

生态指数法在土壤评价中的应用

王克孟 马玉军

(江苏省淮阴市土肥站)

摘 要

作者建议以温度、水分、大陆性系数(KK值)、地形以及土壤的一系列属性作为评价土壤肥力及生产力的依据。并将此法应用于淮阴市的土壤评价上,取得了较满意的结果。

鉴于土壤与人类生存、发展息息相关,人们一直在寻求客观评价土壤的方法,以便定向的改良利用,提高土壤的生产力。我国在第二次土壤普查中采用世界上比较普遍应用的“分等法”来评价土壤,即根据土壤对农林牧业的适应性、当前生产水平和生产潜力、抗御自然灾害能力、土壤限制因素等条件把我国土壤分为8级,此法虽有适应范围广、易于为使用者掌握等优点,但也存在易受评价者主观性影响的缺点,因而难以客观地评价土壤。况且,分级标准常以土壤自身因素为主,而忽视与土壤组成生态系统的其他因素(如温度、热量、降雨量等),也难以量化,再现性差。为了克服以上弊端,本文就生态指数法评价土壤作一番探讨。

生态指数评价土壤的方法,是根据土壤所处的地形、温度、热量、水分以及土壤自身的一些可测定的属性,通过公式计算出来的定值,其特点是能够综合的定量的评价土壤的肥力以及影响土壤肥力的因素和决定土壤生产力的主要的生态条件等。方法简便,再现性也好。

一、评价的原则

以生态指数评价土壤,主要是基于以下3原则:

(一)要综合考虑土壤的生态环境 土壤肥力和生产力是生态条件的综合反映,因此,在评价某一类型土壤时,必须综合地考虑该类土壤所处地区的生态条件——水热资源、温度状况作为植物生长介质的土壤的性质和能影响土壤热量和水分重新分布的地形条件等。

(二)方法要简便易行 应该能够得到比较精确的且易于再现的结果,并且不需要太多的附加条件。因此,方法必须以能够定量测定的并易于获得的各项指标为基础,这些指标在土壤普查中是易于搜集到的。

(三)适用范围要广 对不同地区的土壤都应能给出该类土壤的生态指数值,便于比较出各类土壤之间肥力的差异,影响土壤肥力因素的差异及决定土壤生产力的主要生态条件的差异。

二、评价的生态条件

应用生态指数来评价土壤,主要考虑以下一些生态条件:

(一)温 度 不同地区热量资源差别很大,并对土壤肥力和土壤生产力以巨大的影响。农

业气候工作者已经证实,植物的生长量正比于大于 10°C 的活动积温值,因此, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温值,可做为评价的生态条件指标之一。

(二)水分 水分不仅直接影响植物的生长发育,同时也影响土壤养分的转化和供给状况。通常,作物的生物产量正比于年水分指标比值——潮湿系数(K_y),它是年平均降水量与年平均蒸发量的比值。即: $K_y = \text{年降水量} / 0.16 \Sigma \geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温。式中 0.16 为经验系数。

土壤工作者已经证实^[3],当 $K_y > 1.10$ 时,即年平均降雨量为年平均蒸发量的 1.10 倍以上时,对作物生长发育就没有太多有益的影响,故 $K_y > 1.10$ 时,仍应取 1.10 进行计算。因为 K_y 等于 0.05 时,等于最干旱沙漠地区土壤含水量,土壤无有效水,植物不能生长(生态指数等于 0),故在计算时从 K_y 值中减法 0.05。在有排灌条件的地方,水分已不构成对植物和土壤发育的不利影响,故潮湿系数 K_y 可视为 1.10。

(三)大陆性系数 KK 值 实践表明,不仅温度、水分影响作物的发育,而且在作物的整个生长发育期中,水分、温度的分布特征,降雨和干旱的频度(在相同潮湿系数背景下),生长期和无霜期(在同一积温背景下)的延续时间以及其它一些气候特点,均影响植物的生长发育、植物生物量的累积和土壤的性质。 $KapMaHoB$ 认为,借助于气候学上的大陆性系数 KK ,能综合地表示上述诸气候特点的差别。 KK 值增大,作物生长期降雨和温度的分布状况就不太合适,生长季节可能缩短,干旱的可能性增加,作物的越冬条件变坏。当 $KK > 100$ 时,则并不进一步表现出对作物与土壤的不利的影响。故 $KK > 100$ 时仍取 100。 KK 值按简化了的 $W \cdot$ 焦金斯基($Gorczyński$)公式长算:

$$KK = A / \sin \phi$$

式中: $A = t^{\circ}\text{max} - t^{\circ}\text{min}$; $t^{\circ}\text{max}$ 为最热月份的月平均气温,精确至 0.1° ; $t^{\circ}\text{min}$ 为最冷月份的月平均气温,精确至 0.1° ; ϕ 为地区纬度,精确至 0.1° 。

(四)地形 地形除明显地影响土壤的机械组成和性质外,也极大地影响水分和热量的重新分配。土壤和气候工作者已研究得出如下结论:阳坡坡度增加 1° ,大于 10°C 的积温值约增加 0.5% ,其潮湿系数 K_y 值约减少 1% ;阴坡坡度增加 1° 时,大于 10°C 的积温值约减少 0.5% ,潮湿系数 K_y 值可增加 0.35% (在 10° 度范围内);当坡度为 $1-20^{\circ}$ 度时,每增加 1° ,潮湿系数增加 0.2% ;东西坡每变化 1° ,潮湿系数约减少 0.5% ,而对积温影响不大,可忽略不计。

(五)土壤 土壤是作物生长的基础,多方面影响到植物的生长发育。归纳起来,有如下一些属性:

1. 土体体积: 1m 土体内,体积越大,植物生长越好,生态指数值越高。但土体中往往含有砂砾,砂砾部分实际没有保水、保肥能力,也不含植物生长发育所需的营养元素,故可称“砂石”,要从土体中扣除掉。粒级中 $> 1\text{mm}$ 的部分,可全视为砂石; $1-0.25\text{mm}$ 的,可看做有 50% 是砂石; $0.25-0.05\text{mm}$ 的,可看做含 25% 的砂石,即 75% 可视为土壤, $< 0.05\text{mm}$ 的粒级可以认为“非砂石”部分,即土壤了。“非砂石”部分与土壤总体积的比值,用 n 表示, n 最大值取 1,即 1m 土体全为非砂石时为 1,一般 n 都小于 1。

2. 容重:土壤容重与结构、通气性等物理性质、有机质、养分含量等性质有关。容重越低,结构越好,越通气,有机质、养分含量也越多,植物生长好。当土壤容重达到 2 时,植物根系发育不良,可给态水少,通气性差,此时生态指数为 0,而这一容重值与土壤实际容重的差值,可以作为土壤生态指数的评价指标。

3. 盐分:土壤盐分含量多少,直接影响植物的生长发育,影响土壤肥力,盐分含量对

植物和土壤的影响, 可以用盐渍系数 y 表示。根据试验, 当耕层土壤含盐量小于0.2%时, 一般不影响作物的生长, 土壤盐渍系数 y 值为1, 当耕层土壤盐分含量逐渐增加时, 对植物和土壤的影响越来越大, 当耕层土壤含盐量大于1.5%时, 作物即不能生长, 可视土壤盐渍系数 y 值为0, 此时土壤生态指数也为0。根据试验结果统计, 得出如下方程式:

$$y = 3.3t^{-8.0x}$$

式中: y 为土壤盐渍系数; t 为自然对数底; x 为耕层土壤含盐量, $x = 0.002, 0.003, 0.004, \dots, 0.015$ 。

4. pH: 土壤的pH高低, 也影响植物的发育, 这一影响状况可以用酸碱系数 p 来表示。根据试验, 当土壤pH在7左右时, 一般最适宜作物生长, 也有利于土壤肥力的提高, 此时可视酸碱系数为1, 当土壤pH大于11或低于3时, 植物实际不能生长, 土壤生态指数为0, 酸碱系数 p 值也为0。根据试验结果得如下方程式:

$$p = -2.1 + 0.908x - 0.0657x^2$$

式中: p 为酸碱系数; x 为耕层土壤pH值, $x = 3, 4, 5, \dots, 11$

三、土壤生态指数计算方法

土壤生态指数按下列我们修改后的公式进行计算:

$$\pi = 5.4(2 - V) \cdot \frac{t(K_y - 0.05)}{KK + 100} \cdot y \cdot p \cdot n$$

式中: π 为土壤生态指数, 只取整数; V 为1m土体平均容重(g/cm^3); t 为大于10℃年平均活动积温; K_y 为潮湿系数; KK 为大陆性系数; y 为耕层土壤的盐渍系数; p 为耕层土壤的酸碱系数; n 为1m土体内非砂石部分体积所占的百分比; 5.4为比较系数, 以潮黄土生态指数为100计算所得到的值。

生态指数的计算公式可以分为两部分, 其中 $t(K_y - 0.05)/(KK + 100)$ 为环境条件; $(2 - V)y \cdot p \cdot n$ 为土壤自身的属性。在局部范围内, 环境条件基本相同, 因此, 土壤自身的属性决定土壤生态指数的主要方面。因为当土壤的容重、pH 值或耕层土壤含盐量, 有一个因子变化时, 则都会对土壤生态指数值带来较大影响。

按照上述公式, 我们对淮阴市主要土壤的生态指数进行了计算, 结果列于表1。

表 1 淮 阴 市 各 土 壤 的 生 态 指 数

土壤	生态指数	土壤	生态指数	土壤	生态指数	土壤	生态指数	土壤	生态指数	土壤	生态指数
姜黑土	93	两合土	91	岭沙土	71	暗色土	58	黑烘土	121	面碱土	80
潮黄土	100	淤土	102	包浆土	83	潮暗土	96	青泥土	115	盐碱土	85
泥黄土	96	堆黑土	90	白浆土	90	凹凸棒石土	56	飞沙土	73	岗黑土	90
粒黄土	99	棕沙土	81	板土	92	棕色石灰土	58	沙土	85	潮黑土	96
灰白土	93	棕黄土	106	岗黄土	88	石灰质淤土	108	绿粘土	85	白岗土	94
姜乌土	108	老黄土	110	岗白土	88	紫沙土	96	潮岗土	91	山红土	76
乌土	110	碱化土	57	砾石土	51	江沙土	57	黄岗土	96		

计算结果与土壤实际的肥力及生产力极为吻合。从表2可见, 土壤的生态指数值(x_1)与

表 2 淮阴市土壤的生态指数
与粮食年产量的关系

土 壤	生态 指数	年产量 (公斤/亩)	土 壤	生态 指数	年产量 (公斤/亩)
姜黑土	93	617	黄岗土	96	637.5
潮黄土	100	674.5	白岗土	94	570.5
泥黄土	96	506.6	潮暗土	96	641
姜乌土	103	686.8	老黄土	110	638.8
乌 土	110	643.3	棕沙土	81	533.3
青泥土	115	632.3	两合土	91	587.1
湖黑土	96	565.1	沙 土	85	552.6
岭沙土	71	387.5	面碱土	80	437.4
白浆土	90	533.5	盐碱土	85	573
岗黄土	88	605.5	潮褐土	91	656.2

年亩产粮食(y_1)呈极显著正相关($r = 0.76, n = 20$)。其回归方程如下:

$$y_1 = 85.1 + 5.33x_1$$

$$(r = 0.760^{**}, n = 20)$$

四、土壤生态指数的应用

(一)土壤生态指数可以作为进行地区性土壤定量评价的依据 一般说来,土壤生态指数值越高,土壤及土壤所处地区的生态条件越好,土壤肥力、生产力越高。就淮阴市而言,以土壤肥力比较高的潮黄土属的生态

指数为100,而计算其它土壤的生态指数值。凡生态指数高于潮黄土的,一般说来,其土壤肥力、生产力也高于潮黄土,如姜乌土、乌土,生态指数均高于潮黄土,土壤的年产粮量也高于潮黄土;凡生态指数低于潮黄土的,如泥黄土、姜黑土和两合土等,其年产粮量也低于潮黄土。有少数土壤生态指数与年产粮量不很一致,如青泥土和青黄土等。可能这些土壤在耕作施肥管理等方面有不当之处,只要改善耕作、施肥、管理等方面的技术措施,土壤生产力将会提高。

(二)土壤生态指数可以作为确定土壤改良利用方向的依据 就淮阴市而言,凡土壤生态指数低于75的土壤,其限制因素多且重,不宜农作,宜植树种草,发展以林业畜牧业为主的农业生产;而生态指数介于75—90之间的土壤,一般宜实行旱作农业;生态指数高于90的土壤,除可以实行旱作农业外,也可以实行水旱套作。在淮阴市这一类土壤基本属比较高产的土壤。

通过比较土壤的生态条件,也可确定土壤的改良利用方向。如酸碱土生态指数值之所以低,主要是土壤本身含有盐碱引起的,故改良利用措施应主攻改良盐碱,设法降低土壤的盐、碱含量,即可改善土壤的生态条件,提高土壤的生态指数,从而提高土壤的肥力;又如暗色土、红沙土、棕色石灰土生态指数所以低,主要因土层薄,造成1m内土壤有效体积小所致,要提高这样一些土壤的生产力,首要措施是修筑梯田,设法增加土层的厚度,土壤有效体积增加了,土壤生产指数即可提高,则土壤的肥力、土壤生产力也相应的提高了。

(三)土壤生态指数可以作为土壤改良利用是否合理的指标 在农业生产过程中,凡土壤的生态指数减少了,说明该种土壤改良利用不合理而造成土壤生态条件变坏、土壤肥力降低,必须改变其改良利用方向。

(四)土壤生态指数值可作为向土壤投入的指标 凡生态指数低的土壤,应增加向土壤的投入,才可能改善土壤的生态条件,提高土壤生态生产力,而生态指数高的土壤,则需较少投入即可维持土壤生态的平衡。(参考文献略)