

张 森,金 涛. 江苏省耕地利用时空格局演变分析[J]. 江苏农业科学,2013,41(6):343-346.

# 江苏省耕地利用时空格局演变分析

张 森,金 涛

(扬州大学农学院,江苏扬州 225009)

**摘要:**运用主成分分析法,对江苏省耕地利用的规模、结构、效率和强度的综合变化过程及现阶段空间分化态势进行研究。结果表明,1970—2010年江苏省耕地利用强度和增产能力由快速增长转至高位徘徊,耕地利用结构与增收能力则先减后增,整个过程以1984年为转折点。1997年以来,江苏省耕地总体呈现出经济高效、产能停滞的特征,且南北耕地利用分化态势明显,南部尤其是环太湖地区结构调整、耕地生产功能相对较弱,而中北部地区的耕地生产功能相对较强。在此基础上,探讨江苏省耕地利用未来可能走向。

**关键词:**耕地利用;时空分化;主成分分析;江苏省

**中图分类号:** F301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0343-03

从农耕社会走向现代社会,我国耕地利用形态发生了很大的变化,认识耕地利用变化规律、把握耕地利用时空演变趋势可以为区域耕地资源可持续利用提供参考<sup>[1]</sup>。耕地利用内涵宽泛,耕地数量变化和利用方式变化<sup>[2-5]</sup>尤其是耕地利用集约度的时空演变<sup>[6-7]</sup>是学术界的研究热点,但基于耕地利用某一方面的观察还不足以全面把握耕地利用总体演变态势。因此,本研究尝试运用主成分分析法,从耕地利用综合过程中解构出耕地利用主体方向,为认识市场化进程中的耕地利用变化规律提供一种新的分析思路。

江苏省位于江淮下游,平原多,耕地分布广、质量高。2009年,全省耕地面积468.81万 $\text{hm}^2$ ,占全省总面积的45.7%,占全国耕地总面积的3.91%,稻麦为全省骨干作物。近40年来,从经济不发达达到较发达阶段,江苏省耕地利用经历了一个连续而完整的变化过程。人口增长和耕地减少始终是江苏现代化进程中的一对基本矛盾,虽然人均耕地面积从1970年的0.104 $\text{hm}^2$ 降到2010年的0.06 $\text{hm}^2$ ,但耕地的集约化高产仍能保证全省粮油等基本农产品的供需平衡(图1)。由于农业政策及技术与国家大环境接轨,所以认识江苏省耕地利用变化过程不仅对本区域耕地资源管理具有现实意义,

也可以为理解中国耕地利用变化规律提供借鉴。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究方法

耕地利用状态是众多指标综合作用的体现,主成分分析可以将多指标问题简化为较少的综合指标问题。历时分析的研究时段设定为1970—2010年,选择能够代表耕地利用规模、结构、强度和效率等4个方面的18个指标(表1),运用主成分分析法约简变量,根据特征值大于1的标准提取公因子,基于因子得分找出影响耕地利用动态过程的综合指标,分析其演变特征。主成分分析法操作原理具体参见文献[8]。

表1 耕地利用动态分析中的指标选择与因子载荷

项目	指标	生产产能 (因子1)	经济效能 (因子2)
利用强度	劳动力投入量(人/ $\text{hm}^2$ )	-0.500	-0.810
	化肥施用量( $\text{t}/\text{hm}^2$ )	0.745	0.646
	机械总动力( $\text{W}/\text{hm}^2$ )	0.701	0.700
	有效灌溉率(%)	0.884	0.253
	早涝保收率(%)	0.759	0.580
	机耕率(%)	0.899	0.402
利用效率	机播率(%)	0.546	0.795
	水稻产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	0.868	0.418
	小麦产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	0.891	0.315
	棉花产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	0.730	0.421
	油料产量( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	0.730	0.631
利用规模	耕地经济产出(万元/ $\text{hm}^2$ )	0.423	0.871
	耕地面积( $\text{hm}^2$ )	-0.567	-0.802
利用结构	农作物播种面积( $\text{hm}^2$ )	-0.422	-0.832
	粮食作物种植率(%)	-0.221	-0.737
	棉花种植率(%)	-0.247	-0.864
	油料作物种植率(%)	0.688	0.375
	蔬菜种植率(%)	0.534	0.824
	特征值	7.903	7.815
	方差贡献率(%)	43.907	43.414

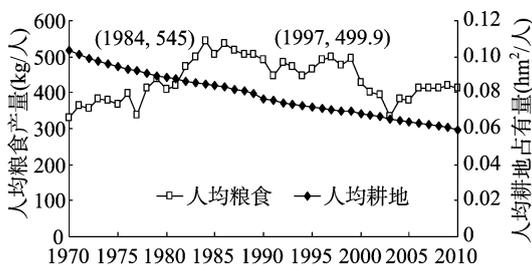


图1 1970—2010年江苏省人口-耕地-粮食的关系

收稿日期:2012-11-13

基金项目:江苏省高校优势学科建设工程(编号:PAPD);扬州大学大学生学术科技创新基金(编号:A12187)。

作者简介:张 森(1990—),女,江苏江阴人,硕士研究生,主要从事区域农业发展研究。

通信作者:金 涛,副教授,主要从事区域农业发展研究。Tel:(0514)87979361;E-mail:tjin@yzu.edu.cn。

耕地利用变化空间分异研究以江苏省13个地级市为研究样本,由于主成分分析方法要求原始指标数量小于地区数,

所以在尽可能包含耕地利用规模、结构、强度和效率等变化信息的基础上,将指标减少到9个(表2),测算这9个指标在特定时间段的变化率,再对其进行主成分分析,用GIS软件与空间数据结合观察和分析耕地利用变化的空间差异性。其中,某指标某时段变化率  $K = (V_t - V_0) / V_0 \times 100\%$ , 式中:  $K$  为变化率,  $V_0$  和  $V_t$  分别为指标期初和期末的数据。耕地面积由于研究时段各市均有减无增,取耕地面积下降率指标,即  $K = (V_0 - V_t) / V_0 \times 100\%$ 。

表2 江苏省耕地利用变化因子分析结果

变量	结构与规模 (因子1)	效率与强度 (因子2)
粮食种植率(%)	0.928	-0.218
耕地面积下降率(%)	-0.889	-0.315
作物播种面积(%)	0.830	0.524
化肥施用量(%)	0.741	0.471
瓜菜种植率(%)	-0.735	-0.009
土地生产率(%)	-0.120	0.738
有效灌溉率(%)	0.073	0.738
机械总动力(%)	0.521	0.728
粮食产量(%)	0.485	0.651
特征值	3.955	2.686
方差贡献率(%)	43.944	29.843

## 1.2 数据来源

农业生产历史数据来自《江苏省农村改革发展30年》和《江苏农村经济五十年》,2007年以后的数据由相应年份的《江苏农村统计年鉴》补充。耕地面积数据在1996年前后统计口径发生变化,测算1996年2种统计口径的差值,采用平加方法折算成新口径下的数据;化肥施用量1980年开始采用折吨量标准,按化肥实际施用量与折吨量的比率进行趋势回推,将1970—1979年的化肥实际施用量数据换算成折吨量数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 耕地利用历时过程

以18个变量进行主成分分析,首先对数据进行适合性检验,表征样本充足性的KMO测度值为0.868, Bartlett球体检验结果达到显著水平( $P=0.000$ ),说明年度样本数据适合作主成分分析。采用方差最大旋转法进行旋转,得到的因子载荷值(表1)。按特征值大于1产生2个因子,这2个因子解释了总方差87.3%的信息。

从表1可知,因子1与化肥施用量、机械总动力、有效灌溉率、机耕率以及主要作物产量等变量的相关性较高,代表耕地利用强度及其增产能力,命名为生产产能因子;因子2与耕地经济产出率、利用结构(油料作物除外)和利用规模、劳动力投入等变量的相关性较高,代表耕地利用结构及其增收能力,命名为经济效能因子,这2个因子过程表征了40年来江苏省耕地利用动态变化过程。

从图2可知,以1984年为界,耕地生产能力从快速增长转到相对平缓,与此同时,耕地经济效能则从下降到反转上升。由此可知,1984年是江苏省耕地利用变化的重要转折点,前期耕地利用的中心是促生产,后期以经济效益为导向。

1984年以后,耕地利用以高投入实现高产出的能力逐步放缓,而以劳动节约、土地节约和结构调整特征的经济高效化进程逐步展开。1997年开始,江苏省耕地利用的走向进一步分化,耕地生产能力趋于停滞,而经济效益则在波动中提速上升。

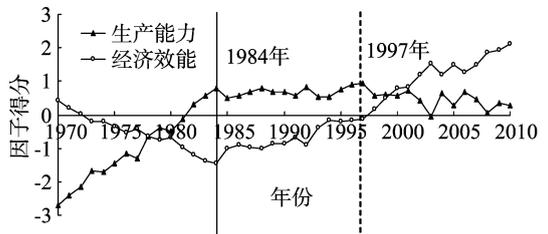


图2 江苏省耕地利用因子变化过程

耕地利用变化的主要分界点1984年和1997年均是江苏省粮食产量创历史新高的年份,人均粮食产量分别达到545、499.9 kg/年(图1),远超出人均粮食占有量400 kg/年的小康标准线<sup>[9]</sup>。由此可知,耕地的粮食产能过剩、人口压力暂时缓解是耕地利用过程转向的重要条件。

从温饱型向小康型生活转型,粮食需求相对稳定,而动物型蛋白和瓜菜的需求量上升,农产品需求结构发生转变。随着农业市场化改革的逐步深入,拥有生产决策自主权的农民受价格机制的引导自然通过改善品质和服务来响应高端市场需求,以实现耕地的高效化经营。江苏省耕地资源相对稀缺,农作结构调整的总体方向是粮棉等土地密集型作物种植率下降,瓜果蔬菜等特色高效产品种植率升高。

### 2.2 耕地利用空间分化

随着农业市场化开放度的提高,土地经营者逐利行为的空间结果是区域按比较优势配置资源。由于市场区位、劳动力和耕地等资源条件的空间异质性,耕地利用空间重构成为农业市场化进程的必然结果。江苏省内部分苏南(苏锡常宁镇5市)、苏中(通泰扬3市)、苏北(徐淮盐连宿5市)三大地带,经济梯度差异明显。以市场化改革深入发展的1997—2009年为研究时段,以江苏省13个地级市为研究单元,选择与耕地利用的规模、结构、强度和效率相关的9个指标在1997—2009年的变化率(表2)进行主成分分析。表2列出了旋转后的因子结构,2个因子反映了主载荷变量的信息:(1)因子1是利用结构和利用规模的变化,是最重要的变量,解释了总方差的43.94%,与粮食种植率、作物播种面积、化肥施用量的变化率显著正相关,与耕地面积下降率和瓜菜种植率的变化率显著负相关。(2)因子2是利用效率与利用强度的变化,解释了总方差的29.84%,主要包含土地生产率、有效灌溉率、粮食产量、机械总动力的变化率等4个变量的信息。

各评价单元的因子得分服从期望为0、方差为1的分布,以0、±1.0等分成4级。由图3-a可知,南北差异明显,苏南5市(除镇江外)因子得分为负值,表明相关指标的变化率低于平均水平,即耕地面积、作物播种面积和化肥施用量、粮食种植率的降幅相对较大,而瓜菜种植率上升较大,以苏州、无锡和南京最显著。苏北地区反之,以连云港、淮安为代表,粮食种植率、种植规模和化肥投入强度的增幅较大。由图3-b可知,苏北地区经济产出率、机械总动力、有效灌溉率和

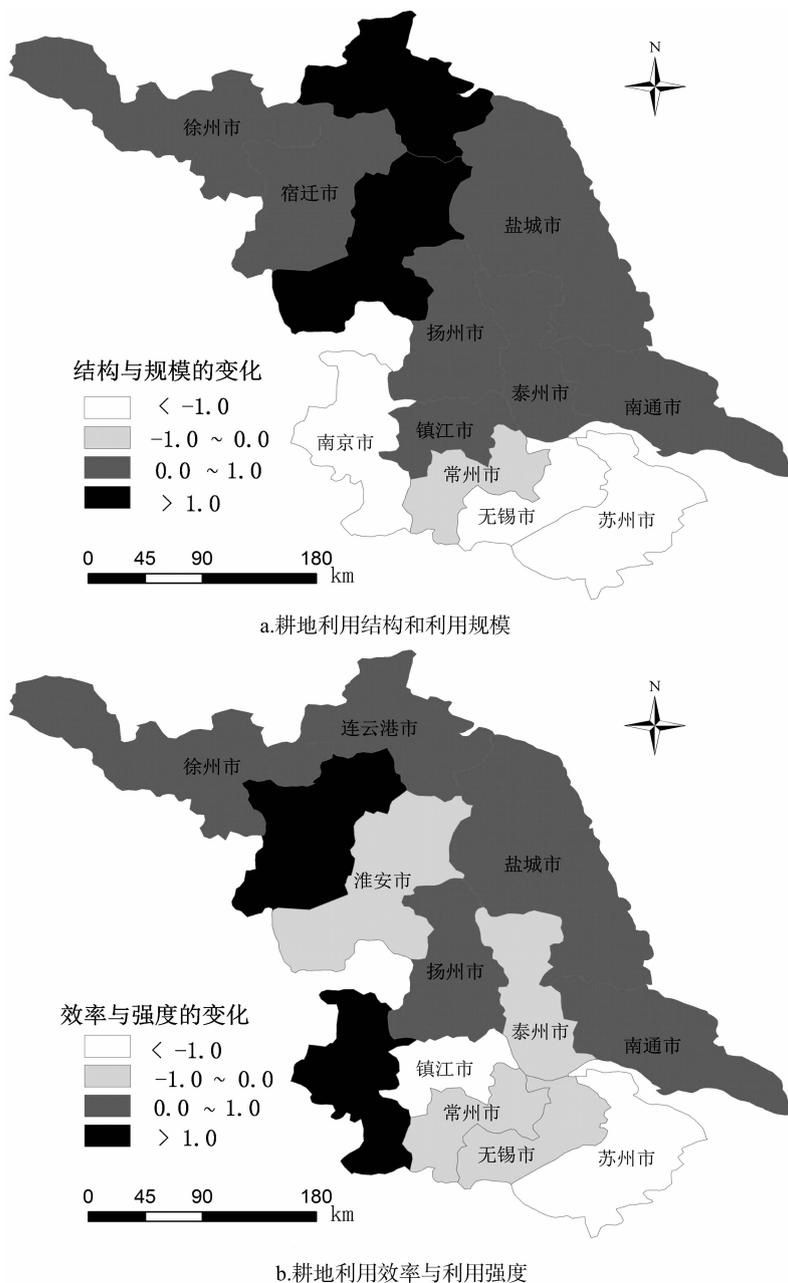


图3 1997—2009年江苏省各市耕地利用变化的空间差异

粮食产量等指标的变化率总体上相对高于苏南,苏南以苏州、镇江的相对弱化最明显,但也有特例,位于边缘区位的南京地区的耕地利用强度则显著加大。

由此可见,当市场机制对资源配置逐步发挥基础性作用时,江苏省耕地利用格局南北分化态势明显,主要表现在以下2个方面:(1)耕地利用结构。位于长三角经济区核心圈域的苏南地区压粮扩经,尤其蔬菜瓜果等园艺作物种植规模显著扩大,而边远农区的粮食种植率稳中有升,这意味着全省粮食生产重心北移。(2)耕地利用强度。苏北地区各种农用物资投入强度及其产出效率总体上较苏南有更大增幅。根据耕地利用规模、强度及效率等相关指标变化的南北分异,可以推断江苏省耕地生产功能总体呈“南退北进”的态势,耕作业生产重心显著北移。

### 3 结论

在农业市场化改革的大背景下,耕地的粮食产能攀升是耕地利用转向的直接诱发因素。以1984年为界,前期求温饱,耕地利用围绕增产目标,主要采用反市场的生产管理体制,导致增产不增收;后期市场逐步开放,耕地利用以经济收益为导向,其结构调整和经济高效化特征渐趋显著,而耕地增产能力则在高位徘徊。

耕地是农业产出的最终约束变量。省域层面依赖高物质投入实现高产出的能力难以持续,且市场化趋势下的江苏耕地利用基本方向是以高效替代高产。未来江苏省人增地减的趋势难以逆转,粮食等基本农产品的区域内供需平衡机制可能会被全国范围乃至更大空间尺度的平衡所取代,即随着农

黄毅, 高建忠, 陈再忠, 等. 硝化细菌对淡水水族箱水质和异养细菌数量的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 346-349.

# 硝化细菌对淡水水族箱水质和异养细菌数量的影响

黄毅, 高建忠, 陈再忠, 高斐斐

(上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

**摘要:**在淡水水族箱添加硝化细菌制剂后, 监测水体中水质及异养细菌类群的变化。结果表明: 与对照组相比, 添加硝化细菌处理的水族箱水体 pH 值的变化幅度更小, 在试验第 2 天后  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  浓度维持在较低水平, 在试验第 11 天后基本上检测不出  $\text{NO}_2^- - \text{N}$ ; 在异养细菌总数方面, 对照与添加硝化细菌处理有显著差异, 对照的细菌种群多样性更高。添加硝化细菌对降低淡水水族箱中  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$  浓度效果显著, 最适添加浓度为  $1.46 \times 10^8$  CFU/L。

**关键词:**硝化细菌; 淡水水族箱; 水质; 异养细菌

**中图分类号:** S965.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0346-04

目前养殖观赏鱼是一种流行的休闲娱乐方式。但观赏鱼的养殖要求比较高, 观赏鱼抗病能力较差, 且水族箱的单位养殖体积小, 水体自净能力有限, 鱼病时常发生。病害的发生是观赏鱼本身、病原菌、环境相互作用的结果, 其中水体环境恶化是主要因素。水体中残饵、粪便分解造成水体中氨氮和亚硝酸盐等物质增加, 这些水质理化因子的变化可直接造成观赏鱼抗病力下降, 同时也可改变养殖水体中微生物数量及优势菌群变化, 导致水体微生态失衡, 影响鱼类生长繁殖。

收稿日期: 2012-12-10

基金项目: 上海市重点学科建设项目(编号: Y1101); 上海市高校知识服务平台建设项目(编号: ZF1206)。

作者简介: 黄毅(1986—), 女, 重庆人, 硕士研究生, 研究方向为水产动物医学。E-mail: lemonhuangyi@126.com。

通信作者: 高建忠, 副教授, 研究方向为水产动物医学。Tel: (021) 61900412; E-mail: jzhgao@shou.edu.cn。

产品大市场大流通格局的形成, 通过区际贸易, 其基本农产品需求压力可以向其他耕地资源丰富的农区转移。但这可能会加大人口大省的基本生存系统的风险, 需要在更广域空间对农产品产供销体系进行统一规划和全面协调。

江苏太湖地区是我国传统农业精华区, 是全省水土资源禀赋最好的地区, 当前耕地生产功能有所退化, 表现为种植规模收缩、对农业物质投入强度弱化, 这主要与市场区位密切相关。苏南地区临近以上海为中心的长三角都市与产业辐射区, 经济发达, 城镇密集, 耕地非农转化率高, 因此耕地利用出现以服务城市、融入城市为导向的趋势, 即瓜菜种植率显著上升, 环太湖生态敏感区耕地利用程度下降(退耕还湖)。随着城乡关系的日趋融洽, 未来农业发展的主导模式是耕地利用的多功能化, 即在保持耕地生产功能的同时, 进一步拓展其生态、生活和教育等非生产功能。在南部地区耕地产能相对退化的同时, 江苏省总体仍能保持区域粮食供需平衡, 主要依赖于苏中、苏北农区耕地生产功能的强化, 表现为粮食种植率稳中有升, 通过高投入实现耕地的高产高效。未来区域耕地利用的主导方向是高效规模化经营, 这要求一方面加快工业化和城镇化进程, 促进农业劳动力转移; 另一方面提高耕地经营的社会服务化程度, 推进现代农艺技术, 提高耕地资源利用效

率, 避免耕地利用强度加大对区域生态环境的冲击。

硝化细菌(Nitrifying bacteria)是好氧性细菌, 包括亚硝化菌属(*Nitrosomonas*)和硝化菌属(*Nitrobacter*)。大多数硝化细菌为自养型细菌, 如亚硝化球菌(*Nitrosococcus*)<sup>[1]</sup>、亚硝化螺菌(*Nitrospira*)<sup>[2]</sup>、硝化刺菌(*Nitrospina*)、硝化球菌(*Nitrococcus*)<sup>[3]</sup>等。亚硝化细菌(别称氨氧化菌, Ammonium-oxidizing bacteria, AOB)可以将氨氧化成亚硝酸, 即:  $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 158 \text{ kcal}$ ; 硝化菌(别称亚硝酸氧化菌, Nitrite-oxidizing bacteria, NOB)将亚硝酸氧化成硝酸, 即:  $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_3 - 36 \text{ kcal}$ 。2类菌能从氧化过程中获得生长所需的能量, 但能量利用率不高, 世代时间长, 故生长较缓慢, 其增长速率小于流失率<sup>[4]</sup>。氮循环是水产养殖生态系统中物质循环的重要环节, 控制水体中氮的存在形式和浓度, 是人工调控水体的重要手段, 而硝化作用在氮循环、水质净化过程中起重要作用, 但是水环境自身形成硝化作用很缓慢, 所以需要人为添加硝化细菌来保证硝化作用顺利进行。硝化细

## 参考文献:

- [1] 张凤荣, 孔祥斌, 徐艳. 开展农地利用方式变化规律研究, 探讨土地可持续利用模式[J]. 中国农业科技导报, 2002, 4(3): 18-22.
- [2] 张国平, 刘纪远, 张增祥. 近10年来中国耕地资源的时空变化分析[J]. 地理学报, 2003, 58(3): 323-332.
- [3] 张士功, 邱建军, 陈佑启, 等. 1949年以来我国耕地资源的时空变化研究[J]. 科技导报, 2006, 24(4): 83-85.
- [4] 刘成武, 李秀彬. 1980年以来中国农地利用变化的区域差异[J]. 地理学报, 2006, 61(2): 139-145.
- [5] Li X B, Wang X H. Changes in agricultural land use in China: 1981—2000[J]. Asian Geographer, 2003, 22(1/2): 27-42.
- [6] 李秀彬, 朱会义, 谈明洪, 等. 土地利用集约度的测度方法[J]. 地理科学进展, 2008, 27(6): 12-17.
- [7] 张琳, 张凤荣, 吕贻忠, 等. 耕地利用集约度的变化规律研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(12): 4127-4133.
- [8] 王法辉. 基于GIS的数量方法与应用[M]. 姜世国, 滕骏华, 译. 北京: 商务印书馆, 2009.
- [9] 殷培红, 方修琦, 马玉玲, 等. 21世纪初我国粮食供需的新空间格局[J]. 自然资源学报, 2006, 21(4): 625-631.