

关于耕种土壤资源评价问题

徐 琪

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤资源评价的研究越来越受到重视,因为随着世界人口的不断膨胀,粮食的需求量日益增长,解决温饱问题成为人类面临的挑战之一,不论从提高耕地生产潜力,也不论从合理开发土壤资源来讲,研究土壤资源评价,并据以制订土壤合理利用方案都是不可缺乏的。

土壤资源评价的方法目前正在探索,所有的方法虽然力求更客观的反映土壤资源的特点及其同植物生长的关系,但由于土壤资源种类多,植物或作物对土壤条件的要求又千差万别,所以任何一种评价方法都难以适用于多种目的。

一、耕种土壤资源的特点

土壤资源是介于生物与非生物之间的一种资源。它并非绝对不能再生,但它的再生能力极为缓慢,例如分布于热带亚热带的红壤及其下的风化壳一般认为是从第三纪末开始形成的,而温带暖温带地区的某些土壤,发育成为一个完整剖面也需要上千年,甚或上万年时间。通过侵蚀、搬运,再沉积而招致的造陆过程也是一个漫长的历史过程。

由于土壤具有空间分布特点,生物气候方面的地域差异也导致风化与成土速度上的差异,一般言之,热带与亚热带土壤的形成速度可能比温带土壤快几倍,甚至几十倍。最明显的例子是四川盆地的紫色沙页岩,可以不断风化,由岩石变成土,以弥补表土的流失,维持可耕种状态;而这在暖温带或温带地区的同类岩石上是不可想象的。

至于耕种土壤,不论旱地,果园或者稻田,其最大特点是在人类干与下,随着利用时间延长,地力消耗越来越大,只有投入大量肥料,始能维持并提高地力,不管土壤起源如何,它的肥力消长完全为人为调节措施所左右。起源土壤的残余特性与人为定向培育的特性,共同构成了土壤的生产性能及其肥力演变规律。

耕作制度是人类借以增加生物产品的主要手段。它的形成与发展是同适应自然和改造自然分不开的。开垦之初多以土宜为原则,适应土壤条件的特点,种植耐性强的作物,以达到较理想的生产水平,例如黑土开垦时,首先参照植被类型确定初垦时节,以争取当年开荒,当年收益,作物布局亦因之而异。热带或亚热带山地广泛采用的刀耕火种,尽管自然条件比较好,可满足多熟制要求,但农田的人工性差,只能一年一熟并定期轮荒。随着土壤改良与农田基本建设的开展,某些不利于作物高产与提高复种指数的土壤障碍因素不断消除,土壤适种性变广,合理的耕作轮作制度得以建立,从而为用地养地打下基础。随着作物品种培育与改良,越是高产的作物品种对土壤条件的要求也越高,因此只有不断改善土壤条件始能适应作物高产稳产的要求。

新中国成立之后,大规模地改土培肥与农田基本建设工作取得了很大成绩,淤改旱,旱改水,盐碱土与红壤的改良,沙瘦田的合理利用以及某些缺素土壤的合理施肥,显著地改善

了土壤条件，粮食产量成倍增长。近年来农业生产的迅速发展，既是政策的威力，也是生产条件不断改善的结果。

江苏省的农业生产发展速度较快，就土壤资源的现状而言，不论高产的太湖地区，也不论由低产变高产的徐淮地区，均存在一些同高产稳产不相适应的土壤障碍因素，需要加之改良，因此对土壤资源进行评价是十分必要的。

二、耕种土壤资源的评价指标

土壤资源评价是以土壤分类与土壤图作为基础。通过土壤普查对耕种土壤的质与量有了进一步的了解，某些省区完全有条件以土种作为土壤资源评价的基础。土种作为基层分类单元而言，虽与土系同属一个等级，但在分类意义上并不等同。土种强调土体构型作为区分指标。土体构型反映了土壤发生特点，也反映了土壤肥力水平，同时也是土壤地理分布单元。因此，以土种作为土壤资源评价的基础是可行的。

目前，世界上所通用的土壤资源指标多考虑以影响作物生长的主要土壤性质为依据。经过筛选，定等分级，并将等级给予一定的数值意义，而后采用加和或乘积法，以数值大小评定等级。不言而喻，选取的土壤性质及其意义，带有很大的主观性。

关于土壤资源的评价等级也不尽一致，有的定为三等，有的定为四等，有的定为五等或更多。对于农业集约地区而言，采用五级较为合适。为了兼顾水田、旱地与果园(或菜园)土壤的共同特征与不同作物的要求，同一土壤评价指标的评价意义是不同的。

考虑到影响土壤资源生产性能的因素是各式各样的，逐一排列十分繁杂，因此概括为土壤容量因素，土壤强度因素与环境因素三大类。

现将土壤资源评价指标分别简介如下。

(一)容量因素

1. 耕层厚度(g): 耕层是作物根系主要活动层，耕层厚薄对作物稳产高产关系密切。作物或果木种类不同所要求的表层(耕层)厚度并不一致，现划分为五等(表1)。

2. 土层厚度(hd): 土层厚度，尤其细土层厚度不仅影响根系生长，而且也影响保肥保水性能，如果下垫的砾石层、岩石层或硬盘层层位高，便对作物生长十分不利。亦可分为五等(表2)。

表1 土壤表层(耕层)厚度划分标准

耕层厚度 (厘米)	等		
	水田	旱地	果园
>25	I	I	I
25-20	I	I	II
20-15	I	II	III
15-10	II	III	IV
<10	III	IV	V

表2 土层厚度划分标准

土层厚度 (厘米)	等		
	水田	旱地	果园
>100	I	I	I
100-50	I	II	II
50-25	II	III	III
25-15	III	IV	IV
<15	IV	V	V

(二)强度因素:

3. 耕性(gx): 耕性不仅决定于土壤质地，而且决定于有机质含量及土壤结构性，干湿、冻融对结构性形成也有影响。耕性好坏决定了土壤的适耕期与耕作的难易，进而影响水分养

分的供保能力，目前尚无测定耕性的理想指标，质地、抗压强度与适耕性均可作为指标，可任选其一。

4. 渗透性能(s)：土壤渗透性能不仅影响养分的供保能力，而且影响根系呼吸及抗渍害的能力。渗透性能差的土壤，水气不协调，易遭受渍害；在水旱灾害已经控制的农田上，渍害往往是导致作物减产的因素之一。目前对土壤渗透性尚无理想测定方法，下列指标可作参考(表3)。

以上指标需要进一步研究，不仅作物种类不同，抗渍能力不一(例如蚕豆、油菜比三麦抗渍能力强)，而且果树的抗渍能力也千差万别，例如梨树比苹果桃的抗渍能力大等。

5. 抗旱保墒性能(kb)：它决定于土壤结构与保水能力。在平原地区尚决定于毛管水补给能力及土壤凋萎含水量，前者与质地剖面有关，后者则决定于耕层质地与有机质含量。应根据不同土壤，选取达凋萎含水量时间与毛管水补给能力作为指标(表4)。

表3 土壤渗流量划分标准

指 标 物	日 渗 漏 量(毫米/日)				
	<3	3--5	5--10	10--15	>15
水 稻	II--IV	I	I	I	IV--V
旱 作 物	V	IV	II	I	I
果 树	V	IV	II	I	I

抗旱保墒性在旱作地区十分重要，经验证明夜潮土具有较高的生产性能，同毛管水补给能力有关，目前尚缺乏更科学的指标。

6. 保肥性能(b)：土壤保肥性能决定于一系列物理化学性质，例如代换量，盐基饱和度和对养分的吸收固定能力。土壤质地，粘土矿物与腐殖质种类均起着巨大作用，可以代换量作为指标，分为三级(表5)。

7. 有效养分量(yx)：指氮磷钾及某些微量元素含量，前三者可分为五级(表6)，而后者则依据实际情况分别拟定。

表4 土壤抗旱能力分级

等	I	II	III
达凋萎含水量无雨天数	>20	10--20	<10
毛管补给能力(夜潮性)	强	中	弱

表5 代换量与盐基饱和度分级

分 级	高(1)	中(2)	低(3)
代换量(毫克当量/100克土)	>20	15--20	<15
盐基饱和度(%)	>80	50--80	<50

表6 耕层养分含量分级

指 标	1	2	3	4	5
全 氮 (%)	>0.2	0.15--0.2	0.10--0.15	0.05--0.10	<0.05
速效磷(P, ppm)	>20	15--20	10--15	5--10	<5
速效钾(K ₂ O, 毫克/100克土)	>100	75--100	50--75	30--50	<30

上述指标可归纳为三等，即肥沃(I)指氮磷钾含量较丰足；肥(II)指各种养分并不缺乏；瘦(III)指各种养分缺乏或其中缺乏1—2种。

8. 毒害物质(hz)：主要指盐分，酸碱度及其他致害物质。可分别分为5级，而后再归纳三等。毒害物质种类多，对作物的危害程度并不一样，应分别对待，例如多数作物对pH成值的适应幅度宽，而茶树适宜pH值为5—6，所以对不同土壤、不同作物可分别选用等级指标。

9. 障碍土层(zc): 障碍土层既起容量因素作用, 也导致强度因素强化或削弱, 如沙层、粘层、白土层与青泥层等可按土壤类型不同分别选取。按障碍层层位>50厘米为 I 级, 30—50厘米为 II 级, <30厘米为 III 级。

以上指标, 除 1, 2 两项为容量指标外, 3—8 项均为强度指标, 而且有些指标系复合的, 其中列举的某些因素可单独应用, 亦可归纳成综合指标。

(三) 环境因素

至于谈到环境因素, 例如坡度、侵蚀类型及其侵蚀程度; 水旱灾害频率与土壤的抗逆能力对评价土壤资源, 尤其是耕种土壤资源评价更是十分重要, 既可全面的评价土壤资源, 又可为建设基本农田提供依据。

10. 坡度(P): 包括自然坡度与人工坡度。坡度陡缓对土壤侵蚀与水土保持意义重大, 按一般标准可分为五等(表 7), 对不同作物而言, 其意义并不等同。

11. 水旱灾害(sh): 水旱灾害对农业生产影响甚大, 通过农田基本建设, 防御自然灾害的能力已大大提高, 但仍有水旱灾害发生, 导致作物减产, 可以几年一遇(灾害频率)作为指标(表 8)。

表 7 坡度分级

坡度	<3	3—8	8—15	15—20	>20
旱地	I	II	III	IV	V
果园	I	II	III—II	IV—IV	V

表 8 灾害出现频率

分等	轻(I)	中(II)	重(III)
涝灾频率	5	10	15
旱灾频率	3	5	10

在旱涝灾害已经基本控制的地区, 土壤渍害成为影响作物高产稳产的主要因素。渍害程度取决于地下水位高低, 土壤内排水能力以及人工附加措施; 在土质粘重的平原地区尤为突出, 这一灾害性指标正在摸索, 上海土肥站采用常年产量水平与受灾年产量水平的比率作为区分指标是很有意义的, 分为三等, 即一等减产幅度<10%, 二等10—20%, 三等>20%。

根据以上级、等的划分指标, 进行归并后即可进行评价。

三、耕种土壤资源评价例举

以上列出的评价指标可以对土种进行逐项评价, 用各项指数的加和法或者同类项目消除法, 得出评价土种的标准, 以便作图或者合并。而一个土类内的各土种有些评价项目是共同的或者无实际评价意义的, 便可省略, 突出具有评价意义的指标。例如黄泥土与黄泥白土两个土种, 很多指标系相同的, 均属一类土壤资源类型, 只是速效养分——全氮与速效磷有差异。

	g	hd	gx	s	kb	b	hz	zc	p	sh	yx
黄泥土	I	0	I	I	0	I	0	0	0	0	1.2.5
黄泥白土	I	0	I	I	0	I	0	0	0	0	2.3.5

上两个土种的评价指标可以缩减为如下形式: $Iy_{x_1.2}$ 一等级; $Iy_{x_2.3}$ 一二级。据此可在大比例尺图上标出, 作土壤资源评价图。

值得提出的是农田种类与土壤种类的关系。在某些地区, 农业技术措施给予土壤的影响

不大，在土种的基础上参照耕层养分状况即可评价等级，而在老稻区，情况就比较复杂，在丘陵或圩区，岗、塆、冲田或头进、二进、三进田基本上与土壤种类一致，可以田代土，参照耕层某些指标，即能分等划级，而在平原地区除局部挖高垫低或挖低垫高的农田外，长年耕作技术措施可能影响剖面构型，特别是水肥状况，例如在平原地区经常看到这种情况，相邻两块田，一方田高出几寸或低下几寸，作物生长状况相差悬殊，高田出水好，易控易调，水稻、旱作物均易高产，而另一低田水稻易疯长，难控制；旱作物易受渍害，因此这种地区在进行土壤资源评价时，考虑土种评价指标的同时，田类却十分重要，往往田类可看作是土壤容量、强度与环境诸因素的综合。可以田类定级别，例如滨河的头进田以及田面低湿的盆子田、天井田等等。

至于谈到土种的归纳问题，可依据其近似性进行归纳等级。在一个较大范围进行土壤资源制图时，如果土种太多，可以土属或亚类进行评价，可以环境因素、容量因素与强度因素的次序进行对比分析，在相同指标进行抵消的同时，决定级差的因素逐渐显出，从而作出不同等级的划分。

根据上述指标，在评价土壤资源级等的基础上，通过归纳综合评价类级。其分级评价依据可概括如下：

土壤资源级 主要考虑强度因素，尤其是综合性指标。

土壤资源等 主要考虑容量因素与某些强度因素。

土壤资源类 主要根据环境因素以及与环境因素有关系的强度和容重因素归纳。

现将土壤资源类的特征，简述如下：

一类土：主要作物在一般措施下可获高产稳产。

二类土：无任何障碍因素，唯某些养分含量不足或耕性较差，在一般措施下可获平产稳产。

三类土：有一定的障碍层或限制因素，经一般改良措施可以消除。

四类土：存在较重大的障碍层或限制因素，经重大改良措施方可发挥地力。

五类土：存在的障碍因素或限制条件，如不经过重大改良措施无法利用。

土壤资源评价分个体与群体，或者称为局部与整体，那么势必涉及到土壤资源等级组合问题，这一问题目前研究不够，但客观上十分重要。在农业地区经常遇到这种情况，一个乡，一个场或一个队，一个农户均拥有面积大小不同，等级组合不同的土壤资源类型，仅以比例表示只说明表观现象，而未说明实质。例如两个农场所在地区生物气候近似，各拥有土地1000亩，其中土壤资源等级比例相似，甲场土地连片性强，而乙场地形破碎，地块小而零星，那么甲场土壤资源定优于乙场，因此在土壤资源评价时，也需考虑单元土区面积及其边界特点（几何图形），这在大型的实行机械作业的国营农场尤为重要，不仅决定产量，尤其影响农业生产中的产投比，所以很有注意的必要。