

滇东北山区坡耕地水土流失 直接经济损失评估^{*}

杨子生

(云南大学地球科学系 昆明 650091)

提 要 应用新兴的环境经济评价理论和方法,定量测算了滇东北山区坡耕地水土流失的直接经济损失,包括养分流失损失、水分流失损失和泥沙流失损失3方面内容。

关键词 坡耕地 水土流失 直接经济损失 市场价值法 影子工程法

分类号 《中图法》S157.1.X196

1 水土流失直接经济损失的计算方法

水土流失的经济损失包括直接经济损失(Direct Economic Loss)和间接经济损失(Indirect Economic Loss)两大部分。前者包括养分流失损失、水分流失损失和泥沙流失损失3个方面;后者则颇为复杂,如水土流失引起土壤肥力和作物产量降低的损失,泥沙淤积水库引起水库蓄水和灌溉能力下降的损失,泥沙冲淹农田引起弃耕的损失等^[1]。由于资料和条件所限,本文只进行直接经济损失评估。

1.1 养分流失损失的计算方法

这里所说的土壤养分,主要考虑氮、磷、钾3种元素。其计算方法我们选用“市场价值法”(Market Value Technique),这是一种基本的效益费用分析法,在国外已被用于环境质量变化效益评价中^[2]。具体到本文的养分流失损失来讲,将一地某种养分的流失数量(t/a)乘以相应的市场价格(元/t),即可得出该地该种养分流失的经济损失(元/a)。应指出,由于确定合理的市场价格往往困难,故这里统一以1990年不变价来计算,各种肥料单价均由云南省农资公司提供。

1. 氮素流失损失 一地的土壤氮素流失量折算成氮肥数量(t)与氮肥市场价格(元/t)的乘积。计算式

$$E_n = L_n \cdot C_n \cdot P_n \quad (1)$$

$$L_n = 10^{-6} \cdot A \cdot N \quad (2)$$

式中, E_n 代表氮素流失损失(元/a); L_n 代表氮素流失量(t); A 代表土壤流失量(t/a)(见文献[3]测算结果); N 代表土壤碱解氮平均含量(ppm),系由典型分析测算得出(见表1); C_n 为碱解氮折算为硫酸铵的系数,其值为4.762; P_n 为硫酸铵价格(元/t),按1990年不变价计约为680元/t。

2. 磷素流失损失 土壤磷素流失量折算成磷肥数量(t)与磷肥市场价格(元/t)的乘积,计算式

$$E_p = L_p \cdot C_p \cdot P_p \quad (3)$$

$$L_p = 10^{-6} \cdot A \cdot P \quad (4)$$

式中 E_p 代表磷素流失损失(元/a); L_p 代表磷素流失量(t); A 同式(2); P 代表土壤速效磷平均含量(ppm),系由典型分析测算得出(见表1); C_p 为速效磷折算为过磷酸钙的系数,其值为3.373; P_p 为过磷酸钙价格(元/t),按1990年不变价计为280元/t。

^{*}国家自然科学基金资助项目(编号49461007)。

收稿日期:1999-03-25。

3. 钾素流失损失 土壤钾素流失量(折算成钾肥数量)(t)与钾肥市场价格(元/ t)的乘积。计算式为

$$Ek = Lk \cdot Ck \cdot Pk \quad (5)$$

$$Lk = 10^{-6} \cdot A \cdot K \quad (6)$$

式中 Ek 代表钾素流失损失(元/ a); Lk 代表钾素流失量(t); A 同式(2); K 代表土壤速效钾平均含量(ppm), 系由典型分析测算得出(见表1); Ck 代表速效钾折算成氯化钾的系数, 其值为1.667; Pk 代表氯化钾价格(元/ t), 按1990年不变价计为700元/ t 。

4. 养分流失总损失 即氮、磷、钾3种主要元素流失损失之和。若用 E_N 代表之, 则其计算式为

$$E_N = E_n + E_p + E_k \quad (7)$$

1.2 水分流失损失的计算方法

土壤水分流失的经济损失, 我们选用“影子工程”法(“Shadow Engineering” Technique)来计算。影子工程法是“恢复费用法”的一种特殊形式, 它是国外评价环境价值的价值时所用的方法之一。当环境价值难以评价或由于发展计划而可能失去环境价值时, 常常借助于能提供替代环境价值的补偿工程的费用, 来确定选择方案的顺序^[2]。例如, 当娱乐场所或渔业生产将被发展计划所破坏或受损时, 原则上可用一定量的投资来创造相同的环 境商品产量和价值。这就是所谓的“影子工程”法。这里应用此法来计算土壤水分流失的经济损失, 实际上就是要计算出能替代被流失的土壤水分的补偿工程所需的费用, 可用农用水库工程作为替代物, 故一地的土壤水分流失的经济损失(元/ a)也就是该地所流失的土壤水量(m^3/a)与修建每 m^3 农用水库所需投资费用(元/ m^3)的乘积。其计算式为

$$E_w = L_w \cdot M \quad (8)$$

$$L_w = 10^3 \cdot La \cdot D \cdot Bd \cdot W \quad (9)$$

式中 E_w 代表水分流失损失(元/ a); L_w 代表土壤水分流失量(t 或 m^3 , 因为水的比重约为 $1.0 t/m^3$); La 代表土壤流失面积(km^2) (本文即为全部坡耕地面积); D 代表所流失的土壤厚度(即侵蚀深度)(mm/a); Bd 代表土壤容重(g/cm^3 或 t/m^3), 取平均值为 $1.25 g/cm^3$; W 为土壤平均含水量(%) (见表1); M 为修建每 m^3 农用水库投资费用(元/ m^3), 按1990年平均水平计为 0.60 元/ m^3 。

1.3 泥沙流失损失的计算方法

与上述土壤水分流失损失一样, 泥沙流失的经济损失亦选用“影子工程”法来计算, 只是泥沙流失损失的替代物为拦截泥沙工程的投资费用, 亦即一地的泥沙流失经济损失就是该地的泥沙流失量(m^3/a)与拦截每 m^3 泥沙工程的投资费用(元/ m^3)之乘积。其计算式可表示为

$$E_s = L_s \cdot G \quad (10)$$

$$L_s = A/Bd \quad (11)$$

式中 E_s 代表泥沙流失损失(元/ a); L_s 代表泥沙流失量(m^3); A 同式(2); G 代表拦截 $1 m^3$ 泥沙工程投资费用(元/ m^3), 按1990年平均水平计为 1.50 元/ m^3 ; Bd 同式(9)。

1.4 水土流失直接经济损失总量的计算

水土流失直接经济损失总量即养分流失损失、水分流失损失和泥沙流失损失之和, 按下式计算

$$E_t = E_n + E_w + E_s \quad (12)$$

式中 E_t 代表水土流失直接经济损失总量(元/ a); E_n , E_w , E_s 分别见式(7)、式(8)和式(10)。

表1 滇东北山区各县(市)坡耕地土壤平均有效养分和含水量

Table 1 The average readily available nutrient and water content of soils of the sloping cultivated land of every county (city) in the north-east mountain region of Yunnan province

县(市)	土壤有效养分平均含量(ppm)			土壤平均含水量(%)
	碱解氮	速效磷	速效钾	
昭通市	129.2	12.1	127.5	10.23
鲁甸县	121.3	11.6	122.0	12.79
巧家县	125.0	10.5	121.2	9.68
盐津县	127.4	11.1	123.3	15.69
大关县	120.2	9.5	121.4	17.06
永善县	121.0	9.8	120.5	10.23
绥江县	123.4	9.6	125.3	15.35
镇雄县	124.2	10.1	121.5	14.75
彝良县	125.9	10.2	120.1	10.24
威信县	119.2	10.3	122.9	19.19
水富县	123.1	10.6	121.6	17.06
东川市	124.4	11.5	122.3	8.14
宣威市	119.4	10.1	118.2	12.79
会泽县	114.5	9.5	116.3	10.19

应指出,按式(12)计算的结果为经济损失的绝对量,因各地的土地面积大小很不相同,难以进行地区间的对比,故还应在式(12)计算结果的基础上,换算成相对损失量(元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$),即单位面积(km^2)的年均水土流失直接经济损失(元),其计算式为

$$Ea = Et / La \quad (13)$$

式中 Ea 为水土流失直接经济损失相对量(元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$); Et 同式(12); La 该地坡耕地面积(km^2)。

2 计算结果简析

结果(表 2, 3)表明,本区坡耕地水土流失造成土壤有效养分年均流失量 24 907.11 t,其中碱解氮流失量 12 013.18 t,速效磷流失量 1 014.16 t,速效钾流失量 11 879.77 t,相当于化肥厂每年需要多生产 57 206.76 t 氮肥(硫酸氨)、3 420.76 t 磷肥(过磷酸钙)、19 803.58 t 钾肥(氯化钾);年均土壤水分流失量达 $1\,267.17 \times 10^4 \text{ t}$ (或 m^3),相当于每年要投资修建 126.7 座库容为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的小(一)型水库;年均泥沙流失量达 $7\,858.24 \times 10^4 \text{ m}^3$,相当于每年要投资修建 78.6 项拦沙规模为 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的拦沙工程!

表 2 滇东北山区坡耕地土壤年均养分、水分和泥沙流失量

Table 2 The annual average nutrient, water and sediment loss amount of soil of sloping cultivated land in the northeast mountain region of Yunnan province

地、县(市)	土壤养分流失量(t)				土壤水分流失量 (万 t 或万 m^3)	泥沙流失量 (万 m^3)
	碱解氮	速效磷	速效钾	小 计		
昭通地区合计	9181.86	774.50	9046.39	19002.75	998.28	5932.64
其中: 昭通市	689.58	64.58	680.51	1434.67	54.60	426.98
鲁甸县	614.23	58.74	617.77	1290.74	64.76	405.10
巧家县	910.83	76.51	883.14	1870.48	70.53	582.93
盐津县	941.07	81.99	910.78	1933.84	115.90	590.94
大关县	555.64	43.91	561.18	1160.73	78.86	369.81
永善县	973.47	78.84	969.45	2021.76	82.30	643.61
绥江县	278.02	21.63	282.30	581.95	34.58	180.24
镇雄县	1842.73	149.85	1795.99	3788.57	218.84	1186.94
彝良县	1268.28	102.75	1209.85	2580.88	103.15	805.90
威信县	946.40	81.78	975.78	2003.96	152.36	635.17
水富县	161.61	13.92	159.64	335.17	22.40	105.02
东川市	278.54	25.75	273.84	578.13	18.23	179.13
宣威市	1295.02	109.55	1282.01	2686.58	138.72	867.69
会泽县	1257.76	104.36	1277.53	2639.65	111.94	878.78
滇东北合计	12013.18	1014.16	11879.77	24907.11	1267.17	7858.24

表 3 滇东北山区坡耕地年均水土流失直接经济损失

Table 3 The annual average direct economic loss of soils erosion in the northeast mountain region of Yunnan province

地、县(市)	绝对损失(万元/a)						合计	相对损失 (元/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
	养分流失损失				水分流 失损失	泥沙流 失损失		
	氮	磷	钾	小计				
昭通地区合计	2973.23	73.14	1055.62	4101.99	598.97	8898.96	13599.92	21390.76
其中: 昭通市	223.30	6.10	79.41	308.81	32.76	640.47	982.04	15011.36
鲁甸县	198.90	5.55	72.09	276.54	38.86	607.65	923.05	18656.37
巧家县	294.94	7.23	103.05	405.22	42.32	874.40	1321.94	18069.34
盐津县	304.73	7.74	106.28	418.75	69.54	886.41	1374.70	27716.96
大关县	179.93	4.15	65.48	249.56	47.32	554.71	851.59	23409.35
永善县	315.23	7.45	113.13	435.81	49.38	965.42	1450.61	22775.28
绥江县	90.02	2.04	32.94	125.00	20.75	270.36	416.11	21728.87
镇雄县	596.70	14.15	209.57	820.42	131.30	1780.41	2732.13	19288.34
彝良县	410.69	9.70	141.18	561.57	61.89	1208.85	1832.31	22975.41
威信县	306.46	7.72	113.86	428.04	91.41	952.75	1472.20	31487.41
水富县	52.33	1.31	18.63	72.27	13.44	157.53	243.24	22610.15
东川市	90.20	2.43	31.95	124.58	10.94	268.70	404.22	10727.82
宣威市	419.35	10.35	149.60	579.30	83.23	1301.53	1964.06	14163.88
会泽县	407.28	9.86	149.08	566.22	67.16	1318.17	1951.55	15399.24
滇东北合计	3890.06	95.78	1386.25	5372.09	760.30	11787.36	17919.75	19086.68

按 1990 年不变价格计算, 全区坡耕地年均水土流失直接经济损失达 17 919.75 万元, 约相当于本区 1996 年农业总产值(379 468 万元)的 4.72%。其中, 年均土壤养分流失损失 5 372.09 万元, 占直接经济总损失的 29.98%; 水分流失损失 760.30 万元, 占直接经济总损失的 4.24%; 泥沙流失损失 11 787.36 万元, 占直接经济总损失的 65.78%。全区坡耕地水土流失年均直接经济损失相对量达 19 086.68 元/km²·a, 多数县(市)达 15 000~27 000 元/km²·a, 威信县则高达 31 487.41 元/km²·a。这一结果从灾害经济学角度表明了滇东北山区坡耕地水土流失的极其严重性。

参 考 文 献

- 1 杨子生, 谢应齐. 云南省水土流失直接经济损失的计算方法与区域特征. 云南大学学报(自然科学版), 1994, 16(增刊 1): 99~106
- 2 Hufschmidt M M, Dixon J, James D, et al. Environment, natural systems and development: An economic valuation guide. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986. 88~168
- 3 杨子生. 滇东北山区坡耕地水土流失状况及其危害. 山地学报, 1999, 17(增刊): 25~31

THE DIRECT ECONOMIC LOSS OF SOIL EROSION OF SLOPING CULTIVATED LAND IN THE NORTHEAST MOUNTAIN REGION OF YUNNAN PROVINCE

YANG Zisheng

(Department of Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091)

Abstract Using the new theory and technique of the economic valuation of environment (including market value technique, shadow engineering technique, etc.), the author in this paper calculated quantitatively the direct economic loss of soil erosion of the sloping cultivated land in the northeast mountain region of Yunnan province, which includes three parts, i. e. readily available nutrient loss, water loss and sediment loss. According to the price in 1990, the annual average direct economic loss of soil erosion of the sloping cultivated land in this region arrived at 17919.75×10^4 yuan (Renminbi), and in it, the losses of readily available nutrient, water and sediment were respectively 5372.09×10^4 yuan, 760.30×10^4 yuan and 11787.36×10^4 yuan.

Key Words sloping cultivated land, soil erosion, direct economic loss, market value technique, shadow engineering technique