

太湖流域苏皖汇流区土壤可蚀性 K 值及其应用的研究*

卜兆宏 杨林章

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

卜宇行

(新加坡国立大学化学系 119260)

吴嘉裕

(江苏省水土保持办公室 210029)

摘要 利用土壤普查成果中的土壤图和理化分析等资料, 采用公式计算法研究了该区土壤的可蚀性 K 值, 改进和完善了 K 值图编制方法, 并用微机首次制出具有准确几何位置、可与地形图配准的土壤可蚀性 K 值图。同时, 还依据该区 K 值的分布特点讨论了它在水土保持、土壤年流失量监测、生态农业建设和防洪减灾中的应用。

关键词 土壤可蚀性(K) K 值图 土壤年流失量

中图分类号 S157

太湖流域向为我国富庶宝地, 尤其改革开放以来, 经济发展更为迅速, 既是高产优质高效农业区, 又是各种工矿交通企事业高度发达区。然而, 太湖水质严重恶化、洪灾频发等令人堪忧的景象, 则表明该流域是我国地道的生态环境脆弱区。为治水质恶化, 国家已大力关停产出污水的工厂, 但还无法解决使水质富营养化的面源污染问题。为防洪灾, 1991 年特大洪灾后国家已投资修建了环湖堤, 但从 1996 年、1999 年高洪水位来看, 加高湖堤的年代又为期不远了。可见, 解决太湖流域的生态环境脆弱问题必须抓治本!

太湖流域生态脆弱的头号问题, 与全国一样仍然是严重的水土流失, 因水质恶化和洪灾频发均与之密切相关。导致水土流失严重的原因, 既有自然因素, 也有人为因素。自然因素有降雨、土壤、地形和植被等所反映的侵蚀动力、侵蚀对象、加速动力和抑制动力等因素。人为因素既有顺乎自然的合理开发利用土地方式和各种坡改梯保土农作措施的积极因素, 也有违背自然的陡坡毁林草开荒、全垦造林或造观赏竹梅园和各种农作或工程中弃土行为的消极因素。抓治本, 应在首先查明其自然因素基础上, 因地制宜提倡人为的积极因素, 而禁止其一切消极因素。

土壤是水土流失的侵蚀对象。土壤可蚀性 K 值, 由该类土壤表土理化性质决定, 其大小反映它被降雨侵蚀力 R 击溅、剥离、搬运的易难程度。 R 与 K 在水土流失中可谓是

* 江苏省科工委项目(No. BE98616) 和国家自然科学基金项目(No. 40171060) 资助

收稿日期: 2000-06-20; 收到修改稿日期: 2000-09-26

一对十分重要的自然因素。从矛盾论看, R 属外因, 而 K 则为内因。对太湖流域的 R 值及其应用, 笔者曾在 1991 年特大洪灾后作过研究, 其 R 值较黄土高原大 2~6 倍, 是导致洪灾的主因^[1]。太湖流域的 K 值及其空间分布图则至今未见报导。为查明太湖流域水土流失严重的生态脆弱原因, 特对其苏皖汇流区土壤的 K 值及其分布和应用开展了研究, 取得了预期成果。

1 研究资料与方法

1.1 太湖流域苏皖汇流区概况

依据地表径流最终流入太湖的原则划分, 太湖流域苏皖汇流区比常称的太湖流域小, 其西半部为山丘岗地, 皆以分水岭为界; 其东半部虽有不少低山高丘但多为平原, 北以南北向公路、奔牛至苏州沪宁铁路为界, 东以苏州至平望沿京杭运河西岸公路为界, 南以平望至南浔省界公路、省界和太湖南岸湖堤、西南湖岸为界。区内面积 11 341.19 km², 涉及苏南南京市小部、镇江市南半部、常州市大部、无锡南半部、苏州西南部和安徽郎溪、广德县北部。其最高山是黄塔顶(海拔高) 612m, 次高是高丽山 425m, 第三高是茅山 410m, 最低处是马山镇北围垦地-1m。

1.2 研究资料

主要是各地在第二次全国土壤普查中所取得的成果资料, 有土壤图和土壤志。在该区收集的资料有 1:20 万的南京市、镇江市、常州市、无锡市、苏州市土壤图和土壤志, 有 1:5 万郎溪县、广德县土壤图和土壤志。在各土壤志中均可查到相应土壤图中每类上图图斑的土种或土属的理化性质资料, 有典型土壤剖面的, 也有同类土统计均值的资料。

1.3 研究方法

1.3.1 土壤可蚀性(K)值求取方法 利用土壤理化性质求取 K 值的方法, 有公式法、查诺谟图法、查图表法、自然降雨实测法和模拟降雨实测法^[2~4]。查图表法虽有可直接利用土壤普查的质地名的优点, 但限于质地名只有 12 种和所定质地名的准确性, 影响了它在本研究中采用。自然降雨实测法需至少一周年时间, 而模拟降雨实测因模拟困难使 K 值欠准。公式法可获得较多和较好反映土壤理化性质差异的 K 值, 但其关键是各参数的确定和土壤粒级制的转换。

本研究采用的主要是公式法, 因该法在山东全省山丘区应用的结果表明, 对其参数的确定算法是可行的, 加上在本研究前建立了土壤粒级制的转换算式, 从而使公式法得到改进和完善。此外, 1999 年 1 月 23 日~2000 年 2 月 12 日在典型地段还用表桩法, 作了土壤周年流失厚度及其影响因素(包括 R 、土壤理化性质、坡度、坡长等)的实测。

1.3.2 土壤可蚀性(K)值图编制法 为获得该区 K 值图, 采用扫描输入直接编辑法, 即将所收集的土壤图直接扫描输入微机, 选用合适软件包, 经编辑、细化、矢 \vec{r} 栅化后, 与先前建立的数字高程模型 DEM 配准, 在求出各类土壤 K 值后, 运行新编软件则可获得能与地形图准确套合的全区 K 值分布图。

2 结果和讨论

2.1 太湖流域苏皖汇流区的土壤可蚀性 K 值

该区苏南五市(涉及 15 个县级市)有 98 种和皖省 2 个县有 49 种, 共计 147 种 K 值。其中, 含两种土的复域图斑分别按 60% 和 40% 乘前后类土的 K 值计为新一类 K 值。这些 K 值除用公式法计算外, 还用查诺谟图法、查图表法作了验证。该区 K 值变化于 0.0243

(广德红壤性扁石土)~ 0.5752(郎溪白泥田)。限于篇幅,仅列出镇江市和广德、郎溪县部分土壤的 K 值,如表 1 所示。

表 1 镇江市和广德、郎溪县部分土壤的可蚀性 K 值

Table 1 Soil erodibility (K) value for major soil types in Zhenjiang city and Guangde & Langxi counties

土壤名称	表土质地名(中国制)	土壤可蚀性(K)值	土壤名称	表土质地名(中国制)	土壤可蚀性(K)值
Soil type	Soil texture (Chinese)	Erodibility of soil (K) value	Soil type	Soil texture (Chinese)	Erodibility of soil (K) value
黄白土	粉土	0.4792	粗骨土	粉壤	0.2277
灰沙土	粉土	0.4603	黄刚土	粉土	0.3731
粉沙土	粉土	0.4612	棕石灰土	粉土	0.3066
狗头沙	粉土	0.4496	白泥田	粉土	0.5752
马肝土	粉土	0.4246	砂泥田	粉土	0.4304
黄泥土	粉土	0.3344	棕石灰土	粉黏土	0.1522
刚黄泥土	粉土	0.4016	黄棕壤	粉壤土	0.0559
乌泥土	黏壤土	0.2907	石黄红壤	粉土	0.5263
青泥条	黏土	0.3755	黄白土	黏壤土	0.3728
黄泥白土	粉土	0.4268	细黄红土	粉壤土	0.0243
香灰土	中壤	0.1594	红壤性土	粉土	0.4520
黄砂土	粉土	0.2730	细黄红壤	面沙土	0.1159

注:表中 K 值为美习用单位,即 $\text{short ton} \cdot \text{a} \cdot \text{h} / (100\text{ft} \cdot \text{short ton} \cdot \text{a} \cdot \text{in})$; 将其乘以 0.1317 则可转变为国际制单位 $\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h} / (\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^2)$

2.2 太湖流域苏皖区土壤可蚀性 K 值图

太湖流域苏皖汇流区土壤的 K 值图,虽是在各市县图上由微机处理制成,但它不存在原土壤图因数学基础差而难与地形图套合和市县间接边遗漏或重叠的现象。为便于 K 值图的应用,它以像元形式来反映全区 12601317 个像元(每个为 $30 \times 30\text{m}^2$)的 K 值差异。依据 K 值大小将该区土壤 147 种 K 值可归纳成较易蚀、易蚀、较难蚀、难蚀四大类可蚀性土壤,各类 K 值的面积详见表 2。全区 K 值的均值为 0.3767。该区 147 种 K 值,按 $K \leq 0.05$ 、 $0.05 \sim 0.1$ 、 $0.1 \sim 0.2$ 、 $0.2 \sim 0.3$ 、 $0.3 \sim 0.4$ 、 $0.4 \sim 0.5$ 、 $0.5 \sim 0.5753$ 共以七种颜色喷打出 A4 幅面的 K 值胶片图。限于将其彩色制版费高,故本文省略之。

表 2 太湖流域汇流区表层土壤的各类 K 值分布面积

Table 2 The distribution area of K value of different types in the Taihu Lake Catchment

K 值类名	K 值变化范围	分布面积	K 值类名	K 值变化范围	分布面积
K value types	Change range of K value	Distribution area (km^2)	K value types	Change range of K value	Distribution area (km^2)
难蚀土	0.024~ 0.1	9.2241	较易蚀土	0.3~ 0.4	3353.9913
较难蚀土	0.1 ~ 0.3	1334.4408	易蚀土	0.4~ 0.58	3235.8359

2.3 土壤可蚀性 K 值和 K 值图的应用

2.3.1 太湖流域苏皖汇流区土壤 K 值较大

表 1、表 2 和 K 均值都反映该区土壤 K 值

较我国南方土壤 K 均值大,属较易蚀土、易蚀土共占全区总面积 58.1%,占陆地面积的 83.06%。该区 K 值较大的原因:首先是由该区土壤的质地决定,该区土壤表层的质地绝大多数为粉土,转换为 0.1~0.002mm 土粒级含量多数为 65% 以上;其次是土壤有机质含量多数低于 3%,化肥用量过多,使土壤结构不良,渗透性差。当降雨侵蚀力大时出现的地表径流,就使这些 K 值较大的土壤被击溅、剥离、搬运而随径流流入水域。可见, K 值较大和分布面积广是该区生态脆弱的重要原因。

2.3.2 在水土保持中的应用 针对该区土壤 K 值较大和分布面积广的特点,必须强化水土保持管理。该区土壤虽比黄土高原的最大 K 值(黄绵土 $K=0.67$)小,但该区 R 值远较黄土高原大^[1],更应重视和强化水土保持管理。凡是土壤 K 值较大的地方,平原渠沟坡地应种护土树草而禁止种植那些常耕翻土的作物(如蔬菜、红薯),丘岗坡耕旱地务必改造为有高埂的水平梯地,山区应提倡等高种植茶园、穴垦造林而禁止顺坡耕种茶树、全垦毁林草种树和开矿、开发、采石等乱动土弃土行为。目前,在太湖周边的山丘岗地,如南部的宜兴、溧阳、高淳、郎溪、广德,西部的句容、金坛、丹徒、丹阳,以及无锡、苏州都存有少量需予以禁止的乱动土弃土行为。较大 K 值土壤的具体位置可从 K 值图上直接查出,甚至可算出其 XY 坐标。

K 值图在水土保持中的另一应用,就是土壤年流失量的监测^[5]。 K 值图与其它土壤侵蚀因子图(如 R 值图、地形因子 SL 图、植被或作物覆盖与保土措施因子 CP 图)配合,可满足监测模型要求,快速获得每个像元监测年的土壤年流失量、部颁流失现状图与防治预报图及其各级面积数,并统计出全区的土壤年流失(入水域)总量。其统计的汇流区流失总量,与相应水文站测算值比,可超过 80% 的一致性^[6]。这些监测结果,正是强化水土保持管理,尤其按《中华人民共和国水土保持法》执法所急需的科学依据。

2.3.3 在生态农业建设和防洪减灾中的应用 K 值和 K 值图在生态农业建设中应用,除了有与水土保持相同的应提倡和禁止的人为活动外,主要是针对该区土壤 K 值较大应采取可减小土壤 K 值和提高土壤质量的农业耕作措施。例如,增施有机肥,既可提高土壤有机质含量,又可改善土壤结构,则可使该类土壤的 K 值由大于 0.3 变成小于 0.3;又如,压缩化肥农药的施用量,既可减轻土壤板结,又可增强土壤渗透性和减缓太湖水质恶化,同样能收到减小 K 值的效果。在南部高 R 值和较大 K 值的山丘岗地,务必提高地埂的保土生态效益和务必深化耕作制变革,寻找到既经济高效又在汛期少动或不动土的植物品种。

K 值和 K 值图在防洪减灾中的应用,主要是利用其监测出的全区土壤年流失总量,为防洪减灾提供决策依据。根据土壤年流失总量,可以较准确算出每年太湖水域减少的水容量,再依据来年在该区水灾发生周期位置,汛前及早作出排水调度、加高湖堤等防洪减灾治标措施的决策,并对造成淤积沙源地段(即水土流失严重区)实施强化水土保持与防洪减灾治本措施的长防决策。

3 结 论

综上所述,可得出以下结论:(1)土壤可蚀性 K 值较大、分布面积广,是该区生态环境

脆弱的重要原因; (2) 增施有机肥、压缩化肥用量是减小该区 K 值的重要生态农业措施; (3) 土壤可蚀性 K 值和 K 值图在水土保持、流失量监测、生态农业建设和防洪减灾中很有应用价值。

参 考 文 献

1. 卜兆宏. 长江流域太湖区降雨侵蚀力及其应用的研究. 农村生态环境(学报), 1994, 10(4): 1~ 6
2. 卜兆宏, 李全英. 土壤可蚀性(K)值图编制方法的初步研究. 农村生态环境(学报), 1995, 11(1): 5~ 9
3. Wischmeier W H, Smith D D. Predicting Rainfall Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning. USDA, ARS, Agricultural Handbook 537, Washington, D. C., 1978. P76
4. 史学正等. 用人工模拟降雨仪研究我国亚热带土壤的可蚀性. 水土保持学报, 1995, 9(3): 38~ 42
5. 卜兆宏, 孙金庄, 周伏建. 水土流失定量遥感方法及其应用的研究. 土壤学报, 1997, 34(3): 235~ 245
6. 卜兆宏等. 应用水土流失定量遥感方法监测山东全省山丘区的研究. 土壤学报, 1999, 37(1): 1~ 8

SOIL ERODIBILITY (K) VALUE AND ITS APPLICATION IN TAIHU LAKE CATCHMENT

Bu Zhao hong Yang Lin zhang

(*Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

Bu Yi hang

(*National University of Singapore, Department of Chemistry 119260*)

Wu Ji a-yu

(*Office of Water and Soil Conservation, Jiangsu Province 210029*)

Summary

The soil erodibility (K) value in this region was investigated with the formula calculation method, based on the physical and chemical properties of soil and soil map of the soil survey. In this study, a K value map well registered with the topographic map was made, in which accurate geographic positions could be located. Meanwhile, applications of the K value map in soil and water conservation, monitoring of soil loss, ecological agricultural construction and reducing floods were also discussed.

Key words Soil erodibility (K), Map of K value, Monitoring annual soil losses