

# 安塞新修黄绵土农地有机质消长与平衡

李香兰 郑剑英 吴瑞俊

(中国科学院 水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘 要** 通过对新修黄绵土农地有机质的田间定位与尼龙袋模拟试验研究得出:(1)新修黄绵土农地,增加施肥量,尤其是有机肥用量,是提高陕北丘陵沟壑区土壤有机质的主要途径;(2)作物根茬腐殖化系数除与生物气候条件有关外,与本身化学组成关系密切。四种作物根茬腐殖化系数为:糜子根茬>黄豆根茬>谷子根茬>荞麦根茬;(3)原土壤中有有机质矿质化系数,以休闲地采用化学动力学一级反应方程求得的数据较稳定,并接近大田实际情况;(4)利用有机质平衡定量施肥模式,可算出在陕北黄绵土区要达到土壤有机质培肥目标的有机肥用量。

**关键词** 有机质消长 腐殖化系数 矿化质系数

## Growth and Decline and Balance of Organic Matter in Newly Built Loessal Soil Farmland in Ansai County

Li Xianglan Zheng Jianyeng Wu Ruijun

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

**Abstract** By ways of field-position and nylon sack simulation, the organic matter in newly built farmland of Loessal soil was studied. The conclusion is come to as follows; 1. Increasing the amount of fertilizer applied, especially, the organic manure to a newly built farmland of Loessal soil is a primary way to raise the content of soil organic matter in loess hilly and gully region of north Shaanxi. 2. In addition to climatic factors, the humification coefficient of crop root stubble is closely related to its chemical composition. The humification coefficient order from bigger to smaller of 4 crops root stubble is broom corn millet, soybean, millet and buck wheat, 3. The mineralization coefficient of original soil organic matter, the datums evaluated chemi-dynamics reation equation of rank I is steadier in fallow land than in others, and it is close to field actual condition, 4. By using the quantitative manure applied model of organic matter balance, it could be calculated that the amount of organic manure applied with which to achieve the aim of cultivating soil fertility in respect of organic manure in north Shaanxi area of loessal soil.

**Key words** growth and decline of organic matter humification coefficient mineralization coefficient

土壤有机质不仅能改善土壤理化性状,就作物吸收的养分,除土壤本身供给外,绝大部分来自土壤有机质。仅作物吸收的氮与磷,在土壤中以有机态存在的,分别为95%与0.4%~2.5%。耕层土壤有机质数量与生产水平的高低,存在着极为密切的关系。陕北农民不注意培肥地力,习惯于广种薄收。故在新修黄绵土农地上,要提高单位面积产量,研究施肥后有机质消长及其调控措施,无疑对培肥地力,提高农业产量,具有重要意义。

## 1 田间试验与分析方法

### 1.1 田间试验

试验从1992年至1994年,设在新修黄绵土梯田与坡地上,小区面积为200m<sup>2</sup>。梯田4个处理:(1)优化施肥,垄沟种植(以下简称“优化垄沟”)小区,1992~1993年分别种糜子、谷子,年施有机肥12 000kg/hm<sup>2</sup>,N90kg/hm<sup>2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>45kg/hm<sup>2</sup>,1994年种黄豆,年施有机肥7 500kg/hm<sup>2</sup>,N与P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>均为45kg/hm<sup>2</sup>。(2)常规施肥,垄沟种植(以下简称“常规垄沟”)小区,1992~1993年,年施有机肥525kg/hm<sup>2</sup>,N 52.5kg/hm<sup>2</sup>,1994年,年施有机肥3 000kg/hm<sup>2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>22.5kg/hm<sup>2</sup>,种植作物同(1)。(3)优化施肥,平播种植(以下简称“优化平播”),其它条件同(1)。(4)常规施肥,平播种植(以下简称“常规平播”),其它条件同(2)。坡地从1992年至1994年四个处理为:(1)NP;(2)NK;(3)PK;(4)NPK。施肥量均为年施N 75kg/hm<sup>2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>52.5kg/hm<sup>2</sup>,K<sub>2</sub>O 45kg/hm<sup>2</sup>。重复四次,设对照与休闲。

### 1.2 分析方法

腐殖化系数用尼龙袋法。矿质化系数用三种方法测定:(1)尼龙袋法;(2)氮素换算法;(3)在休闲地采用化学动力学一级反应方程求得。土壤有机质、全氮及根茬化学组成用文启孝等编著的《土壤有机质研究法》一书测定。

## 2 结果和讨论

### 2.1 不同施肥对土壤有机质消长的影响

土壤中有有机质的消长,是由新施入土壤中的有机物料积累与原来土壤中有有机质的分解状况决定的。由表1看出,除1993年优化平播及常规垄沟有机质含量稍低于1992年(可能是测定误差)外,各处理土壤有机质随加入有机肥数量增加而增加,增加的幅度为0.0267%~0.0567%,平均增长0.038%,其中优化平播比常规平播及优化垄沟比常规垄沟,分别提高10.2%与112.4%。

表1 梯田土壤有机质含量与作物产量(%,kg/hm<sup>2</sup>)

处理	采样时间(年)			3年有机质消长		作物产量	
	1992	1993	1994	共计	平均	1993(谷子)	1994(黄豆)
休闲	0.270	0.250	0.232	-0.038	-0.0127		
优化垄沟	0.280	0.320	0.450	0.170	0.0567	2872.5	1188.0
常规垄沟	0.280	0.240	0.360	0.080	0.0267	1966.5	961.5
优化平播	0.280	0.260	0.390	0.110	0.0367	2905.5	1905
常规平播	0.280	0.330	0.380	0.100	0.0333	1909.5	1798.5

注:1992年试验前,原土壤有机质含量为0.28%,当年施肥后,未测。

从耕作方式看不出有机质消长规律。这表明,耕作方式非主要因素。增加施肥量,尤其是增加有机肥用量,是提高土壤有机质的主要途径。因为有机肥含有机物料较多,腐烂分解后能留下较多的有机质。同一耕作条件下,有机质含量高(0.450%),作物产量高(1 188.0kg/hm<sup>2</sup>),有机质含量低(0.36%),作物产量低(961.5kg/hm<sup>2</sup>)。优化平播比常规平播及优化垄沟比常规垄沟有机质

含量分别高2.63%与25.00%,作物产量分别增5.92%与23.57%,表明作物产量与有机质含量呈正相关。究其原因,是有机质中不仅含有作物所需要的氮、磷等营养元素,而且含的腐植酸具有生理活性物质,对植物生长有刺激作用,进而带动新陈代谢物质的吸收、转化、制造与积累,从而不仅可提高产量,还可改进品质。

表2 坡地有机质含量与作物产量(%,kg/hm<sup>2</sup>)

处理	采样时间(年)			3年有机质消长		作物产量	
	1992	1993	1994	共计	平均	1993(谷子)	1994(黄豆)
休闲	0.270	0.250	0.232	-0.038	-0.0127		
NK	0.270	0.310	0.302	0.022	0.0073	1251	508.5
NP	0.270	0.284	0.343	0.063	0.0210	2169	1203
PK	0.270	0.339	0.382	0.102	0.0340	1311	937.5
NPK	0.270	0.295	0.367	0.087	0.0290	2068.5	1024.5
CK						1195.5	417.0

注:1992年试验前,原土壤有机质含量为0.270%,施肥后,未测。

由表2看出,单施化肥的四个处理中,土壤有机质含量均有不同程度的提高。增长幅度为0.073%~0.0340%,平均提高0.023%,但较梯田施有机肥低65%,其中PK处理最优,提高0.112%,NK片是最差,仅增0.032%。本试验表明,施化肥不仅能维持原土壤中有机质平衡,也能提高土壤有机质含量。其原因为:在养分贫瘠的新修黄绵土上,化肥能使作物旺盛生长,提高生物产量,生长过程及收获后,枯枝落叶归到地表相应增多,根茬量也增大,尤其是根茬腐殖化系数大,这都有利于有机质形成。随着有机质含量的提高,作物产量也增高,1993年谷子产量比对照增产4.64%~81.43%。1994年黄豆经对照增产22.16%~189.01%。

休闲处理没有任何有机质来源,土壤中原有的有机质又逐年分解,故产生持续下降现象。

2.2 土壤有机质平衡

土壤有机质的平衡,取决于每年进入土壤中的有机物料数量、腐殖化系数与土壤中原有的有机质、矿质化系数。在一个地区,研究土壤有机质平衡,首先应对腐殖化系数与原土壤有机质矿质化系数进行研究。因为其极为重要而又受环境条件及本身性质所左右。

2.2.1 腐殖化系数 腐殖化系数是土壤有机质平衡时的重要参数。它是施入土壤中的有机质物料,经分解一年后,残留的植物碳量与加入土壤中的植物碳量之比值,即:

腐殖化系数 =  $\frac{\text{分解一年后土壤中残留的植物碳量}(g)}{\text{加入土壤中的植物碳量}(g)}$

此参数不仅受地区及不同土壤的水热条件新影响,而且与本身的化学组成成分关系密切。现将不同作物根茬在不同土壤条件下的腐殖化系数列表3。由表3看出,同一作物根茬的腐殖化系数,

表3 不同作物根茬在不同土壤条件下腐殖化系数

名称	梯田黄绵土	坡地黄绵土	平均值	杨陵塬土
糜子根茬	0.48	0.49	0.49	0.44
黄豆根茬	0.47	0.48	0.48	0.43
荞麦根茬	0.42	0.43	0.43	0.40
谷子根茬	0.44	0.44	0.44	0.42

在关中杨陵塬土条件下的小于陕北黄绵土下的。这是由于前者年均土壤含水量(18.48%)、土壤温度(13.93℃)、土壤微生物数量(20 311×10<sup>3</sup>个/g干土)较后者(10%~15%,6~9℃,748.5~2 134.51×10<sup>3</sup>个/g干土)高而多,有利于有机物料分解之故。即使都在安塞黄绵土下,由于梯田

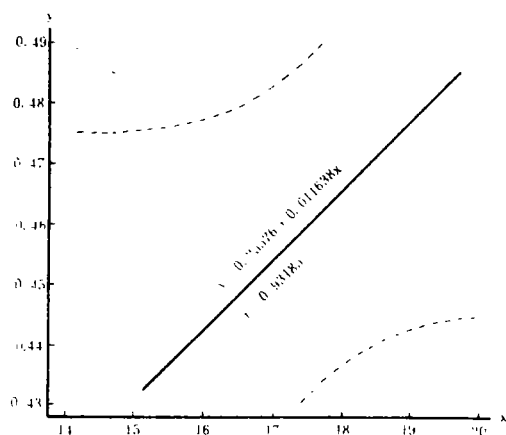


图1 腐殖化系数与木质素含量相关图

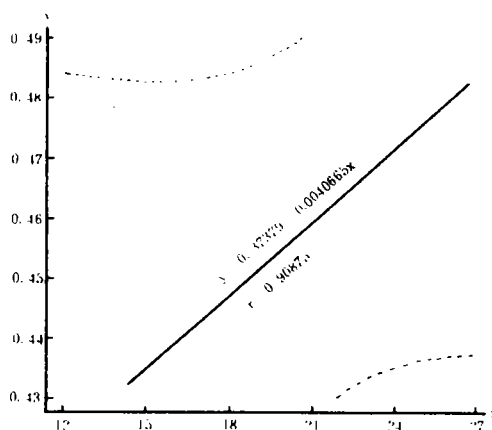


图2 腐殖化系数与半纤维素含量相关图

水分含量(15.95%明显较坡地(10.67%)高,致使在梯田中根茬在一年中分解较充分,故腐殖化系数较低。就是同一条件下,不同作物根茬的腐殖化系数也不相同:糜子根茬>黄豆根茬>谷子根茬>荞麦根茬。这是由于本身化学组成不同所致。由图1至图4可以看出,腐殖化系数与本质

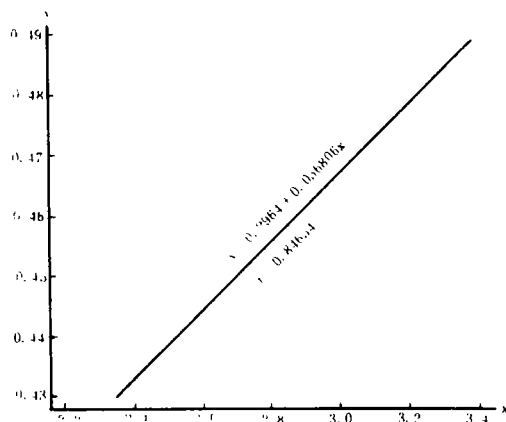


图3 腐殖化系数与粗蛋白含量相关图

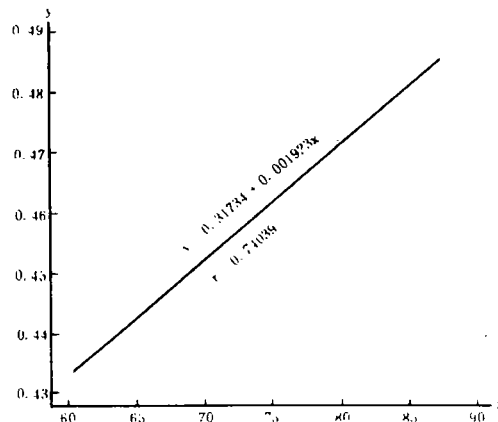


图4 腐殖化系数与C/N值相关图

素、半纤维素及粗蛋白含量、C/N 比值呈强正相关。从图5至图7看出,腐殖化系数与苯醇溶物、水溶物含量呈强负相关,与灰分含量呈弱负相关。

**2.2.2 土壤有机质矿质化学系数** 土壤有机质的矿质化系数亦是土壤有机质平衡时的必要参数,其受生物气候条件、作物、施肥及土壤性质所影响。对此参数,我们采用三种方法进行研究:(1)在休闲地采用化学动力学一级反应方程求得(具体方法见另文);(2)尼龙袋法;(3)氮素换算法(即以全年作物吸收之氮量占土壤全氮之比值),一般情况下,多采用(2)与(3)两种方法。三种方法所得结果见表4与表5。

表4 梯田土壤有机质矿质化系数测定

方法与处理		1992年 (糜子)	1993年 (谷子)	1994年 (黄豆)	平均
氮 换 算 法	尼龙袋法 (优化施肥小区)		0.056	0.072	0.064
	优化垄沟	0.048	0.063	0.154	0.088
	常规垄沟	0.026	0.055	0.107	0.063
	优化平播	0.054	0.060	0.184	0.099
	常规平播	0.032	0.047	0.114	0.064

表5 坡地土壤有机质矿质化系数测定

方法与处理		1993年 (谷子)	1994年 (黄豆)	平均
在休闲地用化学动力学1级反应方程		0.038	0.037	0.038
氮 换 算 法	尼龙袋法(在梯田小区)	0.028	0.045	0.037
	NP	0.016	0.120	0.068
	NK	0.011	0.061	0.036
	PK	0.013	0.088	0.051
	NPK	0.015	0.113	0.064
	CK	0.010	0.044	0.027

从表4看出,梯田有机质矿质化系数,两种算法所得结果不同.就是同种算法,差异也较大.拿尼龙袋法来说,1993年矿化质系数为0.056,1994年为0.072,后者比前者高25.0%,造成此误差的原因是:尼龙袋是半开放型,它的孔径可以使外界土壤环境与内部相交流,故受施肥、种植影响所致.氮素换算法各外理明显地表现出矿质化系数:(1)随年限延长,矿质化系数增加;(2)同一耕作方式下,优化施肥大于常规施肥;(3)非豆科作物下的矿质化系数明显低于豆科作物下的,这是由于豆科作物含氮量高之故.看来氮素换算法,亦不是理想方法。

由表5看出,坡地各施化肥小区,无论是尼龙袋法,还是氮素换算法所得矿质化系数,均明显低于梯田,并且亦随年限增加而增加,说明施肥量、施肥种类及耕作熟化,严重影响矿质化系数,这是由于耕作、施肥能使土壤微生物与酶活得到改善,进而加强作物对养分吸收、制造与积累所致.但在休闲地采用化学动力学一级反应方程计算出的矿质化系数,则没有此种现象,而且测得数据较稳定,这是因为休闲地不受人干扰,土壤环境条件相对稳定,符合田间自然矿质化情况,故我们的研究,用此法测得数据。

利用上述参数,建立梯田有机质平衡的定量施肥模式如下:

$$M = \frac{W \cdot O \cdot K - R \cdot D \cdot C}{t \cdot b}$$

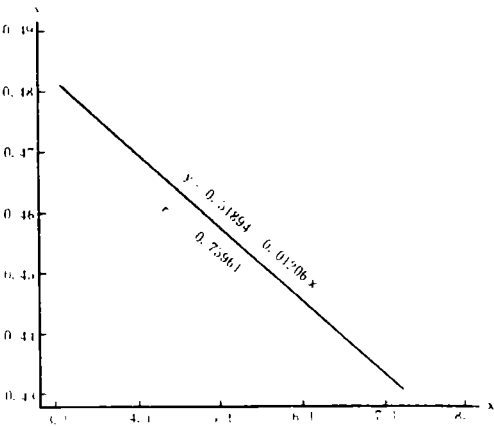


图5 腐殖化系数与苯醇溶物含量相关图

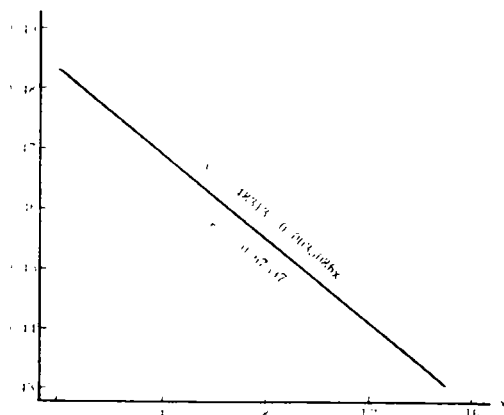


图6 腐殖系数与水溶物含量相关图

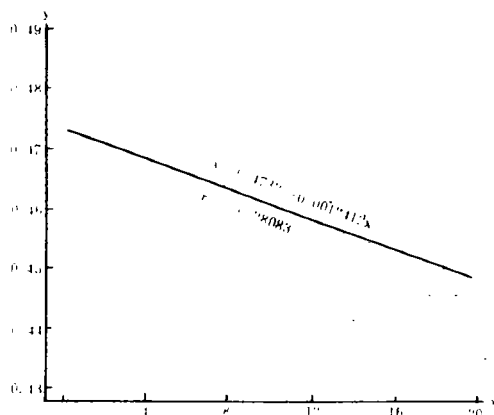


图7 腐殖化系数与灰分含量相关图

式中:  $M$  —— 有机肥计划用量 [ $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ];  $W$  —— 耕层土壤重 ( $225\ 000\text{kg}/\text{hm}^2$ );  $O$  —— 土壤有机质培肥目标 (%);  $K$  —— 土壤中原有的土壤有机质矿质化系数;  $R$  —— 根茬重 [ $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ];  $D$  —— 根茬有机质含量 (%);  $C$  —— 根茬腐殖化系数;  $t$  —— 有机肥中有机质含量;  $b$  —— 有机肥腐殖化系数。

应用此模式,可算出陕北黄土丘陵沟壑区黄绵土要达到土壤有机质培肥目标的有机肥用量。

近代,随着化学肥料生产的发展,化肥为作物提供的养分比重日益增大,但相应地对土壤性质及土壤环境也带来某些不利的影响。因此在陕北水土流失严重地区,土壤中定量增加有机物料(包括腐植酸类土壤改良剂),尽量减少化肥用量,是有利保持和提高地力及土壤抗侵蚀性能的重要途径。

#### 参考文献

- 1 李香兰. 土壤有机质与腐植酸. 天则出版社, 1989
- 2 沈善敏. 国外的长期肥料试验. 土壤通报, 1984, 15(2)
- 3 M. M. 科诺诺娃. 土壤腐殖质问题及其研究工作的当前任务. 科学出版社, 1956
- 4 谭世文. 关于耕地土壤有机质周转的研究. 土壤通报, 1981, (6)
- 5 金耀青等. 计划施肥. 农业出版社, 1989
- 6 黄玉俊, 杨秀华. 我国土壤培肥与肥力研究的进展. 土壤肥料, 1989, (4)