后，紫色基岩裸露，岩石半风化体直接输入河道，披沙石土寸草不生的红色荒漠景象，可以认为，这是历史上人们不合理利用土壤的自然报复。

我们要从侵蚀土壤上获得尽可能多的农副产品，就必须提供和这些产品相适应的、足够多的物质原料；不能靠掠夺侵蚀土壤资源过日子。这些原料当中，包括光热气水肥土。在旱作农区，水肥土是可以受人类支配的。这就是说，我们要获取预期的农副产品，不仅要保护水土资源，还要向侵蚀土壤中补充养分元素，以便从掠夺式地索取“恩赐”，转变为改善增殖，保护资源与合理利用资源结合起来，进一步改善农田生态环境，建设高效的农业土壤，达到农业高产稳产的目的。

目前，必须以改土治水为中心，搞好农田基本建设。丘陵沟壑区，做好沟沿防护，沟坡兼治，生物措施和工程措施相结合，预防和治理相结合，严防沟壑进一步扩展，导致坡面破碎，耕地面积减少；黄土塬区修好地边埂，进行沟壑治理，固定侵蚀沟，保护塬地。

平整土地，兴修水平梯田，是变“三跑田”为“三保田”，改善农田生态环境的主要措施。据调查，梯田减少地面径流70%左右，增加土壤持水量30%左右，土壤剖面蓄水量比坡地深30—40%厘米；老梯田土壤养分比坡地增加2—4倍，土壤抗逆性极大加强。关键是土壤培肥，加深熟化土层，提高土壤有机质和养分含量，促进土肥相融，增加侵蚀土壤水稳性团粒结构，增强作物抵抗自然灾害的抗逆性，使功能和生物量稳定提高。干旱风砂区，要特别注意保护草被，营造防风固砂林，防风固砂，防止土壤风蚀砂化。对生态环境进行调控，使恶性循环逆转，建设高效的农业土壤。

**（二）增加农业投资，改善侵蚀土壤生产条件。**黄土地区侵蚀土壤干旱、贫瘠，耕作粗放，耕层浅薄，作物抗灾能力弱，经不起自然灾害的袭击，是目前提高侵蚀土壤产量的主要障碍。本区以旱作农业为主，但是目前旱耕地的生产水平远远没有发挥出自然降水量的生产效益。2米土层内一般可蓄水500毫米左右，可生产粮食3—3.75吨/公顷，水分利用率高的可达4.5吨/公顷。可见有限的降水蕴藏着极大的增产潜力。但由于肥少、地薄的限制，不可能发挥侵蚀土壤现有蓄水的生产作用；肥多的地区，由于土层浅薄和忽视蓄水保墒措施，干旱的条件不能发挥肥的生产效益。

通过考察，初步改变了我们对黄土高原国土整治的某些陈旧观点。一些过去我们认为水土流失非常严重、生态系统相当恶劣、治理比较困难的县，如秦安和甘谷等县，几年来由于党的农村政策和开放政策的实施结果，水土流失逐步减弱，生态系统显著好转，初步解决了粮食自给问题，人民生活水平有了普遍提高。他们以乡镇贸易为突破口，获得资金后，进行农业投资（资源

补充)。首先是肥料投资，其次是地膜覆盖，改良土壤，兴建水平梯田，增加水地等，提高了侵蚀土壤生产效能和抗灾能力。它给我们的启示是，尽管属黄土高原国土整治最难的地区，也可以获得快速的改变，其中重要的一条是增加农业投资。

陇东黑垆土、黄绵土、灰褐土旱农区，土壤有机质含量大部分在1%以下，可给态氮磷养分含量一般只能满足1,125—1,875公斤/公顷产量的需要；华家岭、甘南和海东等高寒山区的山地草甸土、黑麻土、黑钙土和栗钙土等土壤，虽然有机质含量较高，但土温低，有机质分解矿化缓慢，土壤速效养分缺乏，所以旱作农业的着眼点要放在培肥土壤上。重要的一环是增加肥料投资，满足高产作物的物质需要。过去我们曾经批评过李比西纯化学观点的归还学说，但是李比西的归还学说在促进农业繁荣方面曾经起过不可磨灭的功绩。我们要获得计划中的产量，就要有相应的物质能量输入。近年来，我国开展的土壤、作物营养诊断和土壤普查，已经取得了丰富的科学资料，为因土施肥，合理用肥提供了可靠的科学依据。巧施肥，以肥调水，充分发挥土壤水资源的生产潜力，加深熟化土层，提高土壤抗灾能力。“水路不通走旱路”，建设高效能的农业土壤，是一条重要的旱农出路。

另外，发展灌溉，增加水地，仍然是提高干旱地区土壤生产潜力的重要措施。甘肃省五十年代全省有保灌面积16.7—20万公顷，粮食总产250—300万吨，七十年代该省有保灌面积60万公顷，粮食总产500万吨。中部干旱地区建成67公顷以上的电力提灌工程118处，装机容量34万千瓦，设计灌溉面积103.5万公顷。这些电灌工程，建成竣工对于解决甘肃省黄土高原干旱地区的农业灌溉和人畜用水问题，起了积极作用。单产提高，一般水地比旱地每公顷增产粮食2.25吨以上，景泰川电灌上水以来，为国家生产粮食38.5万吨以上，与上水前相比，粮食增长9.2倍，农业产值增长12.5倍。对现有工程应抓紧成龙配套，注意科学用水，节约用水，千方百计降低电耗。还要调整全区作物种植比例，搞好多种经营，增加农民收入，严防土壤次生盐渍化。据调查，景泰川、皋兰、西岔、大沙沟和榆中三角城电灌，靖会电灌，靖远刘川电灌区等地，土壤次生盐渍化面积都有不同程度地发展。由于灰钙土中可溶性盐含量较高，加上超量灌溉，土地不平，渠道渗漏等，加快了土壤次生盐渍化。应做好灌排配套，渠道衬砌，平整土地，科学用水。

目前占70%的旱耕侵蚀土壤，不能单纯期望兴修水利来解决干旱问题，也不能靠天吃饭，等待大自然的恩赐。本区人民历史上即以抗旱耕作为主，采用了一系列抗旱保墒的耕作措施，如深翻、秋施肥、秋末耙耱、冬季镇压保墒、早春免耕条播等，达到春旱秋防，秋雨春用。关键是培肥土壤，改善土壤物理性质，提高土壤水分利用率，减少无效水分消耗，充分利用土壤深层储水，水肥兼顾，保证高产稳产。

**(三) 用地养地结合，建立优性的农田生态系统。**黄土地区，土壤利用不合理，是造成目前水土流失严重，三料俱缺，人民生活水平低的主要原因。为解决吃饭问题，发展种植业生产是必要的，但是片面强调粮食生产、“以粮为纲”、“一网打尽”，影响其它各业发展的做法要改变，必须建立一个农林牧的合理结构。在小农业范围内，也必须调整农田作物结构，建立一个合理的、优性的农田生态系统。1、用地养地结合，粮油和其它经济作物比例合理，夏秋作物，谷类、豆类作物比例合理；2、无重大自然灾害下，持续稳定增产；3、土壤肥力最少保持平衡或者略有提高。根据甘肃省农业区划资料：五十年代全省夏田面积约占54%，秋田面积占46%，其中陇东夏秋各半，陇中秋大于夏，临夏和甘南夏大于秋。全省夏田中豆类、禾田等夏杂粮面积占26%以上，定西和临夏地区占35%左右。后来由于扩大小麦面积，夏秋比例发生显著变化；目前全省夏田上升到69%，秋田下降到37%，夏杂粮只占夏田的20%左右。小麦倒茬困难，重茬、回

茬逐年增多，用养失调，土壤中某些养分奇缺。榆中小麦产量稳步不前，陇东平凉地区，因长期连续发生地下病虫害危害，减产可达7%左右。全区用水和劳力紧张，草荒严重，产量变化很大，不能稳定提高。

就整个甘青地区说，要因地制宜，因土种植，在不同的地区，应该有一个合理的农田作物种植比例。甘肃提出夏秋比例54:46；临夏和陇东以小麦为主，合理安排秋田，但小麦面积不宜超过70%；陇中和渭河流域夏秋各半。适当增加豆类、夏杂粮面积，使小麦、夏杂田各占1/3的三三三制。发展豆科作物和短期绿肥，实行合理的轮作倒茬，协调粮油肥的关系，增施有机肥料，合理使用化肥，注意氮磷配合，协调侵蚀土壤营养元素，提高侵蚀土壤肥力水平。

## THE HARMS FROM SOIL AND WATER LOSS AND THE WAYS TO RAISE POTENTIAL PRODUCTIVITY OF ERODED SOIL IN LOESS REGION OF GANSU AND QINGHAI PROVINCES

*Zhang Shuguang Wang Hengjun Xie Yongsheng Ma Junzian*

*Northwest Institute of Soil and Water Conservation,  
Academia Sinica*

### Abstract

The loess region of Gansu and Qinghai Provinces includes 40 counties of Gansu Prov. and 11 counties of Qinghai Province. In the region soil resources are destroyed frequently due to fierce wind erosion and desertification, affecting productive potential development. The improving measures are as follows: (1) to improve ecological environment for agriculture to construct farming soils with high potential; (2) to increase investment for agriculture to improve productive conditions of agricultural soils; (3) to integrate farming with protecting land so as to set fine ecological system of agricultural land.