

土地资源质量及可持续利用宏观评价指标与 TLEL 模式

朱照宇 邓清禄 匡耀求 欧阳婷萍 黄宁生

(中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640)

摘要: 为了对土地资源可持续利用和管理提供定量评价的科学依据, 选择了城市化水平增长率、耕地面积减少率、人均 GDP 增长率、人均耕地面积减少率、平均粮食亩产增长率、化肥投入量增长率和农药投入量增长率 7 项易于获得数据的参数, 构造了土地利用集约化系数(K_i)、土地消耗回报系数(K_r)、土地产出效益系数(K_p)和土地污染替代性系数(K_c)等 4 项宏观评价指标, 建立了一种简单的相关分析模式——趋势线—平衡线(TLEL)模式, 并试用这些指标和模式对广东省东部梅州市作了实例评价分析. 结果表明, 这些指标所反映的规律不仅与该区的实际情况基本相符, 而且还定量地预示了动态变化趋势并揭示了一些从原始数据中难以发现的问题.

关键词: 土地资源质量; 可持续利用; 评价指标; TLEL 模式.

中图分类号: P964

文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2001)02-0217-04

作者简介: 朱照宇, 男, 博士, 研究员, 1950 年生, 现主要从事第四纪环境变迁及现代资源环境与可持续发展研究.

0 引言

人口增加与经济发展使资源包括土地资源的压力越来越大. 土地资源, 实质上也是一种广义的矿产资源. 土地资源数量的变化(减少)早已引起社会广泛的注意^[1], 这是由于其对社会经济发展的影响具有直接性和直观性所决定的. 然而, 在考虑土地作为一种资源时, 应该包括它的数量和质量. 土地质量的变化正在对生态环境和社会经济发展构成严重的威胁. 自 20 世纪 90 年代中期以来, 国际上开始广泛关注土地质量指标体系(LQIS)和可持续土地利用管理的研究^[2~6]. 反映土地质量某一因素的变化, 如土壤侵蚀面积扩大、肥力下降、盐碱化、沙漠化、土壤污染等研究在我国已经开展了多项^[7~9]. 但进行土地质量的指标体系及综合评价研究不仅在我国还未见系统的研究报告, 而且在国际上也还是近年来的事^[4~6]. 因此, 这是一个新的具有探索性而又具有现

实应用性的问题.

目前所建议的指标体系相当一部分是属于土地和土壤的自然属性, 如土壤质地、土地肥力和生产力、地形地貌、基岩性质、土壤植被及土地退化等. 实际上, 土壤和土地的质量变化既有自然因素(如气候、地形、地质基础等), 更有人为因素(如工业化、城市化、农业现代化过程). 因此, 我们尝试从土地资源的社会经济利用及其产出效益与社会经济发展和生态环境变化的关系着手, 利用一些易于采集的数据, 选择有限的指标来建立简练的指标体系, 并提出一种简单易行的模式去宏观地评价土地资源的质量变化和土地利用效益, 为土地资源可持续利用管理提供科学依据.

1 指标的选取

(1) 土地利用集约化系数:

$$K_i = U / C, \quad (1)$$

式中: U 是城市化水平增长率, %; C 是耕地面积减少率, %. 本系数的实际含义是: 现代化的标志之一

是城市化,其目的是为了提高土地利用的集约化程度,进而提高区域土地的人口承载能力,缓解自然资源压力,促进区域社会的可持续发展.因此, $K_i > 1$,表明城市化水平增长率大于耕地消耗(减少)率,则可认为土地利用的集约化程度高,土地质量得到较好的发挥,土地利用和管理是可持续的;若 $K_i < 1$,则是相反的判别; $K_i = 1$ 为临界状态.

(2)土地消耗回报系数:

$$K_r = C_{GDP} / C_c, \quad (2)$$

式中: C_{GDP} 为人均 GDP 增长率,%; C_c 为人均耕地面积减少率,%. 本关系式的实际内涵是:工业化、城市化的发展不可避免地要占用一部分耕地,但耕地消耗的代价应当是促进国民经济的快速发展,人均耕地减少和人均 GDP 增加可以反映二者之间的关系.因此, $K_r > 1$,表明人均 GDP 增长率大于耕地消耗(减少)率,则可认为土地利用回报效益较高,土地质量得到较好的发挥,土地利用和管理是可持续的;若 $K_r < 1$,则判别相反; $K_r = 1$ 为临界状态.

(3)土地产出效益系数:

$$K_p = Y / F, \quad (3)$$

式中: Y 为平均粮食亩产(需进行自然灾害损失校正)增长率,%; F 为化肥投入量年增长率,%. 本公式的实际意义是:粮食亩产的变化除了当年自然气候的影响外,主要与人类的耕作方式、肥料投入类型和方式及科学种田有关;亩产与化肥投入的关系是投入与产出效益的反映之一.因此, $K_p > 1$,表明亩产增长率大于化肥投入增长率,则可认为土地产出效益较高,土地质量良性循环,化肥使用和土地管理是可持续的,农业科技含量较高;若 $K_p < 1$,则相反,甚至可能存在土地退化等问题; $K_p = 1$ 为临界状态.

(4)土地污染替代性系数:

$$K_c = Y / P, \quad (4)$$

式中: Y 为平均粮食亩产(同样需进行自然灾害损失校正)增长率,%; P 为农药投入量年增长率,%. 本关系式的含义是:农药的投入一方面可以保证和提高粮食亩产,另一方面也可能造成土壤和土地的污染.因此, $K_c > 1$,表明亩产增长率大于农药投入增长率,则可认为土地质量处于良性循环状态,农药使用得当;若 $K_c < 1$,则可能存在土壤污染、土地退化等问题; $K_c = 1$ 为临界状态.

根据上述指标,可以定量地评价同一时间不同地区之间或同一地区不同时期土地质量和可持续利用的状态和动态变化.

2 趋势线—平衡线(TLEL)模式

对于上述各个系数所采用指标的不同年份的数据两两作相关关系图,一般取第 I 象限(+ x , + y). 在第 I 象限中作一条斜率 $K = 1$ 的直线,这就是平衡线,其含义是各个系数的临界值,即土地质量好与坏、土地利用可持续与不可持续的分界线.若数据点落在平衡线之下,即 K 值小于 1,则反映不好的状态;若数据点位于平衡线之上,则相反.

对各组数据分别使用最小二乘法进行二元回归分析,求得各直线方程.这些直线可看作为土地质量和可持续利用的现状和变化趋势线.趋势线所反映的问题一般可有几种情况:(1)若趋势线在平衡线之上,其斜率 K 为正且 $K > 1$,则表示现状好且发展趋势好,斜率越大,可持续性越好;而截距越大,表示现状越好;其斜率 K 为正且 $K = 1$,则表示现状好但将来只是维持现状;其斜率 K 为正但 $K < 1$,则表示现状虽然好但将来会向坏的方面发展,斜率越小,变坏的速度越快;(2)若趋势线在平衡线之下,其斜率 K 为正且 $K > 1$,则表示现状不好但发展趋势好,斜率越大,变好的速度越快;其斜率 K 为正且 $K = 1$,则表示现状不好,将来也不好;其斜率 K 为正且 $K < 1$,则表示现状不好,而且越来越糟;(3)若趋势线的斜率为负,则表示发展趋势是很不好的,若趋势线在平衡线之上尚可认为目前还过得去;若趋势线在平衡线之下,则情况十分不好;一般来说,斜率绝对值越大,状况越差.至于趋势线出现在其他象限的情况则比较复杂,需根据各指标的数值作具体分析.

根据不同指标的模式,可以定量地评价不同地区之间或同一地区本身在不同时期的土地质量和可持续利用的动态变化及其趋势.

3 实例分析

我们以广东省东部的梅州市为例,试用上述指标和模式对其土地问题进行初步分析.原始数据主要来源于梅州市统计年鉴(1995~1998)、广东农村统计年鉴^[10]和广东统计年鉴^[11].表 1 为根据 1990~1998 年的数据,运用上述公式计算的土地资源质量与可持续利用评价指标系数.图 1~4 分别为根据上述四类指标的数值绘制的趋势线—平衡线模式

表 1 广东省梅州市 20 世纪 90 年代土地资源质量与可持续利用评价指标

Table 1 Assessment indicators of quality and sustainable utilization of land resources in Meizhou, Guangdong Province in 1990s

年份	K_i	K_r	K_p	K_c
1991	-11.81	12.31	-0.06	-0.08
1992	3.05	8.96	0.52	-0.35
1993	2.68	13.68	2.64	0.47
1994	17.66	16.51	0.48	0.49
1995	10.26	>20	0.30	1.43
1996	9.46	3.25	2.95	-0.47
1997	14.18	1.40	-0.29	0.34
1998	16.44	>20	-0.18	-0.05

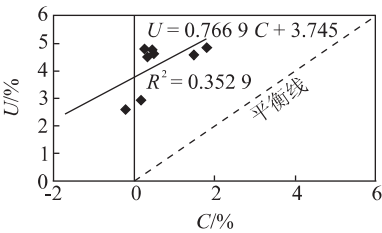


图 1 土地利用集约化 TLEL 模式

Fig. 1 TLEL model of intensification of land utilization

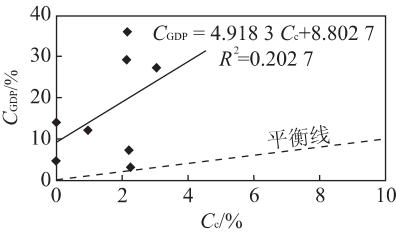


图 2 土地消耗回报 TLEL 模式

Fig. 2 TLEL model of redound for land consumption

图. 各年份各系数的变化描绘出该区土地质量和可持续利用的现状、动态变化及发展趋势。

从表中数据和图 2 可以看到,广东省梅州市 20 世纪 90 年代以来土地集约化系数和土地消耗回报系数还是较高的, K_i 值和 K_r 值一般 >1 ,即该市的土地利用集约化程度以及土地利用效益总体是较好的,城市化的作用是积极的。从 TLEL 模式图来看,土地集约化趋势线表现为现状较好,但发展趋势需要注意:其趋势线斜率为 0.7669(见图 1),反映了其耕地面积减少的趋势将逐渐大于城市化水平的增长率,这种趋势也符合于梅州市城市化水平在 1998 年只有大约 20%和自 1992 年以来城市化水平年增长率逐渐由 4.58%下降到 2.96%等事实。因此,尽

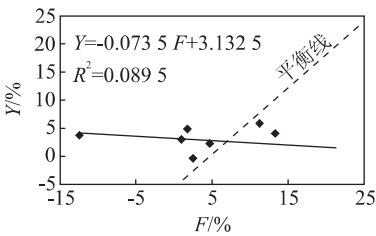


图 3 土地产出效益 TLEL 模式

Fig. 3 TLEL model of production of land utilization

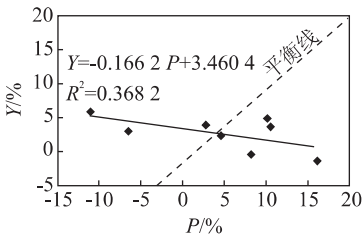


图 4 土地污染替代性 TLEL 模式

Fig. 4 TLEL model of land contamination

快提高城市化水平应当是梅州市现代化发展的一项重要战略。

然而,从土地产出效益系数、土地污染替代性系数及其 TLEL 模式图来看,梅州市耕地产出效率和质的问题不容忽视。其 K_p 和 K_c 值多数都在 1 以下,仅个别水平年系数较高;一些负的系数的产生主要源于粮食亩产增长率的负数或化肥、农药投入增长率的负数。数据说明,在多数年份其粮食亩产的增长率小于化肥和农药投入的增长率。这就意味着农业投入大于产出,土地(耕地)的产出效益较低;而且,盲目加大化肥和农药的投入量,不仅没有完全达到预期的增产目的,反而可能造成了土壤和土地的污染,尤其是农药的超量使用必然造成土地中残留毒物的增多,致使土壤污染加重。两类 TLEL 模式图中的趋势线斜率均为负,表明其发展趋势是令人担忧的。因此,采取有效措施、科学适量地使用化肥和农药、提高耕地产出效益和减轻土壤污染,实在是梅州市农业现代化进程中应高度重视的问题。

参考文献:

[1] 黄宁生,朱照宇,乔玉楼,等. 珠江三角洲城市化进程中耕地面积的变化特征分析[J]. 热带地理,1998,18(4): 296~301.

[2] Kim C S, Sandretto C, Uri N D. The impact of incorrectly estimating factor productivity in agriculture on the environment and human health[J]. Environmental Geol-

ogy, 1999, 37(1-2): 47~53.

[3] Uri N D. The effect of energy on the adoption of conservation tillage on the United States[J]. Environmental Geology, 1999, 37(1-2): 9~15.

[4] Eijsackers H. 土壤质量评价的国际透视:通用质量标准 和以土地利用为基础的质量标准[J]. AMBIO(中文版), 1998, 27(1): 69~75.

[5] Christian P, Julian D, Ann H, et al. World Bank discussion papers No. 315: land quality indicators[R]. Washington D C, USA: The World Bank, 1995. 55.

[6] 冷疏影,李秀彬. 土地质量指标体系国际研究的新进展 [J]. 地理学报,1999, 54(2): 177~185.

[7] 孙波,张桃林,赵其国. 我国东南丘陵山区土壤肥力的综 合评价[J]. 土壤学报,1995, 32(4): 362~369.

[8] 李定强,姚少雄. 水土保持与可持续发展理论与实践 [M]. 广州:广东省地图出版社,1998.

[9] 邓清禄,夏怡,朱照宇. 从化肥投入与种植业产值的关系 看农业发展的问題[A]. 见:谢明权,何其锐,李林,主编. 迈向新世纪的农业[C]. 广州:华南理工大学出版社, 1999. 785~789.

[10] 《广东农村统计年鉴》编辑委员会. 广东农村统计年鉴 (系列年鉴,1996~1998)[M]. 北京:中国统计出版社, 1997~1999.

[11] 广东统计局. 广东统计年鉴(系列年鉴,1991~1999) [M]. 北京:中国统计出版社,1991~1999.

INDICATORS AND TRENDLINE-EQUALITY LINE MODEL OF
MACROSCOPICAL ASSESSMENT FOR QUALITY AND
SUSTAINABLE UTILIZATION OF LAND RESOURCES

Zhu Zhaoyu Deng Qinglu Kuang Yaoqiu Ouyang Tingping Huang Ningsheng

(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: By using seven parameters such as the growth rates of urbanization, per capita GDP, yield per mou of grain crops, consumption of pesticides and chemical fertilizers and decreasing rate of cultivated land and per capita cultivated land, the authors proposed four indicators: the land utilization intensification coefficient, the land consumption redound coefficient, the land production coefficient and the land contamination coefficient. According to the indicators, a new model—trendline-equality line (TLEL model) is established to evaluate the quality and sustainable utilization of land resources in different areas in each development period, such as in Meizhou, Guangdong Province during the 1990s. The result indicates that the indicators and the TLEL model are appropriate for macroscopical assessment of the actuality and trend forecasting of the land resources utilization.

Key words: quality of land resources; sustainable utilization; assessment indicator; trendline-equality line model.