

林农复合生态系统

学术讨论会论文集

中国林学会森林生态专业委员会



东北林业大学出版社

林农复合生态系统学术讨论会

论 文 集

东北林业大学出版社

1988

林农复合生态系统论文集编委会

主编：熊文愈 小林

编委（按姓氏笔划为序）：朱容、朱忠保、朱守谦、冯宗炜、
陈大珂、陈炳浩、周晓峰、祝宁、姜志林、蒋有绪、黄宝龙、盛炜彤

责任编辑：祝宁、陈炳浩

林农复合生态系统学术讨论会论文集

中国林学会森林生态专业委员会

东北林业大学出版社出版发行

（哈尔滨市和兴路8号）

东北林业大学印刷厂印刷

开本 787×1092毫米1/16 印张 10 字数 208 千字

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数 1—2500 册

ISBN 7-81008-063-6/S·21 定价：2.60元

前 言

由中国林学会森林生态专业委员会,江苏省生态学会和江苏省林学会联合主持召开的全国“林农复合生态系统”学术讨论会于一九八六年十月十五日至十九日在江苏省高邮县举行。代表们本着百家争鸣的方针,对林农复合生态系统中的各种理论性问题,诸如不同生物种群之间的相互适应和边缘效应,复合系统的多样性和稳定性,立体化经营及其效益,模式分类及其划分方法,生物种群组合与搭配的原则等作了充分讨论。与会代表还交流了不同地区的各种林农复合经营类型的研究成果和生产经验,如(1) 江湖水网区林农渔、林副综合开发型;(2) 平原农区林农间作型;(3) 湘西、鄂西山区林粮、林药间作型;(4) 东北三江平原沼泽区的稻渔貂类型;(5) 黄土高原半干旱区的林草间作型;(6) 南方丘陵山区的林茶间作型;(7) 四川盆地及亚热带丘陵平原区白蜡、桑、农间作型;(8) 海南热带垦区的胶茶间作型等。这些不同的经营类型反映了我国近年来在发展林农复合生态系统方面取得了十分可喜的成果。

我们根据大会的要求,选择具有代表性的论文23篇、编订成本集,以便更广泛地进行学术交流,促进我国林农复合生态系统研究和利用的发展。

熊文愈

1987.10

目 录

前 言	(1)
林——农复合生态系统的类型和效益	熊文愈 (1)
江苏省里下河地区人工林复合	
经营体系的研究	黄宝龙 黄文丁 林伯颜 凌振宇 (6)
农林生态建设与立体经营刍议	陈大珂 祝 宁 (26)
湘西武陵山区林农复合生态经营调查研究	朱志保 文剑平 赵建国等 (34)
生态林业中的适应与边缘效应	周晓峰 (41)
生态工程原理在农林业上的应用	蒋有绪 (49)
生态林业——我国林业发展的战略方向	刘国城 (54)
沼泽地合理开发利用	周瑞昌 施月奇 林甲等 (62)
湿地松与茶树间作生态效应的研究	唐荣南 汤兴陆 (76)
论农区复合生态系统中种的配置及效益	许基农 (85)
林农复合生态系统模式及效益初探——兼论四川	
复合生态系统发展前景	刘晓鹰 杨俊光 (91)
混农林业系统	陵炳浩 (98)
农用林业的研究概况	竺肇华 (110)
江苏省里下河人工林复合经营体系的起因和发展	林伯颜 刘贵阳 (115)
林农牧渔复合生态系统效益的探讨	黄家洪 赵 松 张萍等 (119)
池杉林复合系统经济效益初探	祝富海 钱志源 扈南平 (127)
林农牧渔人工复合生态系统的探讨	张正跃 (130)
里下河滩地开发, 利用类型及效益初探	薛建辉 (133)
林—药—牧—鱼人工生态系统研究初报	范前炎 (135)
水冬瓜—稻田生态系统初探	虞沐奎 (138)
核桃与间作	叶正达 (140)
把传统林业引向生态林业——建瓯县范文兴	
立体林业模式的调查	刘平康 汪孟能 林光宇 (142)
广东垦区林农复合生态系统初探	周孝华 (145)
一个有用的森林生态系统, 农林复合系统的模拟模型——FORCYTE	徐德应 (148)

林—农复合生态系统的类型和效益

一、林、农结合是现代农、林业发展的趋势之一

当今世界正面临着人口剧增,能源短缺和环境污染三大危机,随着人口的迅速增长,粮食,牧草种植面积不断扩大,在许多发展中国家毁林种粮、弃林从牧的现象十分严重,引起了土壤侵蚀,水土流失,气候失调,环境恶化,从而阻碍了农牧业生产的进一步发展。据预测,发展中国家的森林覆盖面积和商品木材的蓄积量到二十一世纪初将减少40%,世界森林面积将由78年的25.63亿ha下降到2000年的21.17亿ha。因此,除了对现有天然林加以保护和合理利用外,发展人工林是一项发挥森林经济,生态、社会效益的有力措施。

如何解决农、林业之间争地的矛盾呢?有效的途径就是将农、林业有机地结合起来,建立成生产力高,综合效益大的林—农复合生态系统,既解决林业的近期收益问题,同时提供木材,粮食和农付产品,满足社会的需要,促进农、林业的协同发展。西德人所说“农业养活人类,森林养活农业”是有道理的。联合国粮农组织(FAO)的报告《向公元2000年迈进的农业》(1979)也提出实行林农、林牧结合,建立合理的农业经济体系,林—农复合经营的实践和研究已受到许多国家的重视,它将成为现代农、林业发展的趋势之一。

二、林—农复合生态系统的类型

目前,对农—林业(agroforestry)一词的定义尚未统一。R. Reid和G. Wilson(1980)认为,“农—林业是在同一土地上农业与林业的综合,即在同一时间或按次序把畜牧、农作物置于稀植的林木之下。”美国学者则把防护林,薪炭林和经济林都包括在农—林业范畴之内,且着重于提高边际土地的生产力和保持水土。P. K. R. Nair(1984)指出,农—林业是一种土地综合利用形式,即有意识的将林木或多年生木本植物与农作物或畜牧结合起来,使它们成为一个综合整体,这种经营方式谓之农—林业。我们认为按农、林、牧、渔、付各业的特点,根据生态学的原理和时空排序,将其全部或部分组合而为人工生态系统,进行综合经营管理,使之发挥巨大的经济,生态和社会效益,称之为林农复合生态系统、林—农复合生态系统具有下列特征:

(一)复合性。这里的“农”包括种植粮食,经济作物,蔬菜类、木本经济作物,药材等。栽培食用菌,饲养家畜家禽,甚至包括渔业在内。所谓“林”就是造林、营林,包括用材林,果树和其它经济林木,农—林业就是将这些经营类型有机地结合起来,而

形成的一种土地利用技术制度。

(二) 整体性。林—农复合生态系统大多数是人工建立的生态系统, 经营目的明确, 主要发挥系统的总体功能和综合效益。

(三) 集约性。林—农复合生态系统的管理集约程度较高, 投入系统的物质, 能量较多, 而系统输出也相应提高, 从而具有较高的能量转换效率和系统生产力。

林—农复合生态系统的主要类型可归纳为:

(一) 林—农复合型。可以分为下列两种类型:

1. 以农为主。树木成宽行距种植, 行间间作农作物。主要发挥林木的小气候效应, 保证农业的高产稳产。河南省大面积的枣树、泡桐——粮食作物间作和江苏阡江县的稻、麦——池杉以及各种形式农田林网等。

2. 以林为主。造林后头3—5年, 林地空隙较大, 林下间作农作物, 可取得一定的经济效益, 并提高土地、光能利用率。林分郁闭后一般停止间作, 以经营林分为主, 如南方杉木造林后的林粮间作, 江苏里下河地区池杉—农作物间作形式。

(二) 林—牧复合型

林下种植牧草, 或在原有草地栽植树木林木分布不均匀, 有时呈树丛或树群分布, 主要发挥林木保持水土及改善牲畜生境的作用。这种类型在西欧、东欧的畜牧业发达国家极为普遍。

(三) 林—渔复合型

它是一种较独特的类型。鱼池边种植树木和鱼饲草, 池中养鱼, 林木有固堤作用。如广东的桑基鱼塘, 江苏里下河地区的江都溱洋湖水产养殖场的林渔结合就是例子。

(四) 林—农—渔复合型

林、渔结合的同时, 林下间作农作物。如江苏高邮县张轩林场滩地开沟养鱼, 垛田营造池杉林, 林下冬季间作小麦, 油菜、蚕豆; 夏季间作棉花, 黄豆等农作物。

(五) 林—副复合型

林木种植木本经济作物, 药材, 栽培食用菌等属于这种类型。如海南岛的胶茶间作, 江苏的松茶间作, 池杉—平菇复合经营体系, 南京林业大学在毛竹林培养食用菌等。

三、林—农复合生态系统的效益评价

(一) 生态效益

1. 充分利用营养空间, 改善农田小气候

据测定, 在农桐间作的农田里, 风速可降低40%—50%, 夏季平均气温低于无林地对照点0.4—1℃; 相对湿度提高7%—10%, 绝对湿度增大2.4毫巴, 蒸发量减少34%, 土壤含水量提高7%—10%, 减轻了干热风对小麦的危害。河南枣粮间作试验表明, 林网使农田平均风速降低40%左右, 相对湿度提高5%—10%, 空气温度降低1℃左右, 从而减轻了干热风对小麦灌浆期的危害, 提高小麦产量36%左右。

非洲撒哈拉农民在农田种植金合欢, 树木根系深, 避免与地表层农作物根系争水,

争肥，金合欢根系具固氮作用，干季树叶脱落，不影响作物生长，使作物产量提高20%—50%。

西欧和北美历来有林内放牧的传统。造林后头几年，牧羊可以抑制杂草滋生，成林后放牧可减少疏伐及修枝费用2.0%。日本放牧的林地面积约为10万ha。意大利波河平原杨树造林后5—10年放牧，树叶作为牲畜饲料。

松茶间作的经验表明，林下直射光减少，漫射光增加，符合茶树耐荫特性要求。间作茶园，春茶开采期温湿度均高于露地茶园。间作茶园发芽早而整齐，开采较早，提高了春茶品质，林茶间作对干旱和冻害防御效应明显。

林下光照强度减弱影响了林下作物的产量，当林分郁闭度超过一定程度后，作物产量会下降，如6年生池杉林下间作油菜，由于油菜花期光强减弱，使种子千粒重下降，产量比对照减少30—50斤/亩。

2. 防止水土流失和土壤侵蚀

在非洲撒哈拉沙漠热带地区，将树木不规则地栽于农田内，有效地防止沙化，保护土壤，有利作物增产。荷兰是个填海造地，寸土寸金的国家，但营造防护林面积仍占国土面积的14%左右。

草场植树，有效地控制土壤侵蚀，防止牧草群落的退化。新西兰牧场和草地占国土面积的48%左右，草地侵蚀现象较严重，近来将辐射松与牧草结合经营，营造畜牧林，提高了载畜能力。

3. 减少农田害虫数量，维护农田生态平衡

江苏省邳江县池杉—水稻间作试验表明，池杉可作为稻田蜘蛛的过渡栖息场所，对稻飞虱有控制能力。间作田中百丛水稻蜘蛛数量416—1092个，而对照仅为367个。由于林木的存在常有鸟类栖息，可抑制部分害虫的大量发生，减少农药施用量，减轻农产品和土壤污染，使农田生境得到改善。

(二) 经济效益

1. 对作物产量和品质的影响

河南省桐粮间作试验表明，泡桐与小麦间作，四年平均增产7.3%，千粒重增大1—4克。玉米净增产9%—12%，而红薯产量比林地平均减产24%，棉花也略有减产，冠下棉花品质也较差。

意大利波河平原人工杨树林内，采用玉米—小麦—土豆—玉米—饲料作物间作方式，净收入为单纯种植农作物的1倍，全部造林费用70%—80%靠间作收入弥补。苏联1958—1962年试验表明，防护林带使经济和饲料作物增产41—44%，多年生干草增产30%。

2. 整体经济效益

邳江县以农为主的池杉—粮食作物间作，每年可比农田多收入80元/亩，以林为主形式，比单作粮食增加产值106元/亩·年。高邮县川青乡付业圩林—农—渔复合形式比单作粮食的农田增加收入150—200元/亩·年，南京林业大学下蜀林场间作茶园的干茶产量比对照提高6%，干茶品质均为1—3级。

在中美洲，香蕉和可可与破布木间作，除了收获可可和香蕉之外，生产木材200m³/

ha, 增加了经济收益。墨西哥实行破布木与玉米间作, 使造林费用减少 27%。印尼大面积人工林早期与粮食作物间作, 经济效益很好, 把饲料作物如象草与幼林间作 4—5 年, 每年可产青饲料 150 吨/公顷, 促进了当地畜牧业的发展。联合国粮农组织处报导, 尼日利亚实行间作的土地每年约 2 万 ha, 有利于幼林抚育, 生产大量农产品, 提高了整体效益。

当然, 间作收益受作物种类和产品市场价格的影响, 应在选择间作作物种类时予以考虑。另外, 整体效益往往比单作农田为高, 但不一定是当地最有效的土地利用形式, 也应加以注意。

(三) 社会效益

林—农复合生态系统可以为社会提供多种产品, 满足人们的消费需要。林—农结合为当地提供一部分木材, 薪炭林和饲料等, 并促使作物秸秆还田, 有利于恢复和提高土壤肥力。另外, 在劳力资源丰富的地区, 采用林—粮间作, 林牧结合的经营体系, 可以充分发挥一部分剩余劳力的作用, 增加群众收入。这方面的研究尚少报道。

四、林—农复合生态系统的研究内容及方向

(一) 最佳林农复合生态系统的设计

1. 树种选择

目前, 多采用用材树种或经济林木, 如我国的泡桐、池杉、杨树、果树等与农作物间作。今后也应考虑选用多用途的树种, 发挥“一树多用”作用。一些树冠窄, 枝叶稀疏, 冬季落叶, 主根明显, 根系分布较深, 生长快, 抗性强的树种, 是较理想的用于间作的树种, 如池杉 5 年生时冠径 2m 左右, 树冠透光率高。无叶期 5 个月左右, 基本不影响冬春作物的生长。另外, 树种选择还要考虑林木在系统总体中所起的作用。例如里下河滩地的池杉林起临时蓄洪作用, 用其他树种代替难于成功。

2. 间作作物的选择和季节安排

林下间作一般安排两季或两季以上的作物, 在时间系列上充分利用太阳光能和生长空间。里下河地区杉粮间作表明, 冬季种植油菜, 蚕豆, 小麦, 夏、秋种蔬菜类(大白菜、芋头等), 经济和生态效益高于油菜—黄豆单一轮作形式。

3. 系统最佳结构设计

为了充分发挥系统的整体效益, 应把林—农复合系统的最佳组成结构作为一个研究内容。目前, 在实践中已有一部分经验, 但有待于理论上和实践上进一步总结提高。

随着控制论, 信息论, 系统论的原理和方法在生态学领域的应用, 生态系统工程已成为一个崭新的研究领域。以系统学为指导思想, 采用系统分析等数学手段, 建立实体系统结构, 运动(物流, 能流)的数学模型, 利用电子计算机进行仿真试验, 确定系统最优结构方案, 对系统进行预测和定向控制, 并为系统设计提供依据, 这方面的研究具有重要的理论和实际意义。

(二) 林农复合生态系统效益的评估

对林—农复合生态系统经济效益的评价报道很多,也有数量化对比。生态效益方面目前还停留在小气候效应,微生境效应的研究。今后应在林木和农作物的生长竞争模型,林木和农作物根系对土壤水分,养分竞争程度方面加强研究,为系统的管理提供依据。

人工生态系统的优劣与我们经营系统的目的和设计水平有关,一般认为,能量转换效率高,产投比高,稳定性强的系统为最优系统。只有建立数量化的系统评价指标体系,提高设计质量,才能使系统估价建立在科学、合理、可靠的基础上,对不同系统功能,效益加以比较,选择最优方案。

林—农复合生态系统工程是生态学发展和理论联系实际必然的趋势,是农业和林业工作者在理论上和实践上相互渗透的结果,表现了强大的生命力,它为平原,丘陵地区农业、林业的共同发展闯出了新的路子。然而林农复合经营的发展尚在初期阶段,在理论上和实践上都有待于充实提高。让我们协作起来,从不同学科的角度来研究它,实验它,使之成为更完善的生态系统工程体系。

熊文愈 南京林业大学

参 考 文 献

- 〔1〕 马世骏,生态工程—生态系统原理的应用,生态学杂志, (4): 20—22, 1983。
- 〔2〕 齐文虎等,应用系统理论的方法,建立套作玉米的系统数学模型,生态学报, 1 (1): 1—11 1981。
- 〔3〕 梅兴保,粮—桑—茶—牧人工生态系统的探讨。生态学杂志, 4: 40—49, 1983。
- 〔4〕 黄循谟,海南林—胶—茶的生态结构问题。生态科学, (1): 38—44, 1962。
- 〔5〕 熊文愈,邹经文,论生态系统工程,南林学报, (1): 1—11, 1985。

江苏省里下河地区人工林复合经营 体系的研究

一、里下河地区的基本特点

江苏省的里下河地区总面积为 11 665 km²。(图 1)

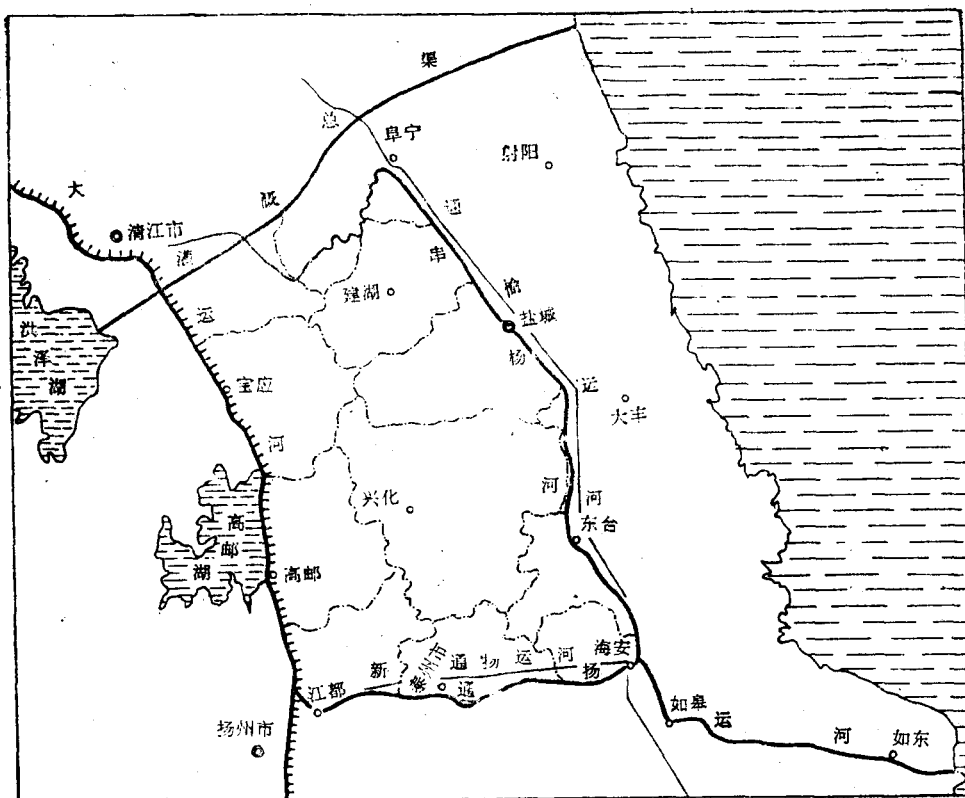


图1 里下河地区位置图

整个地区是一片四周高,中央低的碟形浅洼平原,多数地面真高为 1.5—3 m,中部地势最低洼的兴化等地只有 1—1.5m。由湖滩地趋向平原周缘地带,地面渐次升高,到大运河,通扬运河,通榆运河沿岸,地面真高已有 3—5 m。

气候温暖湿润,年平均气温 14℃—15℃,无霜期 205—215 天,≥10℃ 的积温 4500℃~4700℃。乡土树种以落叶阔叶树为主,常绿阔叶树的种属很少,只有一些人工栽培的常绿阔叶灌木。因地势低平,北部无高大山系阻滞冬季冷空气南下,每年冬

春季节寒流侵入频繁，常导致一些引种的亚热带树种在越冬时遭受冻害。年雨量1000mm左右，年际变化较大，且降雨大多集中于夏季，常有春旱。

土壤主要是腐殖质沼泽土。成土母质以湖积物为主，较粘重。这类土壤是在湿润的气候，处于季节性或长期积水和生长茂密的喜湿植物的条件下形成的，土壤下部常形成潜育层，有效肥力较低；表层则富含有机质，潜在肥力较高。据江都、高邮、兴化、宝应等县1983年土壤普查：滩地土壤的pH值为6.0—7.4、有机质含量8%—10%、全氮量为0.12%—0.22%、比一般土壤高出很多，但由于土壤过湿，通气不良，微生物活动弱，大量有机质难以分解，且土壤中营养元素含量也很不平衡，尤其是磷的有效性低，速效磷一般只有0.6—8.4ppm，呈氮多磷缺的状态。必须采取防洪治涝、降低地下水水位，加强土壤耕作等改良措施，改善土壤通气条件，促进有机质的分解和养分的转化，使土壤进一步熟化，充分发挥其潜在肥力。

里下河地区素有“水乡泽国”之称，解放前洪涝灾害频繁，是贫困落后地区。建国以来，通过兴修水利，开展农田基本建设，提高了防洪御涝的能力，生产条件大为改善。目前，粮食产量已占全省的五分之一，成为省内主要的粮食生产基地之一，淡水水产也已达全省总产量的四分之一，经济面貌发生了很大变化。今后，仍应在发挥鱼米之乡优势的基础上，进一步调整生产结构，发掘自然资源的潜力，使之成为经济上更加富裕的地区。

里下河地区的滩地面积很大，仅扬州市辖各县就有50万亩左右，其中不少尚未开发利用。据估计整个里下河待开发的滩地面积达百万亩之多。由于近十多年来入江入海水系的变化，有相当数量的湖荡已变成枯水滩，成季节性干涸。过去这里主要生长芦苇，由于水位下降，柴草长势日趋衰败，加之人为破坏，效益越来越低，亩产值仅20—40元左右。因此，开发滩地必须认真分析它的现状、特点和条件，才能对今后的利用途径和建设方向，作出正确的判断。

这一地区总的特点是地势低洼，湖荡河网密布，地面真高在2.5 m以下的面积约占58.7%（表1）

表1

里下河地区不同地面真高所占面积

地面真高 (M)	1.5以上	1.5—2.0	2.0—2.5	2.5—3.0	3.0—3.5	3.5—4.0	4.0—5.0	5.0以上	合 计
面积km ²	1652	2075	3112	2465*	948	554	573	286	11665
%	14.2	17.8	26.7	21.1	8.2	4.7	4.9	2.4	100

经过三十多年的治水，西洪东潮已基本挡住，但外排出海尚未完全解决，每逢暴雨，水流汇集，排泄不畅，常有水患，据江都县资料，在解放后的31年中，发生水灾的就有18年，每年6—9月是汛期，河网水位上升，滩地地下水水位提高，有时积水持续期很长，往往积涝成灾。里下河地区过去是淮河下游的分洪区，今后相当长期内，对湖荡地区的开发利用，仍应从全区的滞洪蓄洪的需要考虑。历史上湖荡地区以经营柴草，捕捞水产为主，前些年由于片面追求粮食产量，不少地方将湖荡大面积筑圩围垦种粮，使临时性起滞蓄作用的湖荡库容量减少，加快了雨后圩外河网水位的上升速度。而围垦后仍需常年人工抽排以降低圩内地下水水位，费用很高，实际上又难以降低到排涝要

求,故农业产量较低,生产成本却很高,得不偿失。但目前要把已围垦的再退耕还湖也行不通,因圩内水位长期低于荡地已不能成湖,既不适合养鱼也不宜于柴草生长。根据近年群众在开发滩地中积累的经验,认为以林为主,实行林农、林渔、林牧、林副结合是较为理想的开发方式。采用空间上多层次和时间上多序列的结构,所谓空间上的多层次是指林、粮、鱼的有机结合,使地上和地下的空间得到充分的利用。时间上的多序列则是指不同季节作物种植的合理安排,在保证林木良好生长的前提下,能在间作物上获得比较高的经济收益。这是一种具有综合效益的生态经济结构,起到以短养长,长短结合,相辅相成,互相促进的作用,为滩地利用开辟了一个新的途径。由于采取了综合开发,收效很快,群众积极性高,各行政部门又给予扶植,近期内取得了很大的发展。通过林内间作和配套的河、沟、渠、池中养鱼和种植水生作物,经济效益明显,比单一粮纯收入提高五倍左右,比开发前荒滩柴草纯收入则增加几十倍。虽然同样是采用框圩,在地势低洼区筑起抬高地面的垛田,但是垛田之间是纵横的大小河渠网络,在水情猛涨时,可以开闸放水蓄洪,合乎水利上滞洪、泄洪的需要。池杉耐水湿,在淹水长达3~4个月的情况下仍能正常生长。这也是我们提倡以发展池杉为主体开发的理由所在,本区森林资源贫乏,木材奇缺,自给率不足20%。从长远考虑,确定以林为主,实行多种经营开发滩地是必要的

二、复合经营模式的建立

在人工林复合经营体系中,各种模式的结构和功能明显影响其效应发挥。建立模式的步骤,首先对本区的资源条件作出正确评价,包括社会、经济、技术、生态等的综合评价及效益预测,即开发的可行性论证。在此基础上进行合理的生态和工程设计,如从生态与经济角度上如何正确处理开发与水利的矛盾,设计功能与实际生态效益以及工程与经济承受能力的关系等。工程的系统分析还应考虑到综合评价指标的建立。评价范围包括工程所引起的自然系统和社会经济系统的变化、影响及其后果;工程投资的生态效益。评价指标包括生物产量或光能利用效率,林地生态条件的直接、间接以及潜在的变化等,技术效果评价,包括工程措施对林木、作物、鱼类等的影响等;经济效果评价,包括投入产出模型、计量经济学模型等,即从技术和经济方面对所设计的工程进行计量评价和分析,建立在技术上先进,经济上合理的最优方案。

里下河地区从滩地自然系统到人工林复合经营系统的建立过程如下图示(图2)。

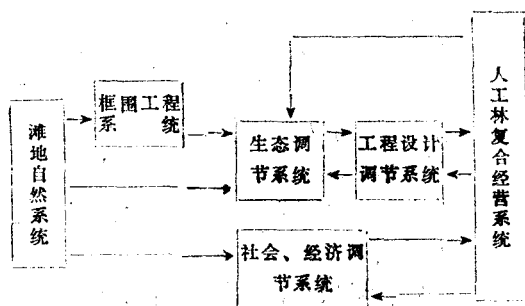


图2

图2表明目前在里下河地区利用滩地资源建立的人工林复合体系,被利用的土地资源主要由两种类型组成,一种是直接利用自然状态的滩地,另一种是利用已往框围种粮,现已退耕的土地,这两类土地通过三个调节系统建立起人工林复合经营系统。在生态调节系统中尤重视水利,使之既有利于蓄洪抗洪,又利于滩地资源的合理开发,并保证整个系统的动态过程始终处于良性循环之中。工程设计还考虑到社会经济条件。因此,这种人工林复合系统是按上述原则逐步完善而建立起来的。

目前,组成里下河地区人工林复合系统的主要成份有“林—农”、“林—渔”、“林—渔—农”、“林—食用菌”、“林—渔—牧”以及“林—水生作物—农”等。

(一)“林—渔—农”系统

这一开发方式通常采用垛田造林,即在垛面上造林,垛沟内养鱼,林内种植农作物或经济作物,实行林、渔、农相结合。这种开发模式主要适用于地下水位较高的地区。兴化、高邮两县地势低洼处采用这种开发滩地的比较普遍,主要的具体工程措施是开沟和筑垛抬田,即在田块中按设计要求开沟、把挖出的土向田块上堆垫,垛面高度为50—80cm,形成一种特殊形式的台田。由于筑垛抬高了土面,相对降低了地下水位,有利于树木和农作物的生长。堆垫过程实际上也起了全面整地的作用,并能有效地埋压滩地上的荒草;垛沟相间也便于对幼林和农作物进行水分管理。

由于各地的自然条件和社会经济基础不同,就形成了各种类型。按经营目的不同大体有三种:一是沟内放养鱼种或养虾,垛沟较窄浅,水位不深;二是一般性放养成鱼,垛沟规格中等;另一种是作为半精养鱼池(也可作为精养鱼池),规格近似正规鱼池。垛田开挖工程中要注意主渠道与外河相通,内部与渠沟或垛沟相连,形成一个纵横交错的水网系统。

(二)“林—农”系统

这种开发方式通常是采用平田造林,适于地下水位不是很高的滩地或由于经济条件限制等原因而不能在地下水位较高的滩地上垛田造林的地区。这种工程同样需要设置纵横的水网系统与外河相通,以适于水利要求及降低地下水位,这种由宽窄、深浅不等的沟渠把滩地分割成一定面积的方格田,再在田内平整土地,进行灭草,熟化土壤后造林。造林后随即间种农作物,形成了林农复合经营类型。

(三)“林—渔”系统

这一系统由林、渔两部分组成。如高邮县张轩实验林场在林分郁闭后不再间种作物;又如江都县渚洋养殖场在鱼池四周植树等。采用这种方式主要在经营上着眼于林、渔两项主要产业。当然从系统的稳定性及对空间利用上仍比单一经营有较大的优越性。林—渔复合经营时林带配置有其特殊要求,本文将作进一步阐明。

(四)“林—渔—牧”系统

此系统是在林、渔结合的基础上进一步利用地面和水面,饲养羊、鸭、鹅及鸡等,

使林、渔、牧三者有机结合，形成高产而且物质循环上更加合理的系统。建立的这种类型主要是在林分即将进入完全郁闭的时期，如高邮县张轩实验林场和兴化县苏宋林场的“林—渔—羊”和“林—渔—禽（鹅、鸭等）”复合类型等等。

（五）“林—水生作物—农”系统

水生作物是里下河地区的特产，种类繁多，很多是高产值的作物，这种系统是在埭面上造林，林下间种农作物，埭沟内种植藕，茨菇以及茭白等水生作物，形成了“林—水生作物—农”多层次的立体利用。这也是本地区的一大特色。

（六）“林—食用菌”系统

在复合经营过程中，人们十分关心的是林分郁闭后如何建立持续有效而稳定的复合系统。从1984年开始，在江都县的渚洋林场开展“林—食用菌”复合经营的研究，通过三年的工作，已初步掌握了在郁闭林内培养平菇的技术。林内培养食用菌不但显著提高了经济效益，而且培养食用菌过程中在林地投放了大量肥料，有效促进了林木的生长。

三、人工林复合系统的经营技术

（一）复合系统的林分结构

密度试验地设于江都县渚洋林场，1978年春季造林，落羽杉的初植密度每公顷分别为825、1110、1665和3330株。株行距分别为 3×4 、 3×3 、 2×3 和 1.5×2 m。造林后均间作油菜等农作物，为“林—农”复合经营类型。试验结果表明，每公顷3330株的林分在6龄时就进入郁闭，林龄8年生时进行第一次间伐；每公顷1665株的在8年生时亦已开始郁闭。不同密度的林分对复合经营的间作物选择及间作年限也会产生较大影响，如上述每公顷3330株的林分，4—5年生以上时，就不适宜间作油菜之类需较强光照的农作物，而适当地降低密度则可延长间作年限。不然，只能选择其它较耐荫的作物。虽然密度较大林分能在短期内提高林木的生物产量，但并不一定能增加整个复合系统的生物产量及经济价值，包括木材的商品价值。因此，从整个系统的协调互利考虑，适当减小造林密度和扩大行距在一定程度上能起较好的作用。

（二）“林—渔”系统的林带配置

据高履峰1985年在江都县渚洋养殖场从事的林带对鱼池若干生态因子的影响以及南京林业大学1986年在高邮县川青乡的测定，都发现在鱼类生育期间，林带对鱼池生态要素中的水温、溶氧量影响不大，均能符合鱼类生活适宜环境的需要，如6月初在川青测定，埭面有4排池杉（立木平均高3.5m，胸径5.4cm，冠幅92cm，株行距 1.5×4 m）的鱼池平均水温与无林带的对照鱼池对比上午8时仅相差 0.7°C ，在14时相差 0.6°C ，在18时相差 0.1°C 。江都县渚洋养殖场5排水杉的鱼池与对照相比也只相差 0.9°C ，可见林带对水温的影响不大。溶氧量方面对照仅比五排水杉的高 0.05mg/l 。比一排水杉的低

北偏西20—30度为宜。此时池杉林带内林木已基本成材，有必要时可伐去林带北缘的边行，扩大林带与鱼池边的距离，减少林冠遮荫影响，或以效益计算，决定去留。林带内部结构，可适当降低密度，增加通风和光照减少林带对鱼池的不利影响。

间作的有利作用之一是通过作物的集约管理,直接或间接地改良土壤,提高肥力,改善生态环境,从而有效促进林木的生长。据我们所作的大量结果表明,间作与不间作、间作种类及对间作物管理水平不同对林木的生长都会产生很大的影响(图4)。

• 11 •

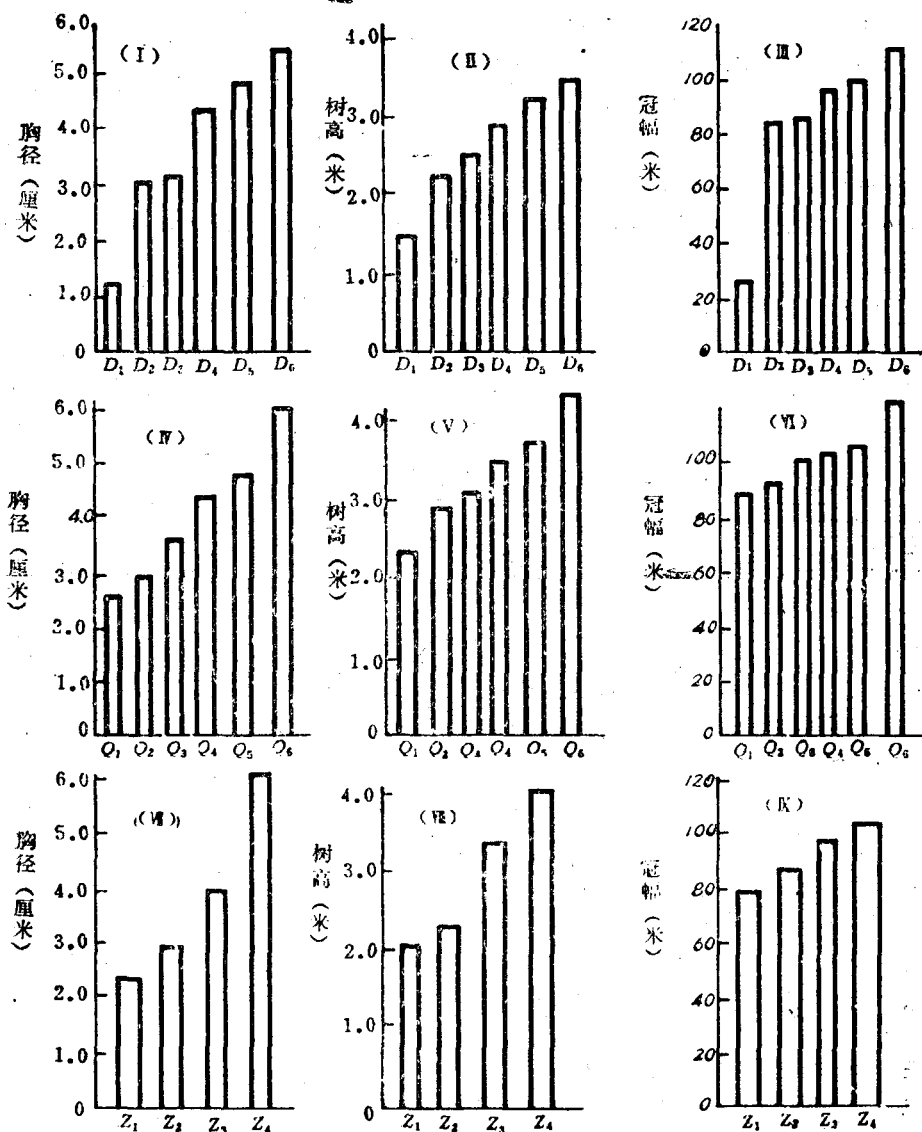


图4 “林—农”系统间作水平对林木生长的影响*

* 图4中的(I)~(III)为川青林场的测定数据,造林时间为83年;D₁指未间作的林地,D₂指83年间作黄豆+油菜,84—85年间作黄豆+大麦;D₃指83—85年间作棉花+大麦;D₄指83—85年间作棉花+油菜;D₅指83年间作黄豆+油菜,84—85年间作冬瓜+油菜;D₆指83—85年间作瓜类+油菜。(IV)+(VI)为宝应县水泗乡七坝塘村测定数据,造林时间为83年;Q₁指83和85年间作黄豆+麦子,84年间作黄豆+蚕豆;Q₂指83年黄豆+蚕豆,84年黄豆+麦子,85年间作苗木;Q₃指83—85年黄豆+小麦;Q₄指83年黄豆+蚕豆,84—85年黄豆+油菜;Q₅指83—84年黄豆+蚕豆,85年黄豆+油菜;Q₆指83—85年连续间作苗木。(VII)~(IX)为兴化县中堡林园场测定数据,80年造林;Z₁指80—85年间作小麦+芝麻;Z₂指80—81年未间作,82—85年间作蔬菜;Z₃指80—85年间作豆类作物;Z₄指80—85年间作蔬菜。

和高生长分别只有2.24 cm和2.04 m,因此间作物应提倡以蔬菜类为主。(4)管理水平有利于林木的生长。如I、II图中的D₆(连续3年间作苗木),由于苗木在当时经济效益较高,群众在育苗时投入大量肥料和劳力,从而促进了林木生长。