

文章编号:1000-3037(2001)04-0305-08

长江三角洲土地资源可持续利用研究

彭补拙,安旭东,陈 浮,濮励杰

(南京大学 城市与资源学系,江苏 南京 210093)

摘要: 在定性分析长江三角洲土地资源现状特征和可持续利用目标基础上,重点对区域土地资源可持续利用进行定量评价:选择 36 个因素作为参评因子,建立评价指标体系;选用模糊隶属函数和线性加权函数进行综合测算,评判出区域土地资源可持续利用综合水平;引进“障碍度”概念进行定量的障碍诊断,并针对主要障碍因素提出可持续利用具体对策。

关键词: 土地资源;可持续利用;评价指标;障碍度;长江三角洲

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A

自 20 世纪 90 年代初期开始,包括 IBRSAM 和 FAO 在内的国外众多研究机构和学者就全球及区域土地资源可持续利用内涵、目标、定性分析和定量评价等进行了深入研究^[1-7]。国内则在 90 年代中期开始对这一问题进行探讨^[8-15],但主要侧重于定性描述(包括其概念、系统分析、问题与对策等),在区域范围内基于定性与定量相结合的系统研究尚很欠缺^[16]。长江三角洲是我国传统的人口密集区和土地高强度利用地区,人地矛盾尖锐,尤其伴随 80 年代以来的经济高速增长,土地供需矛盾和各类土地利用问题日益突出;同时,长江三角洲作为东部沿海经济发达地区,土地资源可持续利用问题极具典型性。因此,采用定性与定量相结合的方法,对这一区域土地资源可持续利用进行系统研究,不仅对研究区现状问题的解决具有实用价值,而且对区域土地资源可持续利用研究具有方法论意义。

1 长江三角洲土地资源现状特征

1.1 土地利用条件十分优越

长江三角洲位居扬子准地台和华南地槽褶皱系(浙闽隆起部)两大构造单元之上^[12],区内五大平原(里下河平原、长江古代沙嘴、太湖平原、新三角洲平原、钱塘江冲积平原)面积约占全区陆地总面积的 80%,立地条件优越。土壤类型多样,以发育在长江冲积物上的水稻土为主,质地优良、通透性较好,养分充足^[17]。区内水、热、光条件较优,是全国著名的农业高产稳产地区^[18]。

长江三角洲是我国区位最为优越的大河三角洲^[19]和我国最大的经济核心区,1998 年全区 GDP 总量占全国 15.52%;工业化水平较高,尤其 20 世纪 90 年代以来,乡镇企业发展迅猛,目前第二产业产值已占 GDP 近 60%;基础设施,包括高速公路、新机场、港口、桥梁以及电力、电信等较为完备;区内劳动者素质较高。

1.2 土地资源数量高度稀缺

长江三角洲是典型的“人多地少”地区(表 1)。全区国土面积仅占全国总面积的 1.04%,1998 年全区人口却占全国的 6.09%,因而人均土地拥有量仅为全国平均的 1/6,世界平均的 1/23;耕地面积占全国 3.4%,人均耕地仅为全国平均水平的 56%,世界平均的约 1/7。

收稿日期:2000-10-16;修订日期:2001-02-19。

基金项目:国家自然科学基金重点项目“长江三角洲水土资源环境演变与调控研究”(49831070)专题成果之一。

第一作者简介:彭补拙(1938-),男,湖南涟源人,教授,博士生导师,研究方向包括自然地理、资源与环境规划管理。

本研究区为长江三角洲经济区,行政上包括上海、南京、镇江、扬州、泰州、苏州、无锡、常州、南通、杭州、嘉兴、湖州、宁波、绍兴、舟山等 15 市。

表1 长江三角洲与全国土地资源相关情况对比(1998年)

Table 1 Comparison of relevant indicators of land resource between the Yangtze River Delta and the whole nation in 1998

	人口 (万人)	土地			耕地	
		总面积(10^4 km^2)	人口密度(人/ km^2)	人均(hm^2 /人)	总量(10^4 hm^2)	人均(hm^2 /人)
长江三角洲	7 606	9.961	764	0.131	325.4	0.043
全国	124 810	960	130	0.769	9 497.1	0.076

资料来源:据中国、江苏、浙江统计年鉴(1999)和上海经济年鉴(1999)整理测算。

本区土地后备资源严重短缺,仅存大约 30 万 hm^2 的少量丘陵和沿海滩涂可供开发利用,其面积仅占土地总面积的约 3%。

1.3 土地开发强度相对较高

长江三角洲土地面积仅占全国的 1%,但 1998 年 GDP 总量占全国的 15.52%,表明该区土地开发强度远高于全国平均水平。据 1998 年统计资料(表 2),本区土地开发利用超过 57%,其中耕地垦殖指数接近全国平均的 4 倍,超过世界平均水平(12.2%^[20]) 3 倍。从投入产出来看,平均土地固定资产投资强度(以单位土地面积完成全社会固定资产投资总额表示)为全国平均强度的 18 倍;以单位面积耕地施用化肥量表示的耕地化肥投入强度约为全国平均的 1.3 倍;全区平均土地综合产出率(以单位面积实现 GDP 表示)为全国平均的近 15 倍;粮食单产为全国平均的 1.6 倍。

表2 长江三角洲土地开发强度与全国平均对比(1998年)

Table 2 Comparison of land exploiting intensity between the Yangtze River Delta and the average of the nation in 1998

	耕地垦殖率 (%)	土地固定资产投资强度 (万元/ km^2)	耕地化肥投入强度 (kg/hm^2)	土地综合产出率 (元/ m^2)	粮食单产 (t/hm^2)
长江三角洲	38.5	529.2	554.9	12.37	8.84
全国	9.9	29.6	430.2	0.83	5.42

1.4 土地利用结构急剧变动

由图 1 可以看出,长江三角洲土地利用结构变化明显。事实上,自 80 年代以来,该区土地利用结构一直处于急剧变动之中。一是建设用地急速扩展,城市化发展(尤其是小城镇增多和城市建成区扩张)、工业化(尤其是乡镇企业大发展)以及交通等基础设施建设导致建设用地快速增加。以苏州市为例,1994~1998 年,该市 4 年新增建设用地 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$,年均递增 1.9%,超过全国同期平均增速的两倍;二是耕地快速减少,一方面建设用地占用耕地,另一方面农业内部结构快速调整导致耕地快速向林业、牧业、渔业用地转化。据杨桂山的研究^[21],1980~1995 年间,长江三角洲地区共减少耕地 $24.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$,约占全国同期耕地减少的 5.6%。由表 3 也可看出该区耕地减少速率十分惊人。

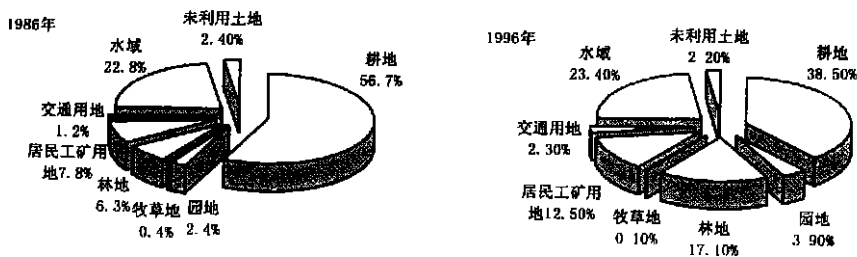


图1 1986、1996年长江三角洲土地利用结构对比

Fig. 1 Comparison of land use structure in the Yangtze River Delta in 1986 and 1996

表 3 1990~1996 年长江三角洲全区及各市耕地年均减少率

Table 3 The reduction rate of cultivated land in the Yangtze River Delta from 1990 to 1996

地区	全区	上海	南京	镇江	扬州	苏州	无锡	常州	南通	杭州	嘉兴	湖州	宁波	绍兴	舟山
流失率(%)	3.3	2.7	3.7	1.8	3.5	7.1	6.5	5.2	2.3	3.4	2.1	1.4	1.5	3.2	4.8

资料来源:据 1991~1997 年上海、江苏、浙江统计年鉴测算,舟山为 1995~1996 年值。

2 长江三角洲土地资源可持续利用目标

调和人地矛盾是土地资源可持续利用的总体目标^[10]。而依据 IBSRAM 召开的两次土地可持续管理国际会议精神,以及 FAO《FESLM》,这一目标可进一步表述为:实现土地生产力的持续增长和稳定性,保护土地资源的生产潜力和防止土地退化,并具有良好的经济效益和社会效益,即达到生态合理性、经济有效性和社会可接受性^[9]。在研究具体区域土地资源可持续利用中,还应依据区域土地资源现状特征和利用背景,制定出实施性目标。图 2 表述了长江三角洲土地资源可持续利用宏观—中观—微观的系统目标。

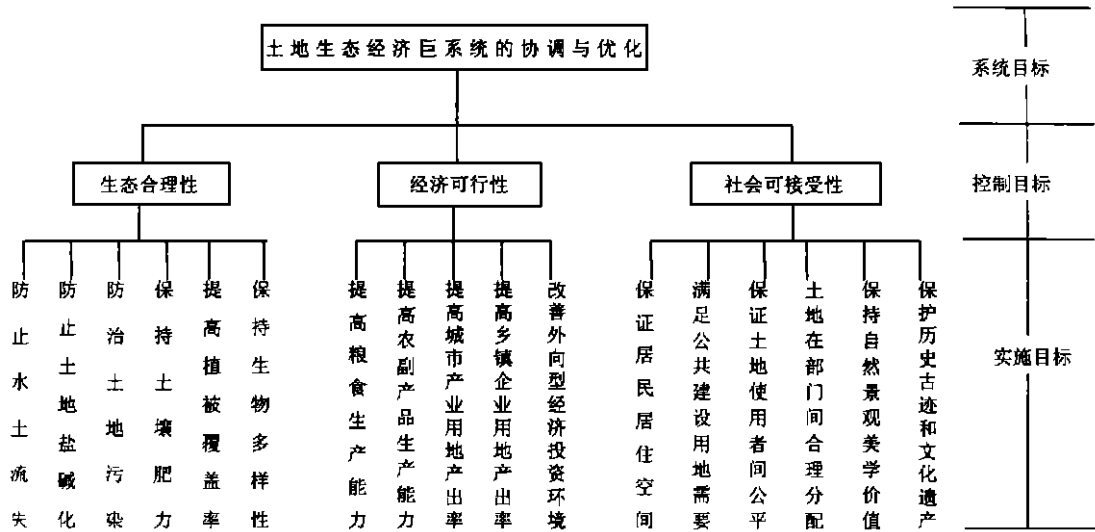


图 2 长江三角洲土地资源可持续利用系统目标

Fig. 2 The systematic objectives of sustainable land use in the Yangtze River Delta

3 长江三角洲土地资源可持续利用评价

3.1 评价方法

3.1.1 指标体系构建

土地资源可持续利用评价标准或指标因素是依据人们对事物或现象的理解与分析,灵活地从土地资源、生态环境、经济和社会各方面构成因素中选择的^[6-7]。由于土地资源利用的可持续性是针对特定的利用和地点,土地利用目的的任何微小变化或是为达到目的而采取的手段变化都可能改变这种土地利用的可持续性。因此,评价指标体系的构建不仅应遵循一定的原则,还应该体现区域土地利用的特点和特定目的,否则评价将迷失方向。基于这种考虑,选择 3 类 36 个因素作为参评因子,建立长江三角洲土地资源可持续利用评价指标体系基本框架(表 4)。

表4 长江三角洲土地资源可持续利用评价指标体系

Table 4 The index system for evaluating sustainable land use in the Yangtze River Delta

子目标	单项因素	权重	目标值	子目标	单项因素	权重	目标值
生态合理性 (0.3)	大气质量指数 x_1 (0~1)	0.10	0.90	社会可接受性 (0.2)	农业机械化水平 x_{19} (%)	0.07	80
	地面水环境质量指数 x_2 (0~15)	0.10	15		农业劳动生产率 x_{20} (元/人)	0.09	25 000
	土壤汞污染比率 x_3 (%)	0.13	<5		人均年收入 x_{21} (元/人)	0.10	9 600
	乡镇企业污染治理率 x_4 (%)	0.10	100		恩格尔系数 x_{22} (%)	0.08	<30
	环保投入占GDP比重 x_5 (%)	0.12	0.50		人口密度 x_{23} (人/km ²)	0.08	600
	森林覆盖率 x_6 (%)	0.07	25		人均粮食占有量 x_{24} (kg/人)	0.10	500
	有机肥使用率 x_7 (%)	0.08	30		人均居住面积 x_{25} (m ² /人)	0.10	15.00
	耕地年减少率 x_8 (%)	0.10	0.30		交通用地比率 x_{26} (%)	0.06	3
	地面沉降速率 x_9 (cm/a)	0.07	<0.20		城市商品房空置率 x_{27} (%)	0.06	8
	自然灾害成灾率 x_{10} (%)	0.13	<6		农业撂荒比率 x_{28} (%)	0.06	<5
经济可行性 (0.4)	GDP年增长率 x_{11} (%)	0.11	12.5	科技投入占GDP比重 x_{29} (%)	0.08	>2	
	土地生产率 x_{12} (元/hm ²)	0.11	50 000	万人大学生数 x_{30} (人)	0.06	10	
	全社会第三产业比重 x_{13} (%)	0.07	40	农业技术人员比重 x_{31} (%)	0.06	2.5	
	农村第二产业比重 x_{14} (%)	0.07	75	每百人拥有电话数 x_{32} (部)	0.06	60	
	乡镇企业用地产出率 x_{15} (万元/km ²)	0.09	65 000	后备土地资源占土地总面积比重 x_{33} (%)	0.06	5	
	年吸引外资数量 x_{16} (万美元)	0.07	250 000	文化古迹保存率 x_{34} (%)	0.06	>80	
	土地复种指数 x_{17} (%)	0.06	200	土地利用规划的操作性 x_{35} (0~10)	0.08	10	
	农业经营规模 x_{18} (hm ²)	0.08	5	相关规划的协调度 x_{36} (0~10)	0.08	10	

由于以上 36 个单项指标对于区域土地可持续利用贡献程序不一,因此,采用层次分析法(AHP)进一步确定三类子目标对总体目标(土地可持续利用)的贡献程度(权重)以及单项指标的权重值(表4)。

各单项评价指标目标值,参照国内外的现代化和可持续发展考察标准^[22-25]、《中国 21 世纪议程》以及区域“九五”计划和 2010 年远景规划综合分析确定(表4)。

3.1.2 指标量化与综合评判

以上 36 个单项指标基本可以分为两种类型:一是对可持续性起正作用的指标,如土地生产率、人均收入等,该种指标越大越好;二是对可持续性起负作用的指标,如人口密度、城市商品房空置率等,该种指标越小越好,因而应采取不同的量化方法。为此,引入模糊集合的隶属函数进行指标量化^[31],设 x_j 和 s_j 分别为某一单项指标的实际值与目标值,则该单项指标量化值为:

$$a_j = (x_j / s_j)^c \times 100\% \quad \text{当 } x \text{ 为正作用指标时} \quad (1)$$

$$a_j = (s_j / x_j)^c \times 100\% \quad \text{当 } x \text{ 为负作用指标时} \quad (2)$$

式中, C 为刻划模糊度的常数,一般 $C > 1$,这里取 $C = 1.1$ (系统模糊度较低)。

土地资源可持续利用评价指标体系中每一单项指标均是从不同侧面来反映土地资源可持续利用的状况,因而总体状况必须进行综合评价,采用多目标线性加权函数法计算:

$$U = \sum_{i=1}^3 \left(\sum_{j=1}^n a_j \cdot f_j \right) \cdot w_j \quad j = 1, 2, \dots, 36 \quad (3)$$

式中, w_i 是第 i 个子目标的权重; f_j 是第 j 个单项因素的权重; a_j 是第 j 个单项指标的量化指标值; U 为区域土地资源可持续利用综合水平指标,其具体意义如表 5 所示。

表 5 土地资源可持续利用水平等级标准

Table 5 Criterion for judging the stage of sustainable land use

可持续利用水平等级	非可持续利用阶段	可持续利用起步阶段	初步可持续利用阶段	可持续利用阶段
综合水平指标 (%)	< 50	50 ~ 70	70 ~ 90	> 90

3.1.3 可持续利用障碍诊断

土地资源可持续利用评价的目的既在于对区域土地资源可持续利用现状水平进行评判,更重要的是在于寻找可持续利用的障碍因素,以便有针对性地对现行土地利用行为与政策进行调整,因此,需进一步对土地可持续利用进行病理诊断。为简化问题的表达,引入“因子贡献度”、“指标偏离度”和“障碍度”。因子贡献度 R_j 是单项因素对总体目标的影响程度,即单项因素对总体目标的权重;指标偏离度 P_j 是单项指标与可持续利用目标之间的差距,即单项指标因素评估值与 100% 之差;障碍度是单项因素对可持续利用综合水平的影响值,它是障碍诊断的目标和结果,并有

$$R_j = f_j \cdot w_i \quad \text{其中, } f_j \text{ 为第 } j \text{ 项单项因素权重, } w_i \text{ 是第 } j \text{ 项单项因素所属的第 } i \text{ 个子目标权重;} \\ P_j = 1 - a_j \quad \text{其中, } a_j \text{ 为单项因素评估值;} \\ A_j = P_j \cdot R_j / \sum_{j=1}^n (P_j \cdot R_j) \times 100\% \quad (4)$$

由 A_j 大小排序可以确定区域土地资源可持续利用障碍因素的主次关系和各障碍因素对可持续利用的影响程度。

3.2 实践研究

3.2.1 研究区概况

苏州市位于长江三角洲中部、江苏省东南部,东邻上海,西伴无锡,北依长江,国土面积 8 488 km²。土地肥沃、水网交织、光温条件优越,农业发展历史悠久,是传统的“鱼米之乡”,也是我国重要的粮食生产基地。近代,由于优越的地理区位,经济发展迅猛,成为我国最为发达的地区之一,工业发达,尤其乡镇企业的发展为全国典范,外向型经济较为发达,建设有“新加坡工业园区”和“苏州高新技术产业开发区”。

该市土地利用方式多元化,土地开发强度较大,产出率较高;同时土地可持续利用问题突出,在长江三

表 6 1998 年苏州市土地资源可持续利用评价单项指标状态值和评估值

Table 6 Indicator state value and quantitative value of sustainable land use of Suzhou City in 1998

指标代码	状态值	评估值 (%)	指标代码	状态值	评估值 (%)	指标代码	状态值	评估值 (%)
x ₁	0.75	81.83	x ₃	36.8	91.24	x ₅	12.4	81.11
x ₂	5	29.87	x ₄	80.6	100.00	x ₆	2.06	66.13
x ₃	8.6	20.10	x ₅	30 085	15.40	x ₇	15.6	47.97
x ₄	85	83.63	x ₆	225 685	89.36	x ₈	14.5	31.00
x ₅	0.36	69.67	x ₇	198.5	99.18	x ₉	0.73	33.00
x ₆	22	86.88	x ₈	1.3	22.72	x ₁₀	8.5	83.63
x ₇	6	17.03	x ₉	62.3	75.95	x ₁₁	1.41	53.26
x ₈	0.37	79.40	x ₁₀	3 738	12.36	x ₁₂	43.6	70.38
x ₉	0.28	69.07	x ₁₁	6 438	64.44	x ₁₃	1.6	50.08
x ₁₀	13.6	40.65	x ₁₂	38.2	76.66	x ₁₄	90	100.00
x ₁₁	10.6	83.41	x ₁₃	678	87.42	x ₁₅	9	89.06
x ₁₂	31 600	60.37	x ₁₄	416.5	91.84	x ₁₆	8	78.23

资料来源:据《苏州市统计年鉴(1999)》、《江苏省统计年鉴(1999)》、《苏州市社会经济统计资料》、《苏州市农业普查资料》、《苏州环境质量年报》及实地调查资料整理测算。

角洲极具典型性和代表性。

3.2.2 指标量化

据以上确定的评价指标体系,针对性地收集了1998年苏州市与土地利用相关的自然、社会、经济、环境数据,并进行统计、整理,最终确定评价所需各单项指标的状态值,并根据式(1)、式(2)逐一计算评估值(表6)。

3.2.3 综合评价

将以上数据运用式(3)进行计算得到:苏州市1998年土地资源可持续利用综合指数为63.10%(表7),

表7 1998年苏州市土地资源可持续利用评价结果

Table 7 The evaluation result of sustainable land use of Suzhou City in 1998
(单位: %)

评价区域	评价年份	子目标评价指数			综合评价指数
		生态合理性	经济可行性	社会可接受性	
苏州	1998	56.01	63.62	70.46	63.10

表明该市尚处于土地资源可持续利用起步阶段。从子目标评价指数情况来看,社会可接受性较好,已达初步可持续利用水平,经济可行性指数和生态合理性指数均较低,尤其后者仅为56.01,表明土地资源利用的经济和生态效果较差,尤其生态合理性问题是该市土地资源可持续利用的重要障碍。

3.2.4 障碍诊断

为进一步分析障碍因素,采用式(4)计算单项因素障碍度,并对结果进行排序(表8)。

表8 苏州市土地资源可持续利用障碍因素排序

Table 8 The arrangement of obstacle factors of sustainable land use of Suzhou City

次序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13~34
障碍度	8.89	8.78	8.59	6.97	6.52	5.93	5.61	4.92	4.01	3.95	3.08	3.05	<2.00
障碍因素	X ₂₀	X ₃	X ₁₅	X ₁₈	X ₁₀	X ₆	X ₇	X ₁₂	X ₇	X ₉	X ₁₁	X ₈	共22项

由上表可知,苏州市土地资源可持续利用障碍因素主要有12项。依次为:农业劳动生产率较低,土地污染严重,乡镇企业用地产出率不高,农业经营规模过小,自然灾害成灾率高,地面水环境恶化,有机肥使用率低,土地生产率较低,城市商品房空置严重,科技投入不足,农业技术人员过少,农业撂荒较为严重。

3.2.5 可持续利用对策

针对以上分析,提出以下6点具体对策。

(1) 加大科技投入,转变增长方式。增加科研投入,积极培养、引进人才,大力推广科研成果,重点发展现代农业(包括立体农业、精细农业等)和高新技术产业,变以资源大量消耗为基础的增长为以知识为基础的增长;

(2) 进行乡镇企业改造,集约利用土地。在兼并改造过程中促使其向中心镇集中,对其用地实行统一组织,可以借鉴山东济阳孙耿镇的“邻村换地、集零为整”的集地开发模式^[27],有条件的可以建设工业园,实现土地利用由分散到集中、由粗放到集约的转变;

(3) 加快农业产业化步伐,扩大土地经营规模。政府应重点引导和扶持发展一批农业企业,实行税收、政策等倾斜,并探讨有效的耕地流转机制^[21],促进土地规模经营;

(4) 控制环境污染,开展土地生态环境建设。加强防治污技术和设备改造,政府应严格工业企业达标排放,并重点加强环太湖地区污染物排放的总量控制;倡导绿色工业和生态农业,并促使城市建设向“生态城市”方向发展;

(5) 加强水利工程建设。稳固堤防,清理淤积,疏浚河道,改造河网,提高抗灾、减灾能力;

(6) 注意土地利用规划及相关规划的实施,实现土地资源优化配置。引导公众参与规划,对规划实行动态监测,并以法律手段保证规划的严肃性和实施性。

4 结 论

(1) 区域土地资源可持续利用研究应该将定性分析与定量描述相结合,定量的可持续利用评价是当前研究的重点,它是考察现行土地利用科学性和持续性的有效方法;

(2) 土地资源可持续利用评价必须具有针对性,即评价应该针对特定区域、特定利用方式和特定时段展开。因此,对于区域土地资源现状特征和利用目标的系统分析是土地资源可持续利用评价的必要前提;

(3) 对于长江三角洲这样的经济快速发展地区,土地资源可持续利用应该强调持续发展能力建设,因而在可持续利用评价指标选取中,应该注重对土地利用发展趋向的能动反应以及对管理调控适宜性的度量,如土地后备资源指标和相关规划协调性指标都是重要因素;

(4) 土地资源可持续利用评价的最终目的不仅仅是确定特定区域土地资源可持续利用状况如何,如苏州市 1998 年处于土地资源可持续利用起步阶段,更重要的是根据评价诊断土地可持续利用障碍因素,进而提出针对性对策,促进可持续利用水平提高。

参考文献:

- [1] Dumanski J, et al. Criteria for an international framework for evaluating sustainable land management[A]. International Workshop on Evaluation for Sustainable Development in the Developing World[C]. Bangkok. IBSRAM Proceedings 12, Vol. 2, Chiang Rai, Thailand:1991.
- [2] Dumanski J, Smyth A. The issues and challenges of sustainable land management[A]. International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century[C]. Canada: University of Lethbridge, Alberta, 1993.
- [3] Helmut E, et al. Taking action for sustainable land use: results from 9th ISCO conference in Bonn Germany[J]. *AMBIO*, 1996, 25 (6): 480 ~ 483.
- [4] Blume H P, et al. Towards sustainable land use[J]. *Geoderma*, 2000, 96(1 ~ 2): 155 ~ 157.
- [5] Smyth A, Dumanski J. FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management[J]. *World Soil Resources Reports*, 1993, 73:1 ~ 56.
- [6] Syers J K, et al. Indicators and thresholds for the evaluation of sustainable land management[J]. *Canadian Journal of Soil Science*, 1995, 75 (2): 423 ~ 428.
- [7] Dumanski J. Criteria and indicators for land quality and sustainable land management[J]. *ITC Journal*, 1997 (3 ~ 4): 216 ~ 222.
- [8] 谢经荣,林培. 论土地持续利用[J]. *中国人口·资源与环境*, 1996, 6(4): 13 ~ 17.
- [9] 傅伯杰,陈利顶,马诚. 土地可持续利用评价的指标体系与方法[J]. *自然资源学报*, 1997, 12(2): 112 ~ 118.
- [10] 张光宇,刘永清. 土地可持续利用的系统学思考[J]. *中国人口·资源与环境*, 1998, 8(1): 11 ~ 14.
- [11] 于静波. 我国土地资源持续利用的框架[J]. *国土与自然资源研究*, 1997, (2): 29 ~ 31.
- [12] 陈文瑞,朱大奎. 长江三角洲土地资源可持续利用研究[J]. *自然资源学报*, 1998, 13(3): 261 ~ 266.
- [13] 程克坚,彭补拙,濮励杰. 干旱绿洲地区土地资源可持续利用初探[J]. *资源科学*, 1998, 20(4): 14 ~ 18.
- [14] 郝晋珉,章德惠. 农业—农村发展过程中土地持续利用管理[J]. *自然资源*, 1996, 18(4): 26 ~ 29.
- [15] 陈百明,陈安宁. 土地资源持续利用与耕地经营制度建设[J]. *中国土地科学*, 1999, 13(2): 31 ~ 34.
- [16] 刘吉平,等. 我国土地持续利用亟待解决研究的几个问题[J]. *地理学与国土研究*, 1999, (3): 38 ~ 41.
- [17] 席承藩,等. 长江流域土壤与生态环境建设[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [18] 虞孝感,吴楚材. 长江三角洲国土与区域规划研究[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [19] 中国科学院学部长江三角洲经济与社会可持续发展咨询组. 长江三角洲经济与社会可持续发展若干问题咨询综合报告[J]. *地球科学进展*, 1999, 14(1): 4 ~ 11.
- [20] 中国土地年鉴编委会. 中国土地年鉴(1994 ~ 1997) [Z]. 北京:中国大地出版社,1994 ~ 1997.
- [21] 杨桂山. 长江三角洲近 50 年耕地数量变化的过程与驱动机制研究[J]. *自然资源学报*, 2001, 16(2): 121 ~ 127.
- [22] UNDP. Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies[M]. New York: New York Press, 1996.
- [23] 陈迎. 可持续发展指标体系与国际比较研究[J]. *世界经济*, 1997, 17(6): 62 ~ 68.
- [24] 毛汉英. 山东省可持续发展指标体系初步研究[J]. *地理研究*, 1996, 16(4): 16 ~ 22.

- [25] 李植斌. 城市土地可持续利用理论与评价[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1999.
- [26] 张林泉,刘照胜. 社会发展综合实验区的评估理论和方法[J]. 中国人口·资源与环境,1997,7(2):46~50.
- [27] 曹广忠,周一星. 论乡镇企业的集中布局——孙耿模式研究[J]. 经济地理,1997(1):65~69.

A study on sustainable land use in the Yangtze River Delta

PENGBuzhuo, AN Xirong, CHEN Fu, PU Li-jie

(Department of Urban & Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The comprehension of qualitative and quantitative analysis is the key point of present research on sustainable land use. This paper is intended to do the comprehension work in the Yangtze River Delta.

First, qualitative research is done by analyzing present land use characteristics of the Yangtze River Delta. The result shows that fine land use condition, insufficient land resource amount, high exploiting intensity and quick land structure reform are the main characteristics in this area. And based on this analysis, the systematic objectives of sustainable land use in the Yangtze River Delta, which come from three administrative levels, are put forward.

Second, a new quantitative pathway, social statistical method is established to evaluate the present level of sustainable land use in the Yangtze River Delta. Indicators consisting of 36 factors are selected as the evaluating index system, and weights and target values for indicators are established by using the AHP method and by referring to others' research. The method of membership function is selected to quantify the single indicator and the linear weighted function is chosen to compute the comprehensive evaluation index. And a new method is put forward to diagnose the obstacles in sustainable land use, in which the concept of obstacle amount is induced, and the corresponding formulae are used to compute it. Based on ranking obstacle amount of all indicators, what the main obstacles are and what the minors are can be found out.

Then the sustainable land use evaluation practices are made in Suzhou, an important city in the Yangtze River Delta area, with the resultant comprehensive evaluating index of 63.10%. The result shows that the sustainable land use in 1998 in this area is still at a preliminary stage. And there are 12 main obstacles in sustainable land use in Suzhou. In view of the above obstacles, some practical countermeasures are identified.

Through the above analysis, some conclusions are gained: (a) Qualitative method and quantitative method should be combined in sustainable land use research. Quantitative evaluation is the key point of this regional scale research. It is an effective way to survey the rationality and sustainability of current land use. (b) The practices of sustainable land use evaluation should be directed against the specific mode and objectives of land use. So the evaluating pathway must reflect the present features of regional land use. (c) The aims of evaluation lie not only on the determination of present stage of sustainable land use in specific areas, but also on the diagnosis of obstacles of sustainable land use, through which countermeasures could be raised to improve the sustainable level.

Key words: sustainable land use; systematical objectives; evaluating index system; diagnosis of obstacles; obstacle amount; Yangtze River Delta; Suzhou