

淮北土壤养分特征类型与影响因子分析

沈 思 渊

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文分析了淮北土壤养分性质之间以及与其它土壤性质的相关性,揭示了影响本区耕层土壤肥力的主要过程及其量度。并将淮北土壤划分为5种养分特征类型,作为施肥和管理的依据。

黄淮海平原中,以淮北平原的光、热、水资源最为丰富^[1]。淮北平原发展农业生产的主要障碍因素是土壤物理性质差及其导致的涝渍灾害和土壤养分含量低^[2]。排水问题可以用水利工程较好地解决^[3],而土壤养分含量的增加和物理性质的改善却需要较长时间的因土施肥和管理。通过分析土壤养分与其它性质的相互关系,可以寻找适合不同土壤特点的施肥和管理途径。

一、耕层土壤养分含量及其变异性和相关性

淮北土壤养分的特点是氮、磷缺乏,钾很丰富。这在以前的土壤调查中就早已被发现^[4]。我们从阜阳地区及其各县的土壤普查资料中,选取了70个不同土种剖面的耕层土壤性质数据,计算出它们的平均值也清楚地表明了这一特点(表1)。从表中各养分性质的变异系数还可以看出:在这些土壤中,同一养分速效含量的变异大于其全量的变异;不同养分比较,则磷的变异最大,其次是氮,钾的变异最小。

对这些土壤的养分和其它性质进行相关分析表明:土壤全氮含量与土壤有机质含量的相关性非常好,统计显著性水平高达99%以上

(表2)。从表1中还可见两者的变异系数也基本一致,说明土壤中保持的氮素大部分是以有机态存在于土壤中。

土壤有机质不仅与全氮含量显著相关,还与其它土壤性质都有一定的相关性。其中与有机质含量呈正相关的性质有土壤全磷、全钾、速效磷、速效钾、物理性粘粒含量和阳离子代换量,与之呈负相关的性质有土壤的pH值、容重、心土层与表层粘粒比。可见,土壤有机质的增加,不仅使土壤各种养分的含量及其对作物的有效性提高,而且增加了土壤阳离子代换量,并形成良好的土壤

表1 淮北土壤耕层养分和其它性质的均值与变异(n=70)

土 壤 性 质	平均值	标准差	变异系数 (%)
有机质(%)	1.19	0.32	26.9
全氮(%)	0.0813	0.0215	26.4
全磷(%)	0.0553	0.0294	53.2
全钾(%)	1.94	0.306	15.8
速效磷(ppm)	7.34	6.20	84.4
速效钾(ppm)	153.8	57.1	37.1
阳离子代换量(me/100g)	17.4	6.75	38.8
容重(g/cm ³)	1.32	0.113	8.62
物理性粘粒(<0.01mm, %)	42.8	16.4	38.2
心土/表土粘粒	1.22	0.68	55.2

表2

淮北土壤耕层养分与土壤性质相关分析(n=70)

土壤性质	有机质 含量 1	全氮含量 2	全磷含量 3	全钾含量 4	速效磷 含量 5	速效钾 含量 6	pH值 7	土壤 CEC 值 8	容重 9	物理性 粘粒 10	心土/表 土粘粒 11
1	1										
2	0.891**	1									
3	0.393**	0.412**	1								
4	0.371**	0.488**	0.395**	1							
5	0.352**	0.305**	0.469**	-0.030	1						
6	0.287*	0.370**	0.051	0.351**	0.119	1					
7	-0.325**	-0.319**	0.239*	0.207	-0.200	0.095	1				
8	0.519**	0.562**	-0.060	0.010	0.145	0.465**	-0.521**	1			
9	-0.259*	-0.276*	-0.191	-0.282*	-0.079	-0.168	0.188	-0.240*	1		
10	0.441**	0.450**	0.051	0.293*	0.047	0.535**	-0.128	0.670**	-0.357**	1	
11	-0.403**	-0.454**	-0.170	-0.266*	-0.076	-0.255**	0.036	-0.382**	0.092	-0.494**	1

** P<0.01

* P<0.05

结构,使土壤容重减小,孔隙增多,从而提高了土壤的保水保肥能力。另外,本区土壤pH值的范围从近中性到碱性(6.5—9.5),所以本区土壤中pH值较低的土壤则性能较好。因此,土壤有机质含量高低是反映淮北土壤肥力水平的一个重要指标,增施有机肥也是改善土壤物理性质的重要措施[3]。

在相关阵中全氮含量与其它土壤性质也都具有相关性,这主要是由于全氮与有机质的高度相关性而引起的。土壤全磷含量除了与有机质、全氮含量呈正相关外,还与全钾和速效磷含量呈正相关,而土壤速效磷仅与全磷含量的相关性较高。可见,淮北土壤中磷的供应强度与其总量有着密切的关系。

土壤全钾含量与速效钾、物理性粘粒含量呈正相关。前者说明土壤中钾的供应程度与其总量有着密切关系。后者可能是由于土壤中的钾主要存在于粘土矿物中而引起的。土壤速效钾含量与物理性粘粒含量的相关性更好,这可能是因为粘粒对钾离子的吸附造成的,特别是2:1型粘土矿物对钾离子的吸附。从速效钾含量与土壤CEC的良好相关性就可证实这一点。

从相关阵中还可以看到,土壤阳离子代换量与物理性粘粒和有机质含量呈显著正相关。这是因为土壤对离子的吸附能力主要决定于粘粒和有机质。而物理性粘粒与土壤容重的相关性表明,物理性粘粒有助于土壤结构的形成。心土层与表层粘粒比则表明了土壤剖面质地对耕层养分性质的影响。该指标与耕层有机质、全氮、全钾、速效钾、物理性粘粒含量及CEC都呈负相关,说明该值越小(即心土层质地的粘重程度越轻),土壤肥力就越高。

二、影响耕层土壤养分的主要过程及其量度

对土壤养分及其它性质指标进行因子分析[5],可以进一步找出影响淮北土壤耕层养分性质的主要过程。由计算得到的前4个主因子的特征值、特征向量及其累积贡献率列于表3。虽然累积贡献率73.1%可能稍低。但考虑到所采用的指标和样本数较多,在实际观测数据影响因子众多的情况下,这种情况是常见的。这样的累积贡献率已经满足了提取信息的要求[6]。

第1主因子显然是土壤耕层熟化过程中有机质累积过程的量度。在其特征向量的各分量中,土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效钾、速效磷、物理性粘粒含量和土壤CEC值均为

表3 淮北土壤耕层养分特征的因子分析

主因子特征值	1	2	3	4
累积贡献率(%)	4.052 36.9	1.717 52.5	1.453 65.7	0.810 73.1
特征向量				
有机质含量	0.418	0.106	-0.097	0.236
全氮含量	0.440	0.112	-0.177	0.250
全磷含量	0.195	0.632	-0.002	-0.094
全钾含量	0.248	0.263	0.504	0.279
速效磷含量	0.177	0.406	-0.476	-0.243
速效钾含量	0.281	-0.150	0.305	-0.068
土壤pH值	-0.154	0.271	0.526	-0.110
土壤CEC	0.361	-0.393	-0.183	0.054
容重	-0.219	0.002	-0.071	0.793
物理性粘粒	0.364	-0.295	0.229	-0.269
心土/表土粘粒	-0.295	0.068	-0.138	-0.126

正向负荷, 而pH值、土壤容重、心土/表土粘粒比为逆向负荷, 说明物理性粘粒含量、剖面质地相对均一, 则有利于保持土壤有机质, 从而改善土壤结构, 减小容重, 并使各种养分的含量和有效性都有所增加, 提高土壤的肥力水平。

第2主因子的特征向量中全磷和速效磷含量是具有较大正向负荷的分量, 物理性粘粒含量和土壤CEC值为逆向负荷的分量; 其他土壤性质的分量较小。所以该主因子可以视为在土壤有机质累积过程强度大体相同条件下, 土壤磷素富集和有效性提高过程的量度。

第3主因子则可以看作是在有机质累积和富磷化过程强度大致相同条件下, 土壤中盐基富集过程的量度。它的各分量中, 土壤全钾、速效钾含量和pH值具有较大的正向负荷, 速效磷含量有较大的负向负荷, 而其它指标的负荷较小。说明在此过程中, 不仅土壤含钾量增加, 而且钙、镁、钠等盐基的含量也增加。从而使磷被碳酸钙固定而降低有效性, 并使土壤pH值上升。

第4主因子的各分量中, 土壤容重具有很强的正向负荷, 土壤全钾含量有较大的正向负荷, 其他性质的分量则较小。因此可以认为, 该主因子是在前3个主因子值大致固定的条件下, 土壤压实过程的量度, 而含钾高的2:1型粘土矿物增多, 如水云母、蛭石等, 可能促进该过程的进行。

三、土壤耕层养分特征类型

从以上讨论可见, 第1和第2主因子分别反映了土壤耕种熟化过程中富氮(有机质)及富磷两个主要方面。但由于淮北土壤养分的特点是钾很丰富, 而氮、磷较缺乏, 所以根据各土种的第1和第2主因子值, 可以将淮北土壤的耕层养分特征划分为不同的类型。

第*i*个土种的第*k*个主因子值 Y_k 可以由下式计算:

$$y_k = \sum_{j=1}^m X_{ij} * T_{jk} = \sum_{j=1}^m \frac{T_{jk}(X_{ij} - X_j)}{S_j} = \sum_{j=1}^m \frac{T_{jk}}{S_j} X_{ij} - \sum_{j=1}^m \frac{T_{jk} X_j}{S_j} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

式中 X_{ij} 、 X_{ij}^* 分别是第*i*个土种第*j*个性质的观测值和标准化值, X_j 、 S_j 分别是所有土种第*j*个性质的指标的平均值和标准差, T_{jk} 是第*k*个特征向量的第*j*个分量, m 是指标数, n 是土种数[6]。

将表1和表3中的数值代入上式中, 就可以得到淮北土壤耕层养分特征的第1和第2主因子方程:

$$y_1 = 1.37X_{11} + 21.44X_{12} + 7.05X_{13} + 0.83X_{14} + 0.0317X_{15} + 0.00515X_{16} - 0.264X_{17} \\ + 0.0555X_{18} - 2.13X_{19} + 0.541X_{110} - 3.42$$

$$Y_2 = 0.308X_{11} + 4.87X_{12} + 24.79X_{13} + 0.638X_{14} + 0.0464X_{15} - 0.00286X_{16} + 0.370X_{17} \\ - 0.0594X_{18} + 0.168X_{19} - 0.0172X_{110} - 4.68 \quad (i=1,2,\dots,70)$$

很明显,从图1可以看出,根据各土种的 Y_1 和 Y_2 值,可以将淮北土壤分为5种养分特征类型:Ⅰ是养分充足型, Y_1 、 Y_2 均为正值;Ⅱ是养分平衡型, Y_1 和 Y_2 的绝对值都小于0.8;Ⅲ是缺氮和有机质限制型, Y_1 为负值, Y_2 为正值;Ⅳ是缺磷限制型, Y_1 为正值, Y_2 为负值;Ⅴ是养分缺乏型, Y_1 、 Y_2 均为负值。在耕作利用时,应根据这5种类型的特点,对土壤采用相应的施肥和管理措施。

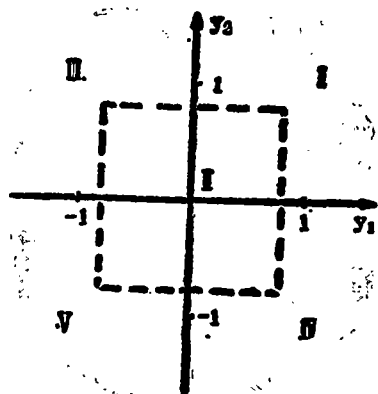


图1 淮北土壤养分特征类型

氮肥和磷肥配比复合使用,以培肥土壤,提高产量。

夹淤两合土、青沙土、淤底沙、间层沙、夹沙土、白淌山淤土、瓦碱土、淤碱土、沙碱土等土种的养分特征均属Ⅲ型。这些土种由于缺乏有机质,土壤物理性质很差,只要大量增施有机肥,就能改良这些土壤。

黑土、黄黑土、黄土、青白土、淤黑土、漏风淤、沙底淤、沙粉土、山淤土、坡黄土、红花淤坡黄土、山红土等土种的养分特征都为Ⅳ型。这些土种严重缺磷,其中以砂姜黑土土类的土种最多。在施用有机肥和氮肥的基础上,对这些土种要增施磷肥。

死黄土、薄山淤黑土、白黄土、白土、白淌土等土种的养分特征则为Ⅴ型,是本区肥力最低的土壤,必须大量施用各种肥料,才能使低产变高产。

此外,主因子分析结果还可以用于土壤资源评价,用土壤耕层养分特征的主因子方程计算得到的结果,可以作为淮北土壤资源评价系统中的指标之一。

参 考 文 献

- [1] 席承藩等,黄淮海平原综合治理与农业发展问题,125—130页,科学出版社,1985。
- [2] 沈思渊等,淮北涡河流域农业自然生产潜力模型分析,自然资源学报(待发表),1989。
- [3] 张俊民主编,砂姜黑土综合治理研究,104—139页,233—241页,安徽科技出版社,1988。
- [4] 安徽水利勘测设计院、南京土壤研究所,安徽淮北平原土壤,163—176页,上海人民出版社,1976。
- [5] 王学仁,地质数据的多变量统计分析,249—305页,科学出版社,1982。
- [6] 刘多森等,土壤和环境中的数学方法与建模,109—133页,农业出版社,1987。