

# 农业生态系统可持续发展的制约因素与调控对策

徐福留, 赵臻彦, 曹 军, 陶 澍

(北京大学 城市与环境学系 地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871)

**摘 要:** 农业生态系统的可持续发展是实现中国可持续发展战略的基本保证和前提条件。限制因素的识别是评价农业生态系统可持续性、制订农业可持续发展战略及实施综合措施的关键步骤。以南京市江浦县为例, 分析了农业生态系统可持续发展的主要限制因素及其调控对策。研究表明, 耕地资源持续减少、生态灾害频繁发生、系统抗干扰能力不强等是该区农业生态系统可持续发展的主要限制因素; 在此基础上, 提出了“保护耕地资源、增强系统抗性、控制生态灾害”的对策建议, 以促进江浦县农业生态系统的可持续发展。

**关键词:** 农业生态系统; 可持续发展; 制约因素; 调控对策

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2003)02—0056—04

中图分类号: S-O

## Limiting Factors and Regulation Strategies for Sustainable Development of Agricultural Ecosystem

XU Fu-liu, ZHAO Zhen-yan, CAO Jun, TAO Shu

(Department of Urban and Environmental Sciences, and MOE Laboratory for Earth Surface Process, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** Sustainable agricultural ecosystem are the basic guarantee and condition for the sustainable development of society and economy. The identification of limiting factors is a crucial step to assess the sustainability, to work out the strategies and to implement comprehensive measures for sustainable development of agricultural ecosystem. As a case study, the limiting factors and regulation strategies for the sustainable agricultural ecosystem in Jiangpu county, Nanjing city are analyzed. The results show that the main limiting factors are the decreasing trend of arable land, frequent occurrence of ecological disasters and the weak ability against external perturbation of agricultural ecosystem. The countermeasures for promoting the sustainable development of agricultural ecosystem in Jiangpu county, Nanjing city, including the protection of arable land, the enhancement of the ability against external perturbation, and the control of ecological disasters are suggested.

**Keywords:** agricultural ecosystem; sustainable development; limiting factor; regulation strategy

农业生态系统是半自然半人工的生态系统, 具有重要的生态服务功能, 它能提供人类等生物生命必须的生物能量<sup>[1-3]</sup>。农业生态系统可持续发展被认为是该“系统延续至将来的能力”<sup>[4]</sup>。中国作为农业大国, 面对社会—经济高速发展、生态破坏及环境污染严重的严峻现实, 切实加强农业生态系统的保护、确保其良性循环和可持续发展, 对实现我国可持续发展的战略目标具有重要意义<sup>[5,6]</sup>。

### 1 江浦县农业生态系统的空间分布

江浦县前临长江, 后有滁河, 老山横亘中部, 按地形差异和地貌特点, 自然形成沿江圩区、沿滁圩区和

丘陵山区 3 大片。根据江浦县土地利用现状, 江浦县农业用地面积 35 013.7 hm<sup>2</sup>, 约占江浦县总面积的 47%, 其中约 62% 分布在该县境内沿长江和沿滁河的沙洲和河谷地区, 其它分布在丘陵地区。沿江沙洲平原为近代长江流域的细沙、粉砂堆积物, 土质疏松肥沃, 多为高产农田; 地势低平, 标高 7~5 m, 处于长江洪水位以下, 微向江面倾斜, 长 31 km, 宽 3.6 km, 面积约 115 km<sup>2</sup>。沿滁河谷平原为滁河上游或沿岸泥沙冲积而成, 地势低平, 地面自丘陵岗地向滁河河床微微倾斜, 标高 5.5 m 左右, 大部分处于最高洪水位以下, 为大面积圩区, 沿滁河南岸近东西向分布, 长 27 km, 宽 2~6.5 km, 面积约 100 km<sup>2</sup>。

收稿日期: 2002-03-25

资助项目: 国家自然科学基金资助项目(39970121); 国家基金委创新研究群体基金资助项目(40024101)

作者简介: 徐福留(1963—), 男(汉族), 安徽临泉人, 理学博士, 副教授, 主要从事生态系统健康、生态规划、可持续生态系统及环境生物地球化学等方面的研究工作, 发表论文 50 余篇, 其中 SCI, EI 引文 10 余篇。电话(010)62765103, E-mail: xuffl@urban.pku.edu.cn。

## 2 农业生态系统可持续发展制约因素

### 2.1 耕地资源不断减少

土地是人类不可替代的自然资源,它是生物圈和人类的支持系统,是农业生态系统和社会、经济可持续发展的基础。因此,耕地资源的减少必然会影响农业生态系统和社会经济的可持续发展。

由 1950—1999 年南京市江浦县耕地总面积及人均耕地面积的变化情况(详见表 1)可以看出,该时段内江浦县耕地的总面积以及人均耕地的面积均有不断减少的趋势。

表 1 1950—1999 年江浦县耕地总面积及人均耕地面积变化情况

年份	耕地/ hm <sup>2</sup>	总人口/ 人	人均耕地 (hm <sup>2</sup> /人)	耕地减少/ hm <sup>2</sup>	耕地减少 率/%
1950	27 400	134 353	0.204	—	—
1960	26 400	167 966	0.157	1 000.0	3.65
1970	24 200	225 482	0.107	2 200.0	8.33
1980	22 866.7	259 808	0.088	1 333.3	5.51
1990	22 400	291 926	0.077	466.7	2.04
1999	21 666.7	297 500	0.073	733.3	3.27

注:根据江浦县统计资料计算。

从 1950 年到 1999 年的 50 a 间,全县耕地总面积减少了 5 733 hm<sup>2</sup>,约为 21%;全县人均耕地面积由 0.20 hm<sup>2</sup> 减少到 0.07 hm<sup>2</sup>,低于我国目前人均耕地 0.11 hm<sup>2</sup> 的水平。这些数字表明,江浦县的耕地资源形势已相当严峻,今后必须加强耕地资源保护,耕地资源减少的趋势必须得到有效控制。否则,人口增加和耕地减少的双重压力将严重影响江浦县的农业生态系统及社会、经济的可持续发展。

### 2.2 生态灾害频繁发生

生态灾害是生态系统过程(能量转化和物质循环)的异常变化所造成的危害,它不仅对社会经济造成直接影响,更重要的是降低生态系统的服务功能<sup>[7]</sup>。按照灾害的诱发因子和发生的主要部位,江浦县的生态灾害分为气候类生态灾害、土壤类生态灾害和生物类生态灾害。气候类生态灾害是大气圈和水圈的对流循环过程所产生的异常变化对生态系统所造成的危害,一般是自然发生的突发性灾害;土壤类生态灾害是土壤圈的肥力形成过程受到阻碍或发生逆转所造成的危害;生物类生态灾害是有害生物侵入并在短期内大量繁殖,或动植物群体抗逆性大幅度下降对生态系统生产力所造成的危害。江浦县主要生态灾害及其特征见表 2<sup>[8]</sup>。

表 2 江浦县主要生态灾害及其特征

生态灾害类型	主要特征	主要分布
气候类	洪涝 1470—1937 年的共发生 53 起,平均约 9 a 一遇;建国后 50 a 间,洪涝年份有:1949,1954,1969,1971,1975,1983,1987,1991,1998,约 5.5 a 一遇。	沿江、沿滁圩区
	干旱 1401—1934 年的 533 a 间,共发生 38 起,平均约 14 a 一遇;建国后至 1987 年的 38 a 中,较大旱灾年份有 1950,1952,1953,1959,1964,1971,1978,1986,其中 1978 年为特大旱年。	以丘陵地区为主,其次为沿江、沿滁圩区
	冰雹 出现几率较高;1960—1985 年中,出现冰雹 11 次,其中 3 月份、9 月份各有 1 次,4 月份有 3 次,6 月份有 6 次。	西部汤泉、星甸、陡岗、龙山、林山
土壤类	水土流失 水土流失面积约 250 km <sup>2</sup> , 占全县总面积的 34%。	老山周围丘陵地区
	土壤潜育化 由于土壤长期或短期积水或过湿引起。潜育化土壤面积约占土壤总面积的 55%,其中沿江和沿滁圩区的土壤已遭严重的潜育化。	圩区及丘陵冲田下部和泉水地区
	土壤盐渍化 气候干旱,地表蒸发强烈和地势相对低平,排水不畅,地下水矿化且接近地表是盐渍化的重要原因。江浦县受渍害影响的土地面积约 14 000 hm <sup>2</sup> 。	沿江、沿滁圩区
	土壤污染 由过度使用农用化学物质造成。并且 70% 以上为氮肥,其它肥料偏少。农药和农膜的使用量从 1990 年的 14.69 和 1.56 kg/hm <sup>2</sup> ,增加到 1999 年的 27 kg 和 18 kg。	丘陵地区以及沿江、沿滁圩区
生物类	水稻病虫害 水稻病虫害主要有稻瘟病、纹枯病、白叶枯病、矮缩病、胡麻病、叶斑病、干尖线虫病、菌粒病、稻曲病等,其中白叶枯病、纹枯病、稻瘟病危害尤重;水稻虫害主要有稻螟、稻苞虫、纵卷叶虫、稻飞虱、稻叶蝉、食根金花虫、稻蓟马等。	沿江、沿滁圩区
	小麦病虫害 小麦病害主要有秆锈病、赤霉病、白粉病、纹枯病、稃条花叶病、线虫病、全蚀病、腥黑条病;虫害主要有黏虫、蜘蛛、蚜虫、吸浆虫和麦叶蜂。	丘陵地区为主
	棉花病虫害 病害主要有炭疽病、立枯病、棉铃病;虫害主要有绿、黑盲蝽蟥、金钢钻、棉铃虫。	丘陵地区为主

### 2.3 系统的抗干扰能力不强

江浦县解放前水利设施的抗灾能力极其低下,自然灾害频繁发生,大雨大灾、小雨小灾、无雨旱灾。解放后,经过几次大规模的兴修水利,大大提高了江浦县的除涝抗旱能力。但是,目前仍存在许多问题,尚不能适应抗大灾、抗多灾、保安全的需要。存在问题主要表现在以下几方面。

(1) 防洪堤坝整体防洪能力不强。江浦县现有江堤和滁堤共约 188 km,到 2000 年止,全面达标的只有 36.6 km,多数堤防防洪标准不足,尤其是滁堤标准严重不足,外坡较陡,有的地段坡比不足 1:1,局部地段冲刷严重,大部分堤后有深塘,且滁堤的鼠害严重;同时,在堤上乱开、乱种、乱盖房现象,以及堤防上的涵闸电站等设备老化等因素,都直接影响堤身的安全,每年防汛都要耗费大量的人力和物力。全县 11 座未消险的小型水库大部分建于 20 世纪 60 年代,大坝坝身素质较差,溢洪道标准不足,土溢洪道无护砌,大部分水库的放水涵洞漏水十分严重,大坝迎水坡浪坎严重,水库抗洪能力不强,管理设备普遍不完善。

(2) 除涝标准不高。江浦县有易涝面积 9 000 hm<sup>2</sup>,其平均排涝模数不到 0.70 m<sup>3</sup>/(s·km<sup>2</sup>),加之排涝站分布不均,原有排灌站老化,一些不能运行,建筑物配套不齐,沟渠多年淤积,阻水现象严重,遇到大雨,低洼田总要受淹减产。

(3) 防渍工程不配套。全县山圩区深受渍害影响的面积约 14 000 hm<sup>2</sup>,由于大中沟配套不齐,田间工程缺乏,沟塘淤浅,造成圩区渍害严重,山丘区的冲心沟和撇洪沟节节打坝,造成洪水排泄不畅,满冲行洪的现象较为普遍,加之冲田降水沟淤浅,渍害相当严重,还出现了一些冷浸田。

(4) 抗旱能力有待提高。全县水库塘坝蓄水总库容 5.00×10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>,平均只有 3 750 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,且分布不均,库塘淤积严重,蓄水能力偏低,不能适应抗大旱的要求。全县丘陵山区翻水站的翻水能力为 28 m<sup>3</sup>/s,可补水面积达 12 000 hm<sup>2</sup>,但由于设备陈旧,线路配套不尽合理,站房及机电设备老化、损害严重以及用电矛盾等,造成翻水能力低下,加之渠道标准不足,建筑物配套不齐,质量较差,渗漏严重,渠道水利用系数低,大多数水田翻水级数多,水头损失大。另外,山丘区山、岗、冲、田缺乏统一规划,沟渠设置不合理,建筑物配套不齐,不少山区成为抗旱的死角。

### 2.4 缺乏有效的农业生态环境管理体系和管理手段

目前,江浦县对农业生态系统的调控能力不高,管理体系和管理手段都有待完善,尚未形成从县—镇—村的监测和管理网络,缺乏有效的农业生态环境保

护的法律法规以及管理的指标体系;同时,居民生态环境保护意识需要进一步提高。

## 3 农业生态系统可持续发展调控对策

### 3.1 划分农田生态保护区,保护土地资源

根据国务院《基本农田保护条例》规定,下列耕地应化为农田生态保护区:国务院有关主管部门和省级以上地方人民政府批准确定的粮、棉、油和名、优、特、新农产品生产基地;高产、稳产田和有良好的水利与水土保持设施的耕地及经过整理、改造和正在实施改造计划的中低产田;蔬菜生产基地;科研教学试验田。江浦县规划农田生态保护区分布及其面积见表 3。

表 3 江浦县至 2001 年规划农田生态保护区分布 hm<sup>2</sup>

分布地区	一级农田保护区面积		二级农田保护区面积
	基本面积	新增面积	
珠江镇	2 246.67	8.00	1 940.00
永宁镇	4 950.00	21.33	673.33
星甸镇	6 250.00	27.33	673.33
桥林镇	6 100.00	27.33	860.00
汤泉镇	1 906.67	8.00	826.00
林山乡	2 366.67	10.00	600.00
石桥乡	3 626.67	16.00	380.00
县属场圃	46.67	—	180.00
汤 农	566.67	2.67	30.00
南 农	28.00	1.33	12.67
南 航	33.33	—	5.33
老 山	533.33	2.00	21.33
部 队	413.33	2.67	52.67
全县合计	29 320.00	126.67	5 993.33

### 3.2 大力开展农田基建,全面提高系统的抗灾能力

重点进行农田水利和农田防护林网的建设。农田防护林具有防御自然灾害、改善农田小气候、提高农业生产水平等重要功能。江浦县农田防护林建设的重点为沿江沙洲平原及沿滁河谷平原地区。在一级农田保护区内使田、林、路、渠、涵、闸、站等基础设施全面配套的基础上,巩固沟渠硬质化、灌排流畅化、农田林网化;然后,推广至二级农田保护区。通过防护林网建设,改善农田生态环境条件,提高农田抗灾能力。

农田水利建设包括圩区的防洪、除涝设施以及山丘区水土流失防治设施的建设。圩堤的建设应按水系、按地区逐年加以整修,消除隐患;开挖排洪工程,使山洪直接泄入外江、河,减少圩区的集水面积,降低圩区的蓄涝水位;实行联圩并垸,控制圩内水位,减轻排水负担,提高除涝效率;圩区内部除涝应遵循以排为主、排灌兼顾、全面规划,综合治理的方针,采取分

片排涝、等高截流、力争自排、辅以抽排的方法。水土流失治理设施的建设应因地制宜,采取整治排水系统、修建水平梯田、蓄水保土耕作、建拦砂坝、修建环山沟、营造水土保持林、经济林等综合治理措施。

### 3.3 积极防治生态灾害,减少外部不利干扰

重点防治各种土壤类生态灾害,特别是水土流失和土壤污染。水土流失不仅导致土层变薄、河床抬高、淤积水库沟塘、耕地沙化,而且会逐步使环境恶化、生态失调,甚至使人类和其它生物群落丧失生存条件。水土流失的防治,必须贯彻综合治理、以防为主、因地制宜、全面规划、加强管理、注重效益的方针,坚持谁开发谁保护、谁造成流失谁负责治理的原则。江浦县水土流失重点预防保护区有各镇的基本农田保护区,老山森林生态保护区,地面水饮用水源保护区;重点监督区为生产建设活动频繁的山区和丘陵区。在这些重点预防区域内禁止取土、挖沙、采石、露天采矿、林木采伐等破坏地形、地貌、植被的活动。水土流失治理应与农田水利建设密切结合,以小片、小流域为单元,进行综合治理、集中治理、连续治理;实行生物措施、工程措施相结合的综合治理措施。在进行水土保持设施建设的同时,应加强对现有设施的保护和管理,以巩固治理成果。水土保持设施及保护的范畴有:梯田、截流沟、蓄水池、排水沟和沟头防护等构筑物,淤地坝、拦砂坝、水平阶、鱼鳞坑、护堤、水土保持专用道路、排洪桥涵、围山渠等工程,水土保持林、植被、苗圃、果园等植物设施。任何单位和个人,凡从事自然资源开发、生产建设及其它活动破坏地形、地貌、植被及水土保持设施,使原有水土保持功能降低或丧失的,必须缴纳水土设施补偿费。水土流失综合治理工作的监督与管理应以“中华人民共和国水土保持法”等法律法规为依据,对违反有关规定的,要坚决依法处置;同时应建立目标考核制度和部门责任制,实行目标管理,并落实到户、到人,防治产生新的水土流失。

农田污染的防治亦要采取综合措施。一方面要控制工业污水、城镇生活废水及大气沉降物对土地的污染;坚持用养结合,投入与产出并重的原则,加大有机肥的投入,减少化肥、农药及农膜的使用,培养土地肥力,防止掠夺式开发造成耕地质量退化。另一方面,要大力改造中低产田,继续加强设施建设,改善土地性状,提高生产率,促进农业生态系统的持续稳定发展。

### 3.4 制定保护与发展规划,提高人为调控能力

制定农业生态系统保护规划。根据国务院“基本

农田保护条例”的规定,依法保护农田生态保护区;建立基本农田占有许可证制度,严格执行“占一补一”原则;实行农田管理目标责任制,完善监督机制,明确保护措施;建立地力等级评价制度,定期监测土地肥力状况,并制定奖罚措施;大力发展生态农业,推广适合当地实际情况的生态农业模式,建立具有良性食物链关系和环境调节关系的生态农业系统;加强农业科学研究与技术开发,实施“科技兴农”战略,建立高产、优质、高效的现代化设施农业示范基地;加强宣传教育,提高农民保护耕地的自觉性。

制定圩区发展规划。采取“因地制宜、化害为利”的方针,利用丰富的湿地资源和区位优势,大力发展“洪水型经济”,改变过去以经济为中心利用洪水平原的做法,以湿地为依托发展水产养殖业、生态旅游业、特色种植与养殖业、草地畜牧业、林业与林产品加工业等,形成以湿地为特色的产业群,使一般民圩、蓄洪圩和重点圩的替代产业开发形成链条,将长江洪水作为宝贵的资源,化水害为水利。为此,要适时适地调整圩区经济结构和农作物种植结构,改变耕作制度,如减少籼稻种植,增加饲料饲草种植,避免“双抢”与汛期重叠;圩区的发展要根据堤垸的不同特点采取多元化模式,逐渐培育替代产业,最终在区域层次上形成以区域经济与堤垸经济相结合的特色经济。

### [参考文献]

- [1] Cairns J Jr. Sustainability, ecosystem services, and health[J]. Int. J. Sustain. Dev. World Exol. 1997, 4:153—165.
- [2] Costanza R. The Values of the World's Ecosystem Services and Natural Capital[J]. Nature, 1997, 38(7): 253—260.
- [3] Westman W E. What are nature's services worth[J]. Sciences, 1997, 197:960—963.
- [4] Hansen J W. Is sustainability a useful concept[J]. Agricultural System, 1996, 50:117—143.
- [5] 李全胜,叶旭君. 农业生态系统可持续发展趋势度的评价方法研究[J]. 生态学报, 2001, 21(5):696—670.
- [6] 吴凯,黄荣金. 黄淮海平原水土资源利用的可持续性评价、开发潜力及对策[J]. 地理科学, 2001, 21(5):390—395.
- [7] 刘全友,陆中臣. 晋冀鲁豫接壤区生态灾害及灾情评估研究[J]. 生态学报, 1999, 19(1):23—29.
- [8] 江浦县地方志编辑委员会. 江浦县志[M]. 南京:河海大学出版社, 1995.