

宁夏固原县侵蚀土壤的数值分析研究

杨艳生 史德明

(中国科学院南京土壤研究所)

数学作为一种手段,应用于侵蚀土壤的研究,必定对这一研究有所推动。本文用宁夏固原县侵蚀土壤的观测资料,采用多元分析方法,借助电子计算机,对侵蚀土壤的数值分类、不同侵蚀土壤类型与侵蚀因子的关系进行研究。

一、基本资料收集

本研究是在对侵蚀土壤进行数值分类,认识水土流失规律的基础上,并根据各侵蚀因子对土壤侵蚀的影响进行土壤侵蚀趋向预报,提出侵蚀土壤分区建议。因此,主要工作程序是野外调查,填制侵蚀土壤图,着重收集和研究解决如下问题:

(一) 确定主要侵蚀因子。影响土壤侵蚀的因子包括引起土壤侵蚀的动力因子,环境条件因子和土壤本身性质(土壤因子)三个方面。就一个县范围,动力因子大致相同,经调查发现影响土壤侵蚀的基本因素有土壤类型(或类型组合)、植被类型或被覆度、地面坡度、小型地貌单元类型和近代土壤利用中,由于粗放耕作造成耕荒相间的土壤利用状况,都对侵蚀有严重影响,因此归纳为:①土壤可蚀性,反映土壤内在性质的差异;②地面坡度;③土壤利用状况,对荒地主要反映植被类型或地面被覆度差异,对耕地反映土壤所处的小型地貌单元或地形部位;④土壤不合理利用干扰强度,反映人类不合理的生产活动对土壤侵蚀的影响。这四项主要侵蚀因子就作为野外的观测项目和计算变量^[4,5]。

(二) 主要侵蚀因子的强度分级和记值方法。在野外调查中,要对侵蚀土壤作观测记录,必须进行侵蚀因子的强度分级。对每一项因子,根据它对侵蚀土壤的影响从弱到强分成若干级。不同侵蚀因子的级数可以相同,也可以不同。同时,侵蚀因子强度差异量值和测量单位也不尽相同,有的侵蚀因子还未能取得确定的强度值,因此为了使所获得的资料数值化,以便进行数值分析处理,因而采用了数码记值方法^[6]。但是,数码的取值并不是随意的。对于以侵蚀土壤为主体,与四项侵蚀因子共同构成的系统来说,每一个数码值的大小,就代表了综合体现这四项因子的一个可度量的分量,即土壤侵蚀量影响的大小。各侵蚀因子强度取值的原则是:①凡对侵蚀土壤影响较大的侵蚀因子给予较大的数码值;②同一侵蚀因子不同级别的数码值,亦从比较各级别对侵蚀土壤影响的不同而定,凡两个相邻级别对侵蚀土壤的影响差异较大者,数码值相差也应较大。各主要侵蚀因子的分级和记值分述如下(见表1):土壤可蚀性是以土壤类型或类型组合不同,对侵蚀具有不同的敏感性进行分级的。这一敏感性对不同可蚀性强度级别的土壤,其土体构型、土壤组成物质、土壤渗透性和结构状况都有差异。例如,山地土壤具有完整A, B, C层,土壤

表 1 侵蚀因子强度分级
Table 1 Intensity of erosion factors

侵蚀因子 Factors		强 度 分 级 Intensity grade				
		1	2	3	4	5
土壤可蚀性 Erodibility	土壤类型或类型组合 Soil type or soil association 数码值 Code	山地土壤 Mountain soils 1	黑垆土 Dark loessial soils 5	暗黄土 Loessial soils 8	香黄土 Light loessial soils 10	—
	地面坡度 Slope 数码值 Code	0—5° 1	5—10° 3	10—15° 6	15—25° 10	>25° 15
土壤利用状况 Land utilization	植被类型或小型地貌单元类型 Vegetation type or microgeomorphological units 数码值 Code	林地或川地 Forest or valley land 1	草地或台地 Grass or table land 5	疏草地或缓坡农地 Sparse grass land or cultivated land on the gentle slope 10	光坡地或被耕地 Bare hillside or cultivated land on the slopes 20	—
	土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization 数码值 Code	轻 Slight 1	中 Moderate 5	强 Severe 10	很强 Very severe 15	—

组成物质的胶结性能、渗透性和土壤结构都较好;黑垆土 A 层并不完整,其它土壤性质也比山地土壤较易遭受侵蚀。这一因子的强度分作四级,而且由轻到重各级别间的差异有所减少,故在数码记值上分别取 1, 5, 8, 10。地面坡度具有明显的可度量性,它的分级是根据当地的主要土地单元的坡度差异而定,而且坡度较大时比坡度小时,对侵蚀的影响更大,故在记值上,各级强度分别取 1, 3, 6, 10 和 15。土壤利用状况是以植被类型(或被覆度)、小型地貌单元类型不同进行分级,因为这两者对侵蚀的影响大体相同。各级相应的被覆度约为 $>80\%$, $50-80\%$, $30-50\%$, $<30\%$ 。随着植被的破坏或由缓坡耕地到坡耕地,对侵蚀的影响变化更加显著,故最后一级数码取值更大。各级强度数码值为: 1, 5, 10, 20; 土壤利用干扰强度,指近代人类不合理利用土壤的频繁程度,主要以轮耕(耕种和丢荒相间)次数进行判定,轮耕次数愈多,干扰就愈大,对侵蚀影响就愈严重。

(三) 收集和记录不同侵蚀土壤类型的侵蚀因子强度值。按常规野外调查的方法,对各类侵蚀土壤进行观测并作各侵蚀因子强度记录。由于不同土类都可能出现不同的侵蚀程度,形成不同的侵蚀土壤类型,因此在野外调查时,对当地主要土类都要进行观测和记录,使所取得的资料具有广泛的代表性。根据上述要求,共选取 84 个侵蚀土壤,以此作为数学处理样品。

二、侵蚀土壤和主要侵蚀因子的关系

土壤的侵蚀是由侵蚀因子引起的,各侵蚀因子对土壤侵蚀的作用并不相同。对研究范围的全部土壤可能有若干个主要侵蚀因子,但对研究范围内的某一部分土壤,可能这若干个主要侵蚀因子中,只有一两个是主要的。研究侵蚀土壤和主要侵蚀因子的关系,是为了找出不同侵蚀区域内或不同侵蚀土壤类型上引起土壤侵蚀的主要因子,以便在开展水土保持、制定防治水土流失规划时能因地制宜,制订出切实可行而又具有最佳效果的措施。为此,以 84 个观测土壤为样品,四项主要侵蚀因子为变量,以各侵蚀因子的强度记值为变量观测值进行主成分分析^[1,2,7,8],主要结果如下:

(一) 各主要侵蚀因子间并无明显的线性相关(见表 2),其中最大的一个相关系数仅为 0.53。

表 2 各主要侵蚀因子的相关阵

Table 2 Correlation matrix between erosion factors

侵蚀因子 Erosion factors	土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土壤利用状况 Land utilization	土壤利用干扰程度 Damage from unreasonable land utilization
土壤可蚀性 Erodibility	1	-0.106	0.532	0.286
地面坡度 Slope		1	0.347	0.276
土壤利用状况 Land utilization			1	0.345
土壤利用干扰程度 Damage from unreasonable land utilization				1

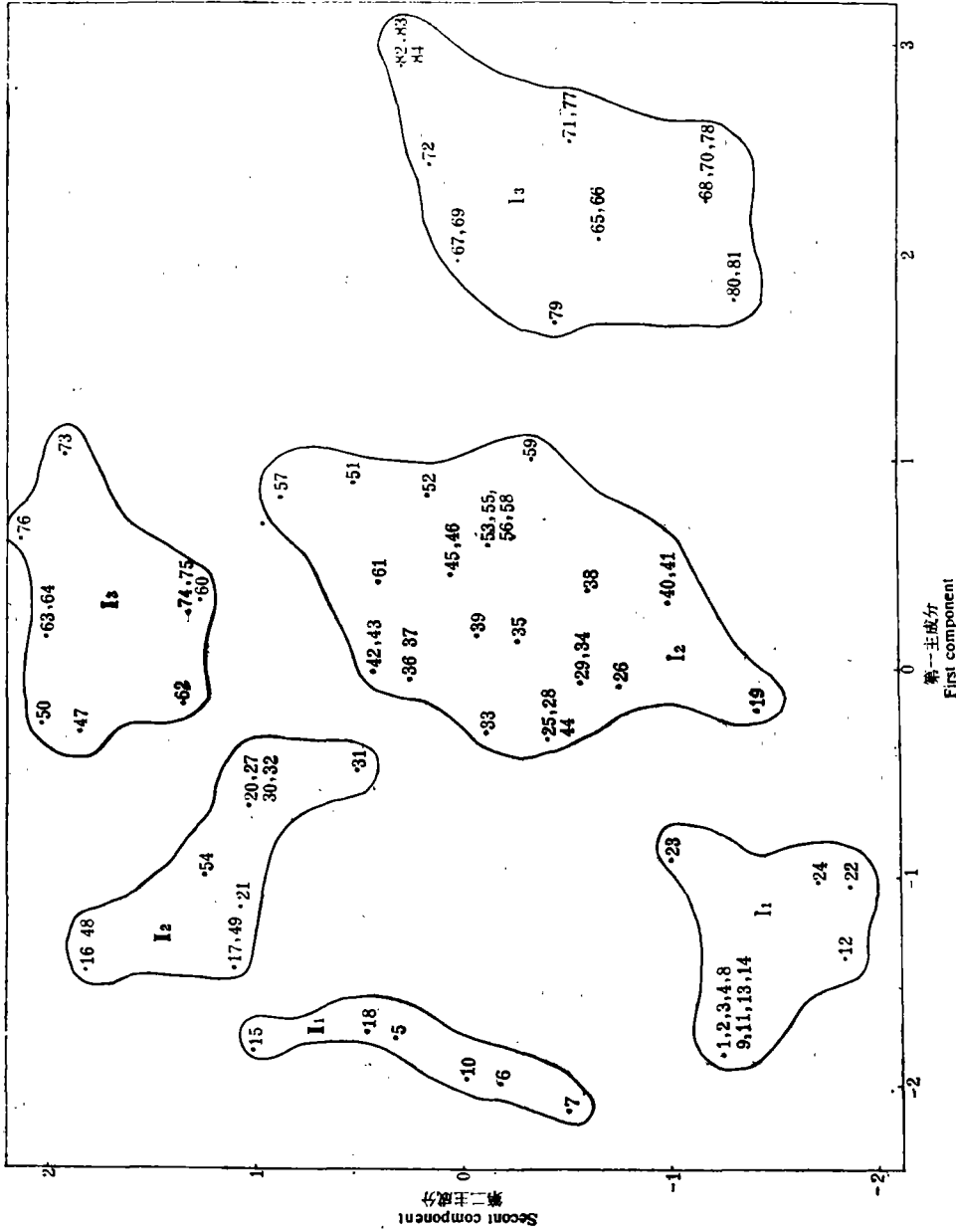


图 1 84个观测土壤在第1、第2主成分组成空间所处的位置(图中各点数字为土壤代号, I, II 分别表示耕作土壤和山地侵蚀土壤;罗马字注脚 1, 2, 3 分别表示轻度、中度和强度侵蚀土壤。)

Fig. 1 Scatter of 84 soil samples on the plane of first and second principle components (Numerals in this figure are No. of soil samples, I—cultivated soil II—eroded soil in mountain area, 1, 2, 3 indicate slight, moderate and severe erosion respectively)

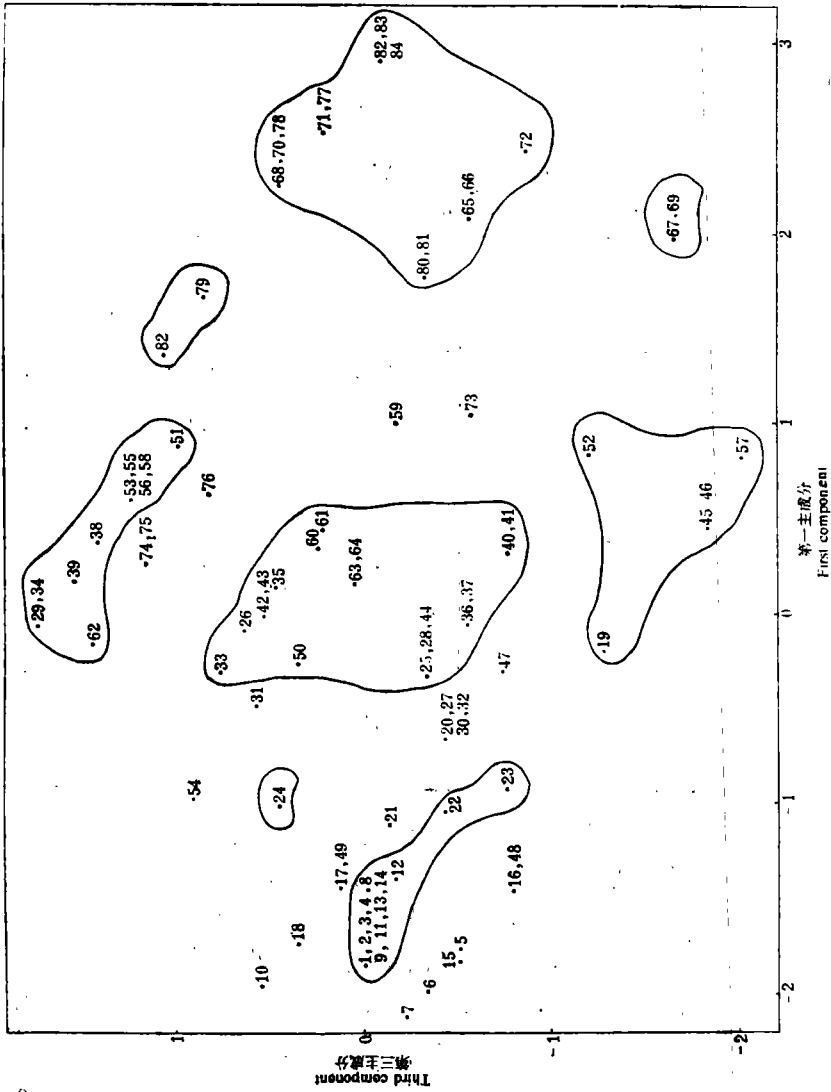


图 2 84 个观测土壤在第 1、第 3 主成分组成空间所处的位置 (图中各点数字为土壤代号, 圈线内为耕作土壤)
 Fig. 2 Scatter of 84 soil samples on the plane of first and third principle components (Numerals in this figure are No. of soil samples, soils in the circle are cultivated soil)

(二) 计算得出的特征值、相应的特征向量列于表 3。从表中累计方差贡献可见, 第一、第二主成分综合了原有信息的 75%, 第一、第三主成分综合了原有信息的 65%。以第一主成分为 x 轴, 分别以第二、第三主成分作 y 轴, 以各观测土壤主成分值在二维坐标空间作观测土壤散布图(见图 1, 图 2)。图 1 中, x 轴从左向右的方向反映土壤侵蚀由轻到重的排列; y 轴从下而上主要反映地面坡度由小到大, 土壤可蚀性由大到小的方向。图 2 中 y 轴从下而上主要反映土壤利用强度由小到大, 利用状况强度值由大到小的变化方向。

(三) 从图 1 和图 2 各观测土壤的主成分值, 易于明确各主成分的具体含义和看出侵蚀土壤与各主要侵蚀因子的关系。第一主成分反映出全县范围侵蚀土壤类型与各主要侵

表 3 特征值及相应特征向量

Table 3 Eigenvalues, eigenvectors and percentage of variance

	特 征 值 Eigenvalues			
	1	2	3	4
特 征 值 Eigenvalues	1.891	1.112	0.689	0.307
方差贡献% Percentage of variance	47.3	27.8	17.2	7.7
侵蚀因子 Erosion factors	特 征 向 量 Eigenvectors			
1. 土壤可蚀性 Erodibility	0.493	-0.615	-0.101	-0.607
2. 地面坡度 Slope	0.341	0.772	-0.280	-0.459
3. 土壤利用状况 Land utilization	0.622	-0.058	-0.450	0.638
4. 土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization	0.505	0.152	0.842	0.116

蚀因子的关系。受侵蚀愈严重的土壤, 侵蚀因子强度值愈高, 其土壤性状愈劣, 所处环境愈差。第二主成分主要反映山地和丘陵区侵蚀土壤与侵蚀因子的关系。这部分土壤的侵蚀主要受地面坡度所控制, 地面坡度大, 土壤侵蚀严重, 但是当侵蚀程度相同时, 地面坡度较大的地段, 常常又有较好的植被, 使土壤可蚀性强度值变小。第三主成分主要反映川地和台地耕作土壤与侵蚀因子的关系, 这部分土壤的侵蚀主要受利用干扰强度所控制。上述情况可由特征向量对各主成分的贡献显示出来(表 3)。

通过主成分分析, 对不同区段内侵蚀土壤与主要侵蚀因子的关系得到了阐明。

三、侵蚀土壤的判别分类

从主成分分析所作出的土壤散布图(图 1, 图 2)可看出, 有少数几个土壤在图中的分布位置与野外分类并不一致。如按野外分类属强度侵蚀土壤的 48, 49 号出现在中度侵蚀土类分布的范围。原因是侵蚀土壤类型的野外划分是按土壤保留发生土层及厚度判定

的,并没有很确定的数值指标,野外出现错分的情况是难免的。引进数值分析方法,采用主要侵蚀因子作为侵蚀土壤类型的划分指标,使侵蚀土壤分类有较严格的数值依据,可避免类型划分中的二义性。为此目的,应用逐步判别分析法对作主成分分析的同一原始资料进行分析处理^[3,8,9],主要结果如下:

(一) 判别分析共计算四步结束,四项主要侵蚀因子全部引为侵蚀土壤类型划分指标。各步引入的变量数和检验统计量列于表 4,判别系数列于表 5。

(二) 通过判别分析计算,在 84 个样品中 67 个土壤的野外分类与计算分类相一致,另 17 个不一致的按计算结果作了类型调整,使类型归属更趋合理(对所调整的类型列于表 6)。

表 4 计算引入的变量数和统计量检验值

Table 4 Selected variables and test statistics

计算步数 Steps	选取的变量 Selected variables	统计量检验值 Test statistics		
		F 值	" 值	χ^2 值
1	x_4 土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization	22.7	0.47	61.22
2	x_3 土壤利用状况 Land utilization	22.4	0.21	121.65
3	x_2 地面坡度 Slope	15.6	0.12	167.99
4	x_1 土壤可蚀性 Erodibility	7.0	0.09	191.67

表 5 判别系数

Table 5 The coefficients of the discriminant function

土类代号 No. of soil type	C_0	C_4	C_3	C_2	C_1
1	-2.41	0.31	0.09	0.61	0.87
2	-6.45	0.59	0.23	1.12	1.21
3	-17.43	1.36	0.67	1.63	1.38
4	-25.37	1.57	0.78	2.13	1.53
5	-47.91	2.15	1.13	2.69	2.45

(三) 建立判别方程。判别方程的基本形式是:

$$f_i(x_1, x_2, \dots, x_p) = \ln q_i + \sum_{k \in m} x_k C_{ki} + C_{0i}$$

其中 q_i 是观测样品的频率, C 是表 5 中的判别系数。将判别系数代入上述基本方程, 归并后得到判别方程组如下:

$$f_1 = -4.54 + 0.31x_4 + 0.09x_3 + 0.61x_2 + 0.87x_1$$

$$f_2 = -8.24 + 0.59x_4 + 0.23x_3 + 1.12x_2 + 1.21x_1$$

$$f_3 = -18.87 + 1.36x_4 + 0.67x_3 + 1.63x_2 + 1.38x_1$$

$$f_4 = -26.81 + 1.57x_4 + 0.78x_3 + 2.13x_2 + 1.53x_1$$

$$f_5 = -49.35 + 2.15x_4 + 1.13x_3 + 2.69x_2 + 2.45x_1$$

表 6 侵蚀土壤类型调整

Table 6 The rearrangement of eroded soil types

土壤代号 No. of soil type	侵蚀土壤类型* Eroded soil* types		侵蚀因子强度值 Coded value of intensity of erosion factors			
	野外分类号 Classified No. in field	计算分类号 Classified No. by computing	土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土地利用状况 Land utilization	土壤利用干扰强度 Damage from unreason- able land utilization
5	1	2	1	6	5	1
19	2	3	5	1	20	1
20	2	3	1	10	10	5
39	3	4	5	6	5	15
42	3	4	5	10	5	10
43	3	4	5	10	5	10
48	4	2	1	15	1	1
49	4	2	1	10	1	5
54	4	3	1	10	1	10
73	5	4	1	15	20	10
74	5	4	1	10	10	15
75	5	4	1	10	10	15
76	5	4	1	15	10	15
11	2	1	5	1	1	1
12	2	1	8	1	1	1
13	2	1	5	1	1	1
14	2	1	5	1	1	1

* 侵蚀土壤类型号 1, 2, 3, 4, 5 分别代表无明显侵蚀土壤, 轻度侵蚀土壤, 中度侵蚀土壤, 重度侵蚀土壤和剧烈侵蚀土壤。

* 1—Soil without erosion; 2—Slightly eroded soils; 3—Moderately eroded soils; 4—Severely eroded soils, 5—Very severely eroded soils.

这样, 使侵蚀土壤类型与主要侵蚀因子的关系用数学方程的形式表述出来。利用上述判别方程组可以确定该区新取土壤的类型。

四、分析结果的实际应用

根据上述分析结果, 可以进行土壤侵蚀趋向预报和提出治理水土流失的土壤分区。

(一) 利用上述判别方程组来判定侵蚀土壤类型, 实际使用时并不很方便。如果事先将所有可能出现的侵蚀因子强度值, 逐一代入方程组, 计算出侵蚀土壤的类型, 制成一份侵蚀土壤类型检索表, 使用时, 不须临时进行计算, 从表中即可查出所需判定的侵蚀土壤类型。通过计算已将 320 个侵蚀因子强度组合所判定的侵蚀土壤类型列于表 7。由于不同的侵蚀土壤类型, 有它相应的流失强度和流失量, 当维持一定的流失量时, 从表中可以查出各侵蚀因子强度值的可能变化; 同时, 当采用某一水土保持措施, 侵蚀因子强度值产生变化后, 也可以预报出侵蚀土壤类型的变化趋向。这样就能为制定水土保持措施提供依据。利用检索表还可以计算出每一侵蚀土类各侵蚀因子强度值出现的次数(表 8), 从而反映出某一侵蚀土类最可能出现的条件。从表 8 可见, 轻度侵蚀土壤类型, 其各侵蚀因

表 7 侵蚀土壤类型检索表

Table 7 Key of eroded soil types

侵蚀因子强度取值 Coded value of intensity of erosion factors				侵蚀土壤类型 Eroded soil types	侵蚀因子强度取值 Coded value of intensity of erosion factors				侵蚀土壤类型 Eroded soil types
土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土地利用状况 Land utilization	土壤利用干扰强度 Damage from unreasonnable land utilization		土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土地利用状况 Land utilization	土壤利用干扰强度 Damage from unreasonnable land utilization	
1	1	1	1,5	1	1	10	1	2	
1	1	1	10	2	6	10	5,10,15	3	
1	1	1	15	3	6	20	1,5	3	
1	1	5	1,5	1	6	20	10,15	4	
1	1	5	10	2	10	1	1,5	2	
1	1	5	15	3	10	1	10	3	
1	1	10	1,5	1	10	1	15	4	
1	1	10	10,15	3	10	5	1	2	
1	1	20	1	2	10	5	5,10	3	
1	1	20	5,10,15	3	10	5	15	4	
1	3	1	1,5	1	10	10	1	2	
1	3	1	10	2	10	10	5	3	
1	3	1	15	3	10	10	10,15	4	
1	3	5	1	1	10	20	1	3	
1	3	5	5	2	10	20	5,10,15	4	
1	3	5	10,15	3	15	1	1	2	
1	3	10	1	1	15	1	5,10,15	4	
1	3	10	5	2	15	5	1,5,10,15	4	
1	3	10	10,15	3	15	10	1,5,10,15	4	
1	3	20	1,5,10,15	3	15	20	1,5,10	4	
1	6	1	1,5	2	15	20	15	5	
1	6	1	10,15	3	1	1	1	1	
1	6	5	1,5	2	1	1	5,10	2	
1	6	5	10,15	3	1	1	15	3	

续表 7

侵蚀因子强度取值 Coded value of intensity of erosion factors				侵蚀因子强度取值 Coded value of intensity of erosion factors				侵蚀土壤类型 Eroded soil types
土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土地利用状况 Land utilization	土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization	土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土地利用状况 Land utilization	土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization	
5	1	5	1	8	3	10	5,10,15	3
5	1	5	5	8	3	20	1,5,10	3
5	1	5	10,15	8	3	20	15	5
5	1	10	1,5	8	6	1	1,5	2
5	1	10	10,15	8	6	1	10	3
5	1	20	1,5,10,15	8	6	1	15	4
5	3	1	1	8	6	5	1	2
5	3	1	5,10	8	6	5	5,10	3
5	3	1	15	8	6	5	15	4
5	3	5	1,5	8	6	10	1	2
5	3	5	10,15	8	6	10	5,10	3
5	3	10	1,5	8	6	10	15	5
5	3	10	10,15	8	6	20	1	3
5	3	20	1,5	8	6	20	5	4
5	3	20	10,15	8	6	20	10,15	5
5	6	1	1,5	8	10	1	1	2
5	6	1	10,15	8	10	1	5	3
5	6	5	1,5	8	10	1	10,15	4
5	6	5	10	8	10	5	1	2
5	6	5	15	8	10	5	5	3
5	6	10	1	8	10	5	10	4
5	6	10	5,10	8	10	5	15	5
5	6	10	15	8	10	10	1	3
5	6	20	1,5	8	10	10	5,10	4
5	6	20	10	8	10	10	15	5

5	6	20	15	5	8	10	10	20	10	20	1	4
5	10	1	1,5	2	8	8	10	20	10	20	5,10,15	5
5	10	1	10,15	4	8	8	15	1	15	1	1,5,10	4
5	10	5	1	2	8	8	15	1	15	1	15	5
5	10	5	5	3	8	8	15	5	15	5	1,5	4
5	10	5	10,15	4	8	8	15	5	15	5	10,15	5
5	10	10	1,5	3	8	8	15	10	15	10	1,5	4
5	10	10	10,15	4	8	8	15	10	15	10	10,15	5
5	10	20	1,5	4	8	8	15	20	15	20	1,5,10,15	5
5	10	20	10,15	5	10	10	1	1	1	1	1,5,10	2
5	15	1	1	2	10	10	1	1	1	1	15	3
5	15	1	5,10,15	4	10	10	1	5	1	5	1,5	2
5	15	5	1,5,10	4	10	10	1	5	1	5	10,15	3
5	15	5	15	5	10	10	1	10	1	10	1,5	2
5	15	10	1,5,10	4	10	10	1	10	1	10	10,15	3
5	15	10	15	5	10	10	1	10	1	20	1,5,10	3
5	15	20	1	4	10	10	1	20	1	20	15	5
5	15	20	5,10,15	5	10	10	3	1	1	1	1,5	2
8	1	1	1	1	10	10	3	1	1	1	10,15	3
8	1	1	5,10	2	10	10	3	1	1	5	1,5	2
8	1	1	15	3	10	10	3	3	3	5	10,15	3
8	1	5	1,5	2	10	10	3	3	3	5	10,15	3
8	1	5	10,15	3	10	10	3	10	3	10	1	2
8	1	5	1,5	3	10	10	3	10	3	10	5,10,15	3
8	1	10	10,15	2	10	10	3	20	3	20	1,5	3
8	1	10	10,15	3	10	10	3	20	3	20	10,15	5
8	1	20	1,5,10	3	10	10	6	1	6	1	1,5	2
8	1	20	15	5	10	10	6	1	6	1	10	3
8	3	1	1,5	2	10	10	6	1	6	1	15	4
8	3	1	10,15	3	10	10	6	5	6	5	1	2
8	3	5	1,5	2	10	10	6	5	6	5	5,10	3
8	3	5	10,15	3	10	10	6	5	6	5	15	5
8	3	10	1	2	10	10	6	5	6	5	1	2

续表 7

侵蚀因子强度取值 Coded value of intensity of erosion factors				侵蚀土壤类型 Eroded soil types	侵蚀因子强度取值 Coded value of intensity of erosion factors				侵蚀土壤类型 Eroded soil types
土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土地利用状况 Land utilization	土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization		土壤可蚀性 Erodibility	地面坡度 Slope	土地利用状况 Land utilization	土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization	
10	6	10	5	3	10	10	1	3	
10	6	10	10	4	10	10	5	4	
10	6	10	15	5	10	10	10,15	5	
10	6	20	1	3	10	20	1	4	
10	6	20	5,10,15	5	10	20	5,10,15	5	
10	10	1	1	2	10	1	1,5	4	
10	10	1	5	3	10	1	10,15	5	
10	10	1	10	4	10	5	1,5	4	
10	10	1	15	5	10	5	10,15	5	
10	10	5	1	2	10	10	1	4	
10	10	5	5,10	4	10	10	5,10,15	5	
10	10	15	15	5	10	20	1,5,10,15	5	

表 8 各侵蚀土类中侵蚀因子强度值出现的总次数

Table 8 Frequencies of the intensity values of erosion factors on different soil types

侵蚀因子 Factors	各级强度值 Intensity values	在侵蚀土壤类型中出现的次数 Sum of emergence in each eroded soil type				
		无明显侵蚀土壤 Without apparent erosion	轻度侵蚀土壤 Slightly eroded soil	中度侵蚀土壤 Moderately eroded soil	强度侵蚀土壤 Severely eroded soil	剧烈侵蚀土壤 Very severely eroded soil
土壤可蚀性 Erodibility	1	10	16	30	23	1
	5	3	20	28	21	8
	8	1	17	27	16	19
	10	0	18	24	12	26
地面坡度 Slope	1	7	21	32	0	2
	3	5	19	37	0	3
	6	2	18	27	10	9
	10	0	11	13	26	14
	15	0	2	0	36	26
土壤利用状况 Land utilization	1	8	31	19	19	4
	5	3	23	26	19	8
	10	3	16	31	19	11
	20	0	1	33	15	31
土壤利用干扰强度 Damage from unreasonable land utilization	1	9	38	15	15	2
	5	5	26	25	18	7
	10	0	7	37	21	15
	15	0	0	32	18	30

子强度值均较小, 而强度侵蚀土壤类型则相反。这与主成分分析的结果是一致的。还可看出, 无明显侵蚀土壤在香黄土上、在大于 20° 的坡地上、在坡耕地、光坡地和利用干扰强的土壤上都不可能出现的等等。

(二) 侵蚀土壤分区。根据上述主成分的实际含义, 和各观测土壤在散布图上的相对位置, 可将全县侵蚀土壤进行三级分区:

第一级分区。根据第二主成分主要反映侵蚀土壤与地面坡度因子间的关系, 在图 1 中山丘土壤与耕作土壤明显分开(图 1 中山丘土壤用 II、耕作土壤用 I 表示), 而且表明山丘土壤地面坡度更大。

第二级分区。根据第一主成分反映侵蚀土壤与各侵蚀因子的综合关系, 图 1 中沿 * 轴方向表示侵蚀加剧的方向, 据此可将山丘土壤和耕作土壤划分为侵蚀轻度、中度和强度的土壤(图中分别用 1, 2, 3 表示)。

综上所述可见, 将一些观测资料和文字记录资料, 采用数码记值法, 进行多元分析处理, 可以使研究工作达到数值化, 但这种数值化并不具备完全的定量要求。但是由于这一方法可以综合更多方面的信息资料, 结果反映出研究客体中的类型差异是相对稳定的, 结论更能与客观实际相符, 因而使得这一研究方法更具实际意义。然而还须进一步工作, 在数值化的基础上达到定量化, 规范化, 例如各侵蚀土壤类型所对应的土壤侵蚀量, 取得可度量的土壤内在性质的可蚀性指标等都还有待研究和解决。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院计算中心概率统计组, 1979: 概率统计计算。科学出版社。
- [2] 中国科学院地质研究所, 1977: 数学地质引论。地质出版社。
- [3] 哈博 J. W., 梅里亚姆著 D. F. (张启锐译, 1978), 1968: 电子计算机在地层分析中的应用。科学出版社。
- [4] Sarkar, P. K., Bidwill, O. W. and Marcus, L. F., 1966: Selection of characteristics for numerical classification of soils. *Proc. Soil Sci. Am.* 30: 269—272.
- [5] George E. Forsythe, Michael A. Malcolm, Cleve B. Moler, 1977: Computer methods for mathematical computations. Prentice-hall, INC.
- [6] Bidwell, O. W., and Hole, F. D., 1964: Numerical taxonomy and soil classification. *Soil Sci.* 97: 58—62.
- [7] John C. Davis, 1973: Statistics and data analysis in geology. John Wiley and Sons, INC., London.
- [8] Webster R., 1977: Quantitative and numerical methods in soil classification and survey. Clarendon Press, Oxford.
- [9] Webster R. and Burrough P. A., 1974: Multiple discriminant analysis in soil survey. *J. Soil Sci.* 25: 120—130.

STUDY ON THE NUMERICAL CLASSIFICATION AND DELIMITATION OF ERODED SOILS IN GUYUAN COUNTY, NINGXIA AUTONOMOUS REGION

Yang Yan-sheng and Shi De-ming

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

Summary

Numerical classification and delimitation of eroded soils in Guyuan county, Ningxia autonomous region were studied by means of the principal components and stepwise discriminatory analysis based on the data from the field observation and numerical coding.

In this study, 84 different eroded soil samples were collected and analysed and four important factors which influenced soil erosion were used as variables for calculation.

On the basis of grouping of intensities of the erosion factors, the intensity values for every eroded soil were used as observable values of the variables.

Through stepwise discriminatory analysis, the types of 17 soils among 84 eroded soils are adjusted, furthermore the discriminatory equations are established. The key of eroded soil types is compiled based on the data calculated from the equations. The types of eroded soils can be discriminated and development tendency of soil erosion can be predicted with the add of the key. The study on eroded soils by means of principal components reveals the relationship between eroded soil types and principal erosion factors; and on the basis of this study a delimitation scheme of eroded soil regions is suggested.