

生态农业的景观规划、循环设计及生物关系重建^{*}

骆世明

(华南农业大学热带亚热带生态研究所 广州 510642)

摘 要 景观生态规划、循环系统建设和生物关系重建是生态农业建设的核心和重点,是分别在景观层次、生态系统层次和群落以下层次为中国特色农业现代化道路营造基本格局。景观生态规划包括生物保护规划、资源利用规划、生态安全规划和景观美学规划等。循环系统建设包括农田系统循环、农牧系统循环、农业加工循环、农村内部循环、城市农村循环和生物地球化学循环。生物关系重建是针对当前农业的生物关系被简化、被分割的情况提出的,以作物为核心的生物关系为例,可通过与昆虫、微生物、大型动物、乔、灌、草和其他作物建立起恰当关系,改善作物养分供应,实现对有害生物控制和对资源高效利用。这三大措施所支撑的中国生态农业不同于西方工业化国家农业发展的道路,能够很好地继承中国传统农业的精华,促进现代信息技术、生物技术、材料科学和先进机械制造等现代科学技术在农业的应用,有利于推动农业现代企业、农业相关法规和制度建设。明确了这些措施也就为生态农业建设的科学评价提供了依据。

关键词 生态农业 循环系统 景观规划 生物多样性 农业现代化 生物关系

中图分类号:S181 **文献标识码**:A **文章编号**:1671–3990(2008)04–0805–05

Landscape, circulation system design and biodiversity reestablishment in eco-agriculture

LUO Shi-Ming

(Institute of Tropical and Subtropical Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract Key measures of eco-agricultural practices include landscape design at landscape level, circulation system design at ecosystem level and biological relationship design at community or sub-community level. Landscape design includes biological conservation design, resources utilization framework design, ecological safety design, and aesthetic landscape design. Circulation system design includes field circulation system, crop and animal circulation system, agriculture and processing industry circulation system, village and field circulation system, urban and rural circulation system and bio-geochemical circulation system. In order to remodel the simplified and separated processes of biological relationships in modern agriculture, biological relationship design is proposed. In crop production, for example, it can improve nutrient supply, pest control and resource utilization efficiency by optimizing relationships such as crop-insect, crop-microorganism, crop-animal, crop-shrub, crop-grass, crop-tree and crop-other crops. China's eco-agriculture, which is supported by these three measures, is different from the development path of western industrialized countries. China can well pass on this elegant tradition of traditional Chinese agriculture and promote the application of modern science and technology, such as modern information technology, biotechnology, material science and advance mechanical manufacture, in agriculture. It can also promote the establishment of modern agricultural enterprises, legislation processes and the set-up of modern management system. These key measures of eco-agricultural practices can provide scientific basis for the evaluation of eco-agricultural practices.

Key words Eco-agriculture, Circulation system, Landscape design, Biodiversity, Agricultural modernization, Biological relationship

(Received Oct. 11, 2007; accepted Dec. 15, 2007)

科技工作者提出在我国开展生态农业建设已接近 30 年,生态农业建设得到各级政府重视和广大群众广泛实践也已有 15 年的时间。生态农业是对工业化农业的一种反省、变革和超越,其最基本

特征是关注生态环境效益,并把生态环境效益综合协调到已被人们重视的社会效益和经济效益中。生态农业是农业可持续发展的一种具体表现形式。由于生态农业考虑到更加长远的生态环境效益,更

骆世明(1946~),男,教授,博士生导师,主要研究方向为农业生态学。E-mail: smluo@scau.edu.cn

收稿日期:2007-10-11 接受日期:2007-12-15

加注意到生态系统中各个组分的相互关系,因此在生态农业建设中,必然会形成各种区别于过去农业形式的生态农业模式和与之配套的生态农业技术体系^[1,2]。但目前尚未深入研究生态农业建设模式和配套技术体系开展的重点。在生态农业建设中,工作往往缺乏“抓手”。这影响了生态农业建设应有的认同和进展。经过我国多年的实践经验和国际相关实践,加上应用研究和基础研究成果的累积,生态农业建设的核心和重点逐步显现在人们面前,这就是景观生态规划、循环系统建设和生物关系重建。

1 景观生态规划

景观生态规划是针对一个流域或者比较大的区域,对关系到生物保护、资源利用、生态安全和景观美学的宏观格局开展规划。景观生态规划的核心是利用景观生态学原理、生态经济学原理和生态美学原理协调各种土地利用方式的空间关系和数量关系。

1.1 生物保护规划 包括对林地保护、湿地保护、水源保护、水体保护、野生动植物保护的规划等,其中最重要的是划出各类保护区的范围,并制定确实可靠的保护措施。

1.2 资源利用规划 包括土地利用格局、水资源平衡、能源利用方式等方面的规划。农业中各种种植业的基本面积、养殖业占据的位置、种养比例等需要在规划中加以规范。在干旱半干旱区各种取水方式(抽取地下水、小流域集水、地表水灌溉、人工水库、“绿色水库”)的水源量与各种用水方式(农业、工业、生活等)的耗水量需要在规划中取得平衡。农村生活取暖、炊事、照明、家电能耗和生产中耕作、收获、加温、保温、照明、运输、储存、加工的耗能必须能够为内部供应的太阳能、水能、生物质能、人力、畜力以及外部采购的商业能所支撑。

1.3 生态安全规划 涉及防风固沙、盐碱控制、保持水土、水源植被保护、护林防火、洪水疏导、海岸防浪等方面的规划。在三北地区,规划退耕还林、还草、建立防护林体系的位置;在丘陵山区,规划生物措施和工程措施相结合的水土保持工程关键部位;处于重要大江大河上游的水源区,需要通过确定水源林保护区,减少洪水产生的机会,增加水源区对气候变化的缓冲能力;在江河的中下游,需要确定缓冲洪水的计划行洪区和湿地范围;在沿海确定能够有效减轻台风和寒潮威胁的农田防护林体系位置;在南部沿海,确定有抗击海啸能力和保护沿海生物资源能力的红树林区域。

1.4 景观美学规划 对于居住、旅游等人类经常涉足和视觉触及的区域,需要根据既经济实用,又

符合审美要求对景观进行美学规划。例如对城市周边采石场的绿化规划,对矿山开采迹地和废矿堆积场等进行绿化规划,对村落周围的环境进行整治规划等。

2 循环系统建设

循环系统建设是通过建立系统组分间物质循环连接,提高生态系统的资源效率和减少其对环境压力的压力。根据系统的范围,循环体系建设包括农田系统循环、农牧系统循环、农业加工循环、农村内部循环、城市农村循环、生物地球循环等。生态农业的循环系统建设核心是利用生态系统生态学原理,根据物质、能量和资金平衡关系,建立经济适用的循环模式。

2.1 农田系统循环 在作物和耕地形成的农田系统中,作物吸收养分后的秸秆回田是最重要的循环体系。秸秆可以通过机械粉碎、微生物分解、化学分解、食用菌培养、蚯蚓利用、堆肥等方式回田。秸秆回田的最优比例也是应当加以考虑的重要循环设计参数。

2.2 农牧系统循环 在耕地、作物、畜禽形成的农牧系统中,禽畜粪便的循环利用是关键。粪便可以直接回田以外,还可通过沼气、人工湿地、食用菌、厩肥等方式建立循环通道。

2.3 农业加工循环 随着经济生活水平的提高,农产品经加工后进入市场的比例越来越高,加工后的副产品及废物多数是有机物,适宜在农业中加以循环利用。例如罐头、肉类、食油、纺织、淀粉、制糖、造纸、木材加工等企业产生的副产品和废料可以循环利用做肥料、饲料、燃料、培养基等。

2.4 农村内部循环 我国农村建设中,一段时间以来,由于公共设施的建设配套计划跟不上需求,导致许多农村的粪便、污水和垃圾污染环境,降低了广大农民的生活质量。村落产生的这些粪便、污水和垃圾实际上多数可以进行农业循环利用。由于农村分散的特点,需要发展和普及分散式的处理方式,例如污水的小型人工湿地处理方式、粪便的沼气处理方式、有机垃圾的堆肥方式等。

2.5 城市农村循环 农村化肥供应缺乏的 20 世纪 70 年代前,由于城镇规模不大,一般城镇粪便和垃圾可以全部被近郊农田加以循环利用。在 80 年代后,这种循环链逐步被打断,垃圾被填埋或者焚烧,粪便被污水处理厂统一集中处理。通过城市垃圾分类收集系统的建立,对有机垃圾进一步进行堆肥或其他处理方式,可以实现农用循环。污水处理后的污泥如果没有有害物质,可以直接农用。现已有方法可同时降低污泥的重金属含量和开展污泥的

作物生产利用^[3]。在城市生态住宅建设中,目前提倡小区的有机垃圾和污水循环利用到本身的植被中,也是一个好的循环体系。

2.6 生物地球化学循环 农业的物质输入和输出加大了生物地球化学循环的规模,在已经过量使用化肥的区域适当减少化肥氮、磷、钾的施用,有利于减少对工业化氮固定规模的需求,也减少对磷矿和钾矿开采的压力。通过植被生长固定 CO_2 是一个促进温室气体减少的重要措施,全球植物每年固定的 CO_2 达到 $3.6 \times 10^9 \text{ t}$ 碳。扩大多年生植被、有机农业和资源节约型农业的规模都会对农业资源相关的生物地球化学循环产生积极影响。

3 生物关系重建

在近万年的中国传统农业中,生物多样性丰富,生物关系比较协调,在没有化肥、农药的条件下,实现了用地养地相结合、有害生物有效控制、农业长期延续的效果。为改变传统农业农田的产出和劳动力生产率不高的状况,工业化农业推广现代品种,运用化肥、农药、薄膜、机械等措施,这又常常导致品种单一、生物多样性下降、有害生物经常爆发、土壤地力下降等问题。重建农业生态系统的生物多样性,重新建立起生物间的相互关系,常常能够产生“事半功倍”的效果,这已经为很多科学研究和生产实践所证实。

以作物为核心的农业生产过程可以重建的关系包括:(1)作物与作物的关系。利用不同植物之间在光、温、养分、水分、抗病、抗虫、抗草等方面的差异,开展建立丰富、互利的轮作、间作、套作模式。(2)作物与昆虫的关系。不同作物或不同作物品种对昆虫分别有吸引、驱赶、回避、抗性、耐性关系。利用昆虫之间的捕食关系,可以建立控制害虫的天敌体系。(3)作物与微生物的关系。微生物与作物可能共生形成菌根或者根瘤。微生物能够分解土壤钾和磷化合物,改善作物营养状况。有益微生物的开发已经能够做到有效改善养殖业的水体质量,提高饲料品质,改善家畜养殖环境。通过感染害虫的微生物开发,使害虫控制增加了手段。食用菌能够有效转化秸秆、粪便等农副产品。甲烷细菌等相关微生物在沼气发酵过程起到关键的作用。微生物如果是植物病原菌,会产生病害,但利用其他微生物的拮抗关系或者作物本身的抗性基因,就可能减少病害。(4)作物与大型动物的关系。蚯蚓在消化和转化秸秆、粪便和改善土壤状况中有特殊的作用。农田中可以利用鸭、鱼、青蛙控制有害生物,利用猫头鹰、蛇和猫控制鼠害。(5)作物与草的关系。田基草可以成为害虫天敌的集散地和避难所。梯田周边的草被可以减少水土流失。草田轮作有利

于地力恢复。果园覆盖适当的草本植物,不仅可以减少其他杂草和减少水土流失,还可能成为绿肥。(6)作物与树的关系。农林系统(Agroforestry)就是作物与木本植物良好关系的一些模式的总称^[4]。

农业中的生物关系重建还可从获得的效果来分类考察:(1)改善作物养分供应的关系。传统农业的间套种体系能够很好地改善作物的养分供应。例如李隆^[5]的研究表明,豆科作物和禾本科作物间作,能够有效增加豆科作物的固氮量,增加土壤磷和土壤金属元素的有效性,菌根、绿肥、红萍、磷细菌、钾细菌的恰当运用也能够不同程度地改善作物的养分供应。(2)实现对害虫和鼠患控制的关系。稻田养鸭、稻田养鱼、稻田养蛙被证实能够有效控制作物的害虫^[6]。昆虫植物陷阱的设置,例如在石榴园种植向日葵、在桑园周围种植枫杨树能够分别吸引石榴和桑树上的害虫。驱虫植物设置,例如在温室种植紫苏、田间种植葱和蒜有驱虫作用,柑桔园种植番石榴有减少木虱危害,从而减少柑桔黄龙病的作用。释放寄生蜂、捕食螨、昆虫病原菌等能够有效控制害虫危害。巢居农田附近林地鸟类能够有效控制农田害虫。水稻的抗稻飞虱品种能够减少稻飞虱的危害。已经有通过饲养无毒蛇、释放家猫、放养猫头鹰等方式控制鼠害的成功例子。(3)实现对病害控制的关系。黄京华等^[7]的研究表明,VA菌根入侵作物根系,不仅能够增强作物的养分和水分供应状况,而且能够诱导增强作物的抗病能力。木霉制剂能提高土壤有机质的利用效率外,还能通过拮抗作用,减少作物病害^[8]。蔡燕飞等^[9]研究表明,含有丰富微生物的有机肥制剂,能够减少番茄的青枯病。同种作物不同品种的间作,或者不同作物之间的间作都有利于减少病害的发生,例如朱有勇等^[10]通过水稻不同品种的间种,实现对稻瘟病的控制。利用基因多样性选育抗病品种是控制病害的重要手段。(4)实现对草害控制的关系。稻田养鸭、养鱼能够控制稻田杂草。果园的豆科作物间作,在增加肥料的同时,可以减少果园杂草。旱地作物的秸秆覆盖可以减少杂草。近年对植物化感作用的研究揭示了另外一个很有前途的杂草控制办法,就是通过育种、间种、有效成分分离等方式利用植物之间的化学相互作用,达到控制杂草的目的。日本学者 Fujii Y.^[11]的研究表明,利用豆科植物刺毛黧豆(*Mucuna pruriens*)和柔毛野豌豆(*Vicia villosa*)作为覆盖作物或轮作作物,不仅能够为作物提供氮肥,而且有很好的杂草控制效果。(5)实现对资源高效利用的关系。通过农田的轮间套作,尽可能减少生长季节农田的空闲时间,可以提高光温水等气候资源的利用效率。通过林地乔灌木多

层次的植被结合,可以提高林地的土地覆盖度,减少水土流失,提高生物生产量。通过鱼塘生活在不同层次的鱼类混养,可以充分利用水体不同层次的各种资源,提高鱼塘的生产效率。草原上不同类型牲畜的适当组合和轮牧也有可能改善草场植被结构,提高草地生产效率。通过农林的适当结合例如泡桐和小麦的间种、橡胶和茶叶的间种等也可形成高效利用模式^[1,4]。

4 生态农业主要措施与中国特色农业现代化道路的关系

生态农业建设的 3 个主要措施分别代表了农业建设的宏观、中观和微观格局。景观生态规划主要是在农业用地的景观水平上开展的一项宏观生态农业建设内容,循环系统设计是在生态系统水平上开展的中间尺度的生态农业建设内容,生物关系

重建是在群落、种群、个体和基因水平上利用生物多样性开展的微观水平上的生态农业建设内容(图 1)。中国的生态农业建设实际上就是营造有中国特色的农业现代化道路的基本格局。

4.1 生态农业措施的中国特色 生态农业的中国特色来自两个方面,其一是中国的农业还处于传统农业向工业化农业的转变阶段,但中国的农业由于受到资源和环境的约束,不可能走西方工业化国家大投入、大输出的老路,生态农业实际上是在走一条在工业化过程中更多利用智慧、科技和自然规律来实现可持续发展的独特农业发展道路(图 2);其二是中国传统农业由于不依赖化肥和农药,经历过长期的淘汰与选择压力,形成很多循环体系,并利用很多生物相互关系,形成了相对合理的土地利用格局。尽管有关传统是在比较低的土地生产力和劳动生产率的基础上形成的,在新的历史条件下,为

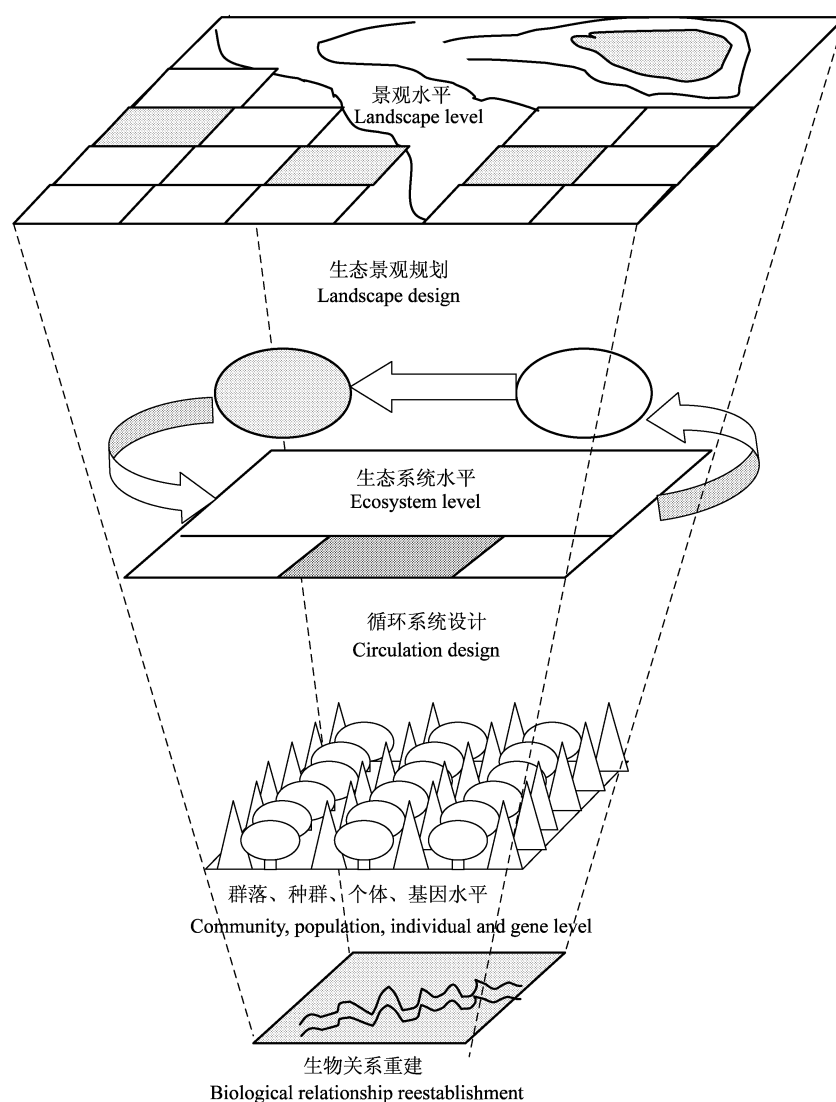


图 1 生态农业建设 3 个关键措施之间的关系

Fig. 1 The three key measures and their relationships in eco-agriculture practices

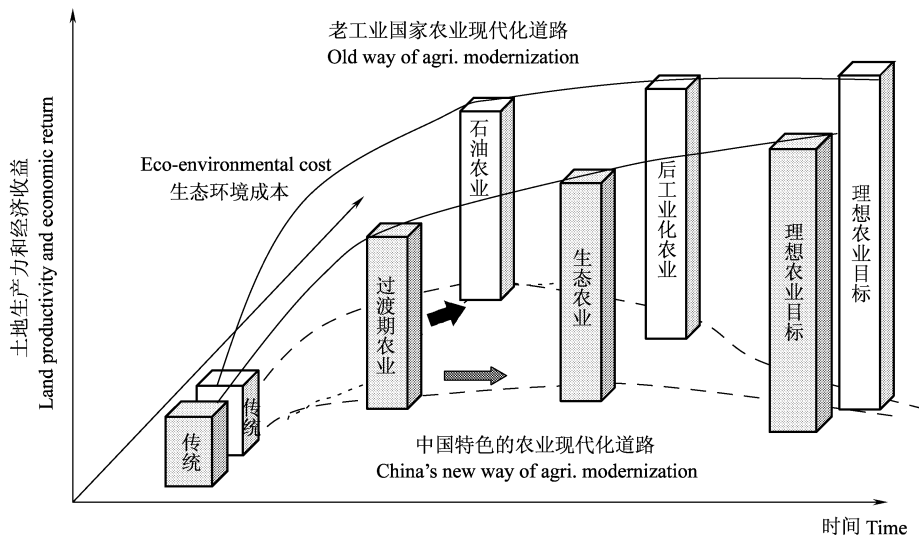


图2 中国生态农业建设在农业现代化发展中的地位

Fig.2 The role of China ecoagriculture in agriculture modernization

适应规模化、集约化和商品化,只要对传统经验的有效性和适应性进行筛选,并利用现代科技手段加以改造,生态农业就能够继承和发扬中国传统农业的宝贵经验。

4.2 生态农业措施的现代手段 生态农业建设的主要措施需要吸纳现代科技。进行景观水平的规划时,需要运用卫星遥感、全球定位、地理信息系统等现代科技手段掌握用地信息。在推动循环系统的过程中需要先进的机械设备,例如能进行秸秆回田的收获机械、能够实现粪便回田的机械、免耕机械,需要能够精确控制施肥、用药、用水的农业机械。在重建生物关系过程中,更需要现代生物技术和相关科学技术鉴别和利用生物多样性及其相互关系。生态农业也需要利用新材料和新技术生产生态安全的农用化工产品,如植物保护剂、控释肥、可分解薄膜等,减少对重要生物相互关系的负面影响。

4.3 生态农业措施与现代表管理 只有规模化的农业才对科技敏感、才能够对生态环境真正负起责任,因此生态农业建设更加注重农业的合作经营和企业化经营。生态农业建设涉及生态环境保护,而生态环境效益多是为大众享用的公共产品,因此生态农业建设有赖于资源有偿使用制度和生态环境补偿机制的激励。生态规划的制定和循环体系的建设也需要相关土地利用法规和循环经济法律的规范。

4.4 生态农业建设的评估体系 在明确了生态农业建设的主要措施后,就可以科学制定有关生态农业的评估体系。除了通用的社会效益、经济效益和生态环境指标外,生态农业建设水平可以通过考察这3个方面工作的实际成效来进行科学和客观的评价。

参考文献

- [1] 李文华. 生态农业[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003
- [2] 骆世明. 农业生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 350-390
- [3] 黑亮, 吴启堂, 龙新宪, 等. 东南景天和玉米套种对 Zn 污染污泥的处理效应[J]. 环境科学, 2007, 28(4): 852-858
- [4] 卢良恕. 中国立体农业概论[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1999: 175-490
- [5] Song Y. N., Li L. Nitrogen fixation of faba bean (*Vicia faba* L.) interacting with a non-legume in two contrasting intercropping systems [J]. Plant and Soil, 2006, 283: 281-292
- [6] 魏守辉, 强胜, 马波, 等. 长期稻鸭共作对稻田杂草群落组成及物种多样性的影响[J]. 植物生态学报, 2006, 30(1): 9-16
- [7] 黄京华, 曾任森, 骆世明, 等. 玉米中 DIMBOA 与几种酚酸类物质抑菌活性比较[J]. 天然产物研究与开发, 2007 (19): 572-577
- [8] 肖烨, 易图永, 魏林, 等. 木霉菌对几种植物病原菌的拮抗作用[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2007, 33(1): 72-75
- [9] 蔡燕飞, 廖宗文, 王德汉, 等. 化学-生物发酵联用技术对稻草腐熟的效果及红外光谱研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(8): 1269-1272
- [10] Zhu Y. Y., Chen H. R., Fan J. H., et al. Genetic diversity and disease control in rice [J]. Nature, 2000, 406: 718-722
- [11] Fujii Y. Allelopathy in *Vicia*, *Mucunna* and related legume species [J]. Wild Legumes, 2000, 3: 191-204