

土系分异特性的选取原则以及土系划分方法

张凤荣 黄勤

(中国农业大学 北京 100094)

摘 要 土系分异特性的选取应该遵循分异特性的稳定性、空间变异性、主导性、生产性和综合性原则;线性回归、主成分分析、相关分析、土壤特性响应时间、变异系数等方法是根据选取土系划分标准的科学定量方法,而最有效的土系分异特性选取方法是根据土壤学研究成果和生产实践经验;建议华北冲积平原的土系分异特性选择特征土层、特征土层的排列、表层土壤质地和易溶盐含量等。为了使土系划分边界清楚,土系划分应采取检索方法。

关键词 土系分异特性;选取原则;选取方法;划分方法

土系是土壤系统分类中的低级分类阶层。美国和中国土壤系统分类中的高级分类单元(包括土族)的分异特性(或称分类指标)和分类方法已经确定,但土系的分异特性和分类方法却依然存在着许多不确定之处^[1,2]。象土壤高级分类一样,土系分异特性的选取,也必须根据一定的原则,采取科学的方法,并采取简单有效的土系划分方法应用这些分异特性进行土系划分。

1 土系分异特性选取原则

1.1 分异特性时间稳定性原则

土壤分类是在不断发展的,在发展中不断完善。但土壤分类的分异特性只能选择相对稳定的土壤性质,使土壤分类相对稳定,以指导阶段性的土壤调查。同样地,土系分异特性必须选取相对稳定的土壤性质,而不能选择易变的土壤性质,使分类处于不断变动之中。土壤分类及土系划分应选稳定的土壤性质作为分异特性已经在土壤学家中达到共识^[3~5]。

1.2 分异特性空间变异性原则

分类是为了将相似的事物归集到一起。尽管土系已是低级分类阶层,与高级分类单元相比,土系所概括的单个土体(pedon)在性质上十分相似,土系外延范围要比其以上的高级分类单元(包括土族)要小得多,但土系依然是景观中可以明显区分的土壤实体,其土壤性质在空间上有明显差异。

1.3 分异特性主导性原则

土壤性质很多,土系分类不可能,也没有必要选取所有这些性质作为分异特性。在众多的土壤性质中,有些性质起主导作用,即这些性质的变化影响其他土壤性质的变化,土壤分类必须选择那些主导土壤性质,即自变量作为分类指标。在分类学上,作为分类指标的主导土壤性质称土壤分异特性(differentiating characteristics)。这样,以分异特性作为分类指标所划分的分类单元,不仅在分异特性上定义明确,而且可以关联到一系列相应于它的变化而变化的协变特性(accessory characteristics),使土壤分类依据较少的分类指标,却能够使人们对分类单元做出较多的解释^[6]。

1.4 分异特性生产性原则

虽然诊断分类不同于发生分类,但在定义诊断层的背后,依然充满着土壤发生学的情结^[7]。无论是现在的美国土壤系统分类,还是中国土壤系统分类,还是前苏联的土壤地理发生分类,所有土壤高级分类主要是为了揭示土壤的形成特点及发生分布规律。

土系分类成果也直接为大比例尺土壤调查服务,而大比例尺土壤调查的成果是土地评价和土地利用规划的基础,也是转移农业生产经验的参比基础。因此,土系分类一定要考虑为生产实践服务,土系分类指标应选取那些影响土壤生产性能的土壤性质,如质地、剖面土层、有机质含量等。

1.5 分异特性的直观性原则

实验室分析数据是比较精确的,但它们的准确性受制于野外调查采样的准确性,通过相关分析,我们可以建立野外观察描述的土壤特性与实验室分析数据之间的关系。由于依靠实验室数据来定土系不但分析费用惊人,而且也给野外制图带来相当大的困难,因此,土系分异特性最好用野外可以直接观测到的土壤性质。

1.6 分异特性综合性原则

尽管我们可以描述土壤性状、测定土壤理化性质,但实际工作中我们都是描述的某个土层的性状,测定的是某土层所采集的土样的性质,这些性状和性质都体现在土层中。所以,土系划分也应该象高级分类中建立诊断一样,建立包括多项土壤性质的特征土层,作为划分土系的指标。特征土层是在土系控制层段内用来划分土系的各个土层,它与鉴别高级分类单元的诊断层有区别,包括了符合限定条件的诊断层,以及一系列具有鉴别意义但不符合诊断条件的土层,其中也包括了由诊断层进一步细分用来鉴别单个土体性状的土层^[8~11]。笔者认为,特征土层可以与诊断层相重叠,或是诊断层的一部分,但它并非象定义诊断层一样仅考虑发生学特性,只要某土层在质地、有机质等物理、化学、生物等方面的性质上有差异,就可定义为特性土层,即特征土层是在野外鉴定中可以明显区分的土层。

综合性的原则的另一条涵义是,最终确定土系分异特性必须综合考虑以上所述稳定性、空间变异性、主导性和生产性 4 条原则,在反映这些特性的土壤性质中综合取舍。

2 土系分异特性的选取方法

根据以上土系分异特性选取原则,笔者认为可以采取以下方法选择土系分异特性

2.1 选取稳定性土系分异特性的方法

选取稳定性土系分异特性的方法,可以根据有关土壤学的知识和经验。众所周知,土壤质地、剖面土层等土壤性质不易发生变化,而土壤氮、磷、钾等速效养分却变化很快。

土壤是在不断变化的,不同的土壤性质其变化的时间尺度不同。土壤性质随时间的可变性可用土壤特性响应时间(Characteristic Response Time)来表示,记为 CRT,定义为当外界环境条件,某一土壤性质或状况达到准平衡态所需要的时间。CRT 的单位一般用年来表示。Varallyay, Scharpenseel 和 Targulian 列出了众多的包括土壤矿物学的、物理学的、水分物理学的、化学的和生物学的性质 CRT 值,其中, CRT < 1 年的土壤性质有:土壤容重、总孔隙度、水分含量、土壤空气组成、pH、养分含量、养分形态、土壤微生物区系、土壤溶液组成等; CRT 值在 $10^0 \sim 10^1$ 年范围的土壤性质有:萎焉含水量、阳离子交换量、交换性离子、提取液离子组成、盐碱度、土壤结构等; CRT 值在 $10^1 \sim 10^2$ 年范围的土壤性质有:比表面积、粘土矿物组合、有机质含量等; CRT 值 > 100 年的土壤性质有:原生矿物组成、各矿物的化学组成、质地、吸湿水含量、土粘密度、土层厚度等^[12]。

根据 CRT 值的大小,可知某一土壤性质在多大的时间尺度里变化。一般认为,土壤性质在几年时间内就发生明显变化的属于易变性质,不应作为土系分类指标。土系分异特性的稳定性越强越好,比如 CRT 值 >100 年的土壤原生矿物组成、质地、土层厚度等。CRT >10 的土壤性质也具有一定的稳定性,所以,也可以选择 CRT >10 的土壤性质作为土系分异特性。无疑,土壤性质的特征响应时间 CRT 为我们衡量土壤性质的稳定性,提供了一把定量的尺子。

2.2 表征空间变异性的土系分异特性的选取方法

选择作为土系分类指标的土壤性质,在空间上的变异应该越大越好,因为空间变异越大,越能区分出不同的土壤类型。笔者认为可用土壤性质的空间变异系数大小来衡量和选择土系分异特性。空间变异系数可以使用经典的统计分析方法。

2.3 主导性土系分异特性的选取方法

可以根据有关土壤学的知识和经验,确定一些主导性土系分异特性。如土壤质地影响土壤结构、结持性、耕性,以及阳离子交换量、容重、空隙状况等,显然,土壤质地可以选择为土系分类指标。除了依据土壤学的知识和经验确定土系分异特性外,线性回归、相关分析、主成分分析等数学方法为选择土系分异特性提供了科学定量的方法。

2.4 表征生产性的土系分异特性的选取方法

生产性土系分类指标的选取,主要是根据有关土壤学、作物栽培学等有关学科知识和经验。土壤质地影响土壤的耕性、保肥保水性能、通透性等,土壤质地可以选为土系分类指标。已有研究结果表明^[13~15],土体构型不仅影响土壤剖面中水分和养分的运行,而且不同的土体构型对水、肥、气、热的调控能力也不同;在干旱、半干旱气候条件下,地下水位和地下水矿化度均高的区域,不同质地土层排列对土壤盐分运动也有重要影响。因此,不同质地剖面土层排列状况可以作为土系分类指标。

3 华北冲积平原土系分类指标

根据上述提出的土系分类指标选取原则和方法,结合华北冲积平原特性,笔者提出以下土系分类指标。

依据有关土壤学知识和生产实践经验,采用土壤特性响应时间方法所选取的具有稳定性的土壤分类指标有:阳离子交换量、交换性离子、提取液离子组成、盐碱度、结构、质地、剖面土层排列、原生矿物组成、各矿物的化学组成、土粒密度等。

应用变异系数方法,我们研究了华北平原曲周样区土壤不同土层土样的砂粒、粉粒、粘粒、有机质、全氮、碱解氮、有效磷含量以及电导率、pH、 CaCO_3 等的空间变异系数。研究表明,土壤电导率是样区空间变异系数最大的土壤性质,在 $0.7 \sim 1.13$ 之间;pH 值的空间变异系数最小,只有 $0.02 \sim 0.03$;粉粒含量的空间变异系数相对也小,只在 $0.11 \sim 0.23$ 范围中变动;有机质含量的空间变异系数为 $0.24 \sim 0.39$; CaCO_3 含量的空间变异系数为 $0.11 \sim 0.41$,也无较大差异。因此,根据空间变异性原则,从土系划分应明显显示土壤性质的空间变异性角度考虑,以空间变异系数 0.5 为分界,确定的土系分类指标有:土壤砂粒、粘粒和土壤水溶盐含量,而 pH、粉粒、有机质、 CaCO_3 含量都不能作为土系划分的指标。当然,土壤砂粒和粘粒含量可以综合为土壤质地。

应用相关分析方法,在华北平原曲周样区研究了测定性质的相关系数,结果表明,表层土壤粉粒含量与有机质含量、pH 值呈负相关,而与水溶性盐含量呈显著正相关,与 CaCO_3

含量也呈正相关。第二层土壤(心土)性质间的相关关系与表层的类似,粉粒含量仅与水溶性盐含量呈显著正相关,与 pH 值和 CaCO_3 含量已无显著相关性。对于第三层(底土)土壤性质,粉粒含量与水溶性盐含量相关性已很小了,仅为 0.072。因此,根据主导性原则和土壤性质相关分析结果,确定的土系分类指标是能影响 5 个以上土壤性质的主导土壤性质,选取结果是土壤粉粒(质地)。

根据生产性原则和生产经验方法确定的土系分类指标有:土壤质地、有机质含量、水溶性盐含量、特征土层类型、厚度与排列状况。

根据分异特性直观性原则,选取的土系分异特性有:土壤质地、结构、结持性、特征土层类型、厚度与排列状况等。

根据综合性原则,综合以上方法选取的土壤性质,最终确定的土系分类指标有:耕层土壤质地和有机质含量,控制层段内的土壤水溶性盐含量、特征土层类型、厚度与排列状况。

4 土系划分方法

4.1 土系控制层段设定

应用土系分异特性划分土系,必须先确定土系的控制层段。土系的控制层段应与土族的不同,它应从表层开始,到作物根系能够到达深度,即自土表向下至石质或准石质接触面等根系限制层。对于冲积平原土壤而言,一般定为自土表向下延伸至 150cm。

4.2 土系检索

美国土壤系统分类之所以定量化,采取定量和半定量的诊断层或诊断特性作为分类指标是一方面的原因;而最重要的原因是因为它采取了植物分类中应用的检索方法,自土纲到亚类的划分,在每一分类阶层,应用诊断层或诊断特性逐个排除来确定分类位置,按逐级积累的定量指标定义分类单元,分类单元间边界清楚,分类归属关系分明。

但美国土壤系统分类的土系划分采取的是根据区域土壤特点,选取相应土壤性质作为分类指标,灵活开放(open)划分土系的传统方法,而没有将检索方法的优势贯彻到土族和土系阶层。尽管由于美国土壤系统分类的土族分类指标明确,又紧接亚类之后,虽然没有采取检索方法,也还没导致出现混乱。但若将这种灵活开放的方法贯穿到土系,很可能出现对同一土壤有不同的分类结果的现象。

土壤是一个地理连续体。土壤分类是人为的界定一些分类指标(分异特性),并将这些性质放在不同分类阶层,如果不采取检索的方法,必然在应用分异特性划分土壤时没有次序,而出现异土同名或同名异土的现象。

笔者认为,若使土系划分边界清楚、层次分明,也应采用检索方法;在土族及其以上各级分类的基础上,根据土族分类单元内的性质差异,以及对区域性土系划分指标研究清楚基础上,将选定的土系分类指标按照一定的次序,逐项(分异特性)排除,进行土系划分检索。

建议华北冲积平原土系的划分, 1.5m 深度的出现的特征土层类型,

、 、 。

5 Effland W. R. and Richard V. Pouyat. Urban Ecosystems. 1997, 1:217~ 228

6 Marhus J. A., and A. B. McBrantney. Aust. J. Soil Res., 1996, 34, 453~465

7 Stroganova M. N., et al. Soils of Moscow and urban environment. Moscow. 1998. 1~ 177

8 Bullock P. and P. Gregory, eds. Soils in the urban environment Blackwell Scientific Publications. Oxford. Great Britain. 1999, 1~ 170

9 Ware. G. Journal of Arboriculture. 1990, 16(2):35~ 38

10 Wilcke. W, S. Müller., N. Kanchanakool, et al. Geoderma. 1998, 86:211~ 228

11 , , . . 1998, 11(4):51~ 54

12 Jim, C. Y. Urban Ecosystems. 1998, 2:171~ 181

13 . : . 1978, 96~ 150

14 , . : , . 1985, 182~ 191

15 . — . : . 1998, 49~ 52

16 , , . . : , , . . : , 1998, 33~ 37

17 . . . 1990, 27(1):104~ 112

18 . — ° ° . : . 1999, 39~ 805



(21 页)

2 . (). : , 1995

3 , , . . , 1999, 30(): 10~ 12

4 , . . , 1999, 31(2): 64~ 69

5 . . , 1999, 31(2): 77~ 83

6 , , . . : , 1992

7 . . : , 1988

8 , , . . , 1999, 31(2): 70~ 76

9 , , . . , 1999, 30(): 13~ 19

10 , , . . , 1999, 30(): 20~ 23

11 , , . . , 1999, 30(): 24~ 28

12 . . , 1995, 23(2): 33~ 42

13 , , . . , 1996, 14(1): 3~ 9

14 . , 1985, 40(3): 37~ 49

15 , . . , 1980, 17(1): 94~ 100