

442-449

5888(15)

第15卷 第4期  
1995年12月生态学报  
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 15, No. 4  
Dec., 1995

## 江滩农林复合生态系统综合效益的评价\*

张家来 刘立德

(湖北省林业科学研究院, 武汉, 430075)

S181

A

**摘要** 本文采用层次分析法,以芦苇和草滩作对照对江滩几种农林复合生态系统类型的经济效益、生态效益和社会效益进行了综合评价,通过分析得出的结论有:1. “兴林灭螺”类型中,无论是一年生人工林(指杨树、池杨、柳树等人工林),还是多年生人工林,无论间作与否,比芦苇、草滩都具有明显的综合效益。2. 农林间作是提高滩地人工林综合效益的关键措施,有效间作的次数越多,其综合效益越好。3. 随着林龄的增大,农林复合生态系统的综合效益逐步提高,宽行窄株稀植造林、适时疏伐以延长间作年限是提高综合效益的有效途径之一。4. 江滩林木覆盖度与活螺框出现率呈正相关,仅靠自然生长的人工林,而不进行任何形式的间作或其他综合治理措施,不能完全解决灭螺的问题。

**关键词:** 兴林灭螺, 综合效益, 层次分析法。

农林复合生态学; 农业生态学;

江滩是指长江或长江支流的外滩(亦称河滩),江滩主要的生境特点是冬陆夏水,据黄州市国营李家洲林场的调查,正常年份夏季汛期淹水深度3m左右,特殊年份汛期最高水位达4—5m,淹水时间一般为3—5个月。江滩还是血吸虫(*Schistosoma japonicum*)中间寄主钉螺(*Oncomelania hupensis*)的滋生地,钉螺的繁衍蔓延给长江沿岸人民群众的生命安全造成了严重的威胁。然而,江滩还具有开发利用的优势,如土壤肥沃,水分充沛等,特别是长江沿岸为我国经济比较发达的地区,社会条件优越。1990年,林业部、卫生部联合下达了“兴林灭螺、综合治理与开发三滩”(包括江滩)的科研项目(简称“兴林灭螺”),该项目旨在灭螺防病、治理开发三滩,在社会、经济、生态诸方面取得明显的效果,造福人类。本文根据试验方案的要求,试图对该项目所取得的3大效益进行综合评价。在农林复合生态系统效益的评估方面,许多人做了大量工作<sup>[1-6]</sup>,许多学者对江滩农林复合系统的3大效益也进行过单项研究<sup>[7]</sup>,为综合评定提供了依据。本文采用层次分析法(Analysis Hierchy Process)简称AHP法,对“兴林灭螺”综合效益进行分析,以期阐明实施该项目的必要性和可能性,并希望通过评价,找出一些提高滩地农林复合系统“兴林灭螺”综合效益的有效途径,也为客观地考核“兴林灭螺”工程提供一些理论依据和方法。

## 1 研究内容和研究方法

**1.1 试验点的选择** 试验点必须是血吸虫病流行的重疫区,江滩立地条件相同及社会经济条件相似,按试验方案合理布点的要求,选择的试验点有黄州市李家洲林场、公安县虎渡河黄山镇外滩、江陵县李埠外滩。

**1.2 江滩农林复合生态系统的类型** 按主要造林树种或植被,以及不同树种的年龄,可将江

\* 参加本项研究的同志还有刘有明、余森生、魏天钦、郑兰英、熊晓皎、冯延寿、覃金平、易长权等。

收稿日期 1993 10 23,修改稿收到日期:1994 07 12。

滩农林复合生态系统分为以下几种类型:A. 1年生杨树林(*Populus × euramaricana* cv. I-72/58 下同);B. 2年生杨树林;C. 3年生杨树林;D. 4年生杨树林;E. 8年生杨树林;F. 8年生池杉林(*Taxodium ascendens*);G. 8年生柳树林(*Salix matsudana*)。设置的对照类型有:Z<sub>1</sub>:芦苇地(*Phragmites communis* Trin.);Z<sub>2</sub>:草滩,以莎草(*Cyperus* spp.)和苔草(*Carex* spp.)群落为主。在杨树等类型中,按是否进行过农林间作以及一年中间作的次数,再分为A<sub>0</sub>——未间作的1年生杨树林,A<sub>1</sub>——1年中间作一次的1年生杨树林,间作的主要作物有小麦、油菜及瓜、豆等蔬菜类,A<sub>2</sub>——1年中间作两次的一年生杨树林,间作的类型有蚕豆+黄麻、小麦(油菜)+瓜类,其它类型如B、C等亦可同样分为B<sub>0</sub>、B<sub>1</sub>、C<sub>0</sub>、C<sub>1</sub>等等。

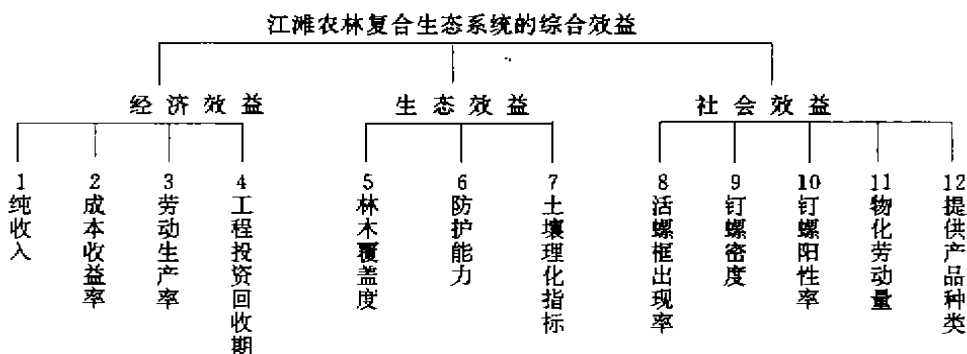
1.3 样地的设置及调查方法 各试验点每种类型各设5块有代表性的样地,求其平均值。树种的密度是:1—8年生杨树 27.8株/666.7m<sup>2</sup>,池杉 26.7株/666.7m<sup>2</sup>,柳树 26.7/666.7m<sup>2</sup>,样地面积为20m×30m,长边与江水流向垂直,芦苇和草地各设2块样地作为对照,每块面积为20m×20m,样地的调查内容有:测量树高、胸径、冠幅、生长量等因子,在有间作的类型中,每块样地均匀设置5个2m×2m的小样方调查间作物的产量,同时调查每666.7m<sup>2</sup>间作的投资成本、经济收入、工程投资等项,螺情调查有活螺框出现率、钉螺密度、钉螺阳性率等,每块样地取土样,测量土壤容重、土壤pH值、N、P、K含量,在土壤调查诸因子中,通过比较选择差异明显的土壤容重作为分析指标,各因素的调查结果见表1。表1中指标序号为:1. 纯收入(元/666.7m<sup>2</sup>);2. 成本收益率(%);3. 工程投资回收期(a);4. 劳动生产率(元/标准工日);5. 林木覆盖度,用以综合反映人工林改善环境和改良气候的指标<sup>[9]</sup>;6. 防护能力,主要指滩地人工林防浪护堤的能力,与林木高度相关密切,故以平均树高来代替(m);7. 土壤理化指标,以土壤容重表示(g/cm<sup>3</sup>);8. 活螺框出现率(%);9. 钉螺密度(只/0.11m<sup>2</sup>);10. 钉螺阳性率(%);11. 物化劳动量(标准工/666.7m<sup>2</sup>·a);12. 提供产品种类。

表1 各类型调查数据表

Table 1 The investigated data of types

类型 Types	指标 Index											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A <sub>0</sub>	1.86	0.27	35.72	1.60	0.01	3.60	1.20	0.16	10.00	0.00	0.51	1.00
A <sub>1</sub>	97.75	2.41	0.68	8.76	0.01	3.60	1.15	0.02	5.00	0.00	22.13	3.00
A <sub>2</sub>	561.10	3.46	0.07	18.67	0.01	3.40	1.10	0.13	8.13	0.76	33.35	4.00
B <sub>0</sub>	29.00	4.02	1.49	24.17	0.02	3.80	1.21	0.16	12.50	0.00	0.72	1.00
B <sub>1</sub>	124.76	3.05	0.34	11.14	0.02	3.80	1.16	0.03	2.50	0.00	22.29	3.00
C <sub>0</sub>	45.00	4.50	1.16	26.95	0.35	4.85	1.25	0.23	15.40	0.00	1.80	1.00
C <sub>1</sub>	129.61	3.35	0.40	11.11	0.40	4.90	1.20	0.17	12.10	0.00	20.70	3.00
D <sub>0</sub>	163.93	35.48	0.31	40.99	0.50	10.40	0.93	0.29	19.00	0.00	28.09	1.00
D <sub>1</sub>	242.04	5.59	0.18	22.64	0.45	6.60	0.82	0.08	9.40	0.00	48.53	3.00
E <sub>0</sub>	156.27	37.66	0.31	39.07	0.70	15.90	1.62	0.16	10.00	0.00	26.74	1.00
E <sub>1</sub>	133.14	9.51	0.44	33.29	0.70	16.90	1.10	0.01	0.50	0.00	24.50	1.00
F <sub>0</sub>	92.82	9.28	0.76	23.21	0.50	5.10	0.82	0.39	21.00	0.00	17.13	1.00
G <sub>0</sub>	163.84	11.70	0.20	40.96	0.70	12.00	0.82	0.39	20.00	0.00	29.60	1.00
Z <sub>1</sub>	47.53	0.42	0.00	8.86	0.00	2.00	1.10	0.98	27.00	1.32	26.70	1.00
Z <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.64	27.00	21.00	0.00	0.00

1.4 根据层次分析法的要求<sup>[4]</sup>,将指标体系分为3层,第1层为综合效益,第2层为经济效益、生态效益和社会效益,第3层为各种具体指标。确定评价指标的原则为<sup>[1]</sup>:①选择能体现所属效益属性的主要指标;②各指标含义明确,指标间避免交叉重叠;③通用性和实用性,舍弃无实际意义且计算繁琐的指标;④所选择的指标对评价系统具有导向性。由此建立的指标体系如下:



1.5 各层权重值计算

确定权重的方法

含  $n$  个因素权重值的判断矩阵

因素	$u_1$	$u_2$	$u_3$	...	$u_n$
$u_1$	$u_{11}$	$u_{12}$	$u_{13}$	...	$u_{1n}$
$u_2$	$u_{21}$	$u_{22}$	$u_{23}$	...	$u_{2n}$
$u_3$	$u_{31}$	$u_{32}$	$u_{33}$	...	$u_{3n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$u_n$	$u_{n1}$	$u_{n2}$	$u_{n3}$	...	$u_{nn}$

标度的确定方法

标度	含义(因素 $u_i$ 与 $u_j$ 的比较)
1	具同等重要性
3	$u_i$ 比 $u_j$ 稍重要
5	$u_i$ 比 $u_j$ 重要
⋮	⋮
2,4,6	表示相邻判断的中值
倒数	$u_j$ 与 $u_i$ 的比较为 $u_j = \frac{1}{u_i}$

求出每个判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{max}$ ,  $\lambda_{max}$  所对应的单位特征向量即为各指标的权重<sup>[3,7]</sup>。判断矩阵的一致性检验方法:

$$CR = CI/RI \tag{1}$$

$$CI = \frac{1}{n-1} (\lambda_{max} - 1) \tag{2}$$

式中  $n$  为判断矩阵的阶数  
 $\lambda_{max}$  为判断矩阵最大特征值  
 $RI$  为随判断矩阵阶度而变的常数

$RI$  的值如下

$n$	1	2	3	4	5	6
$RI$	0.00	0.00	0.58	0.91	1.12	1.24

当  $CR < 0.10$  时,判断矩阵达到满意的效果,否则需要调整。

利用专家咨询结果,本文各层的判断矩阵如下:

## ①第 2 层的判断矩阵

指标	经济效益	社会效益	生态效益
经济效益	1.00	1.00	2.00
社会效益	1.00	1.00	2.00
生态效益	0.50	0.50	1.00

由此判断矩阵求出  $\lambda_{\max} = 3.00$ ,  $\lambda_{\max}$  所对应的单位特征向量为 (0.40, 0.40, 0.20), 即为 3 种效益对综合效益的权重。

## ②第 3 层经济指标的判断矩阵

指标	1	2	3	4
1	1.00	2.00	3.00	5.00
2	0.50	1.00	2.00	4.00
3	0.33	0.50	1.00	3.00
4	0.20	0.25	0.33	1.00

(表中序号同前,下同)

同样求得判断矩阵的  $\lambda_{\max} = 4.05$ ,  $\lambda_{\max}$  所对应的单位特征向量为 (0.47, 0.28, 0.17, 0.07), 即为各指标对经济效益的权重。

其最大特征值  $\lambda_{\max} = 5.10$ , 单位特征向量亦即指标的权重为 (0.43, 0.27, 0.17, 0.08, 0.05)。

各层指标的一致性检验如下:

指标类型	CR	判断	是否具有-一致性 (Y or N)
第二层指标	0.00	<0.10	Y
经济效益指标	0.02	<0.10	Y
生态效益指标	0.02	<0.10	Y
社会效益指标	0.02	<0.10	Y

## ②降半梯形函数

$$U(x) = \begin{cases} 1, & x \leq \bar{x} - 2\sigma \\ \frac{x - x_{\max}}{x_{\min} - x_{\max}}, & |x - \bar{x}| < 2\sigma \\ 0, & x \geq \bar{x} + 2\sigma \end{cases}$$

利用上述两类函数,对表 1 中的原始数据标准化,结果如表 2,表 1 中第 1、2、3、5、6、11、12 指标为升半梯形标准化类型,第 4、7、8、9、10 指标为降半梯形标准化类型。

2.2 利用表 2 中的标准化值以及各指标的权重,计算出第一层综合效益和第二层三种效益的数值如表 3。

## ③第 3 层生态指标的判断矩阵

指标	5	6	7
5	1.00	0.50	3.00
6	2.00	1.00	4.00
7	0.33	0.25	1.00

此判断矩阵的  $\lambda_{\max} = 3.02$ , 所对应的单位特征向量为 (0.32, 0.56, 0.12), 亦是所求的权重值。

## ④第 3 层社会效益指标的判断矩阵

指标	8	9	10	11	12
8	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
9	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
10	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
11	0.20	0.25	0.33	1.00	2.00
12	0.17	0.20	0.25	0.50	1.00

## 2 材料分析

2.1 各指标标准化:建立模糊数学隶属度函数对指标进行标准化,为避免出现较大误差,一般采用半梯形函数<sup>(6,7)</sup>,包括升半梯形和降半梯形两种类型,表达式如下:

## ①升半梯形函数:

$$U(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \bar{x} - 2\sigma \\ \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, & |x - \bar{x}| < 2\sigma \\ 1, & x \geq \bar{x} + 2\sigma \end{cases}$$

表 2 各类型指标标准化值

Table 2 The standardized value of all types' Index

类型 Types	指标 Index											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A <sub>0</sub>	0.26	0.32	0.00	0.15	0.26	0.36	0.41	0.60	0.57	0.60	0.15	0.36
A <sub>1</sub>	0.41	0.37	0.56	0.28	0.26	0.36	0.47	0.73	0.57	0.75	0.53	0.78
A <sub>2</sub>	1.00	0.39	0.57	0.46	0.26	0.35	0.52	0.63	0.54	0.66	0.73	0.99
B <sub>0</sub>	0.31	0.40	0.54	0.56	0.27	0.37	0.40	0.58	0.57	0.52	0.15	0.36
B <sub>1</sub>	0.49	0.38	0.57	0.32	0.27	0.37	0.45	0.72	0.57	0.83	0.54	0.78
C <sub>0</sub>	0.34	0.41	0.54	0.61	0.55	0.42	0.35	0.53	0.57	0.44	0.17	0.36
C <sub>1</sub>	0.49	0.39	0.57	0.32	0.59	0.47	0.41	0.59	0.57	0.54	0.51	0.78
D <sub>0</sub>	0.56	1.00	0.57	0.87	0.68	0.43	0.72	0.47	0.57	0.33	0.64	0.36
D <sub>1</sub>	0.70	0.43	0.57	0.53	0.64	0.51	0.84	0.67	0.57	0.62	1.00	0.78
E <sub>0</sub>	0.54	1.00	0.57	0.83	0.85	0.97	0.00	0.60	0.57	0.60	0.62	0.36
E <sub>1</sub>	0.50	0.52	0.56	0.73	0.85	1.00	0.52	0.74	0.57	0.89	0.58	0.36
F <sub>0</sub>	0.43	0.51	0.56	0.54	0.68	0.43	0.84	0.38	0.57	0.26	0.45	0.36
G <sub>0</sub>	0.56	0.56	0.57	0.87	0.85	0.78	0.84	0.38	0.57	0.29	0.67	0.36
Z <sub>1</sub>	0.34	0.32	0.58	0.26	0.25	0.28	0.52	0.00	0.51	0.08	0.62	0.36
Z <sub>2</sub>	0.26	0.32	0.58	0.12	0.25	0.18	0.24	0.13	0.00	0.08	0.14	0.15

2.3 各类型综合效益优劣的划分:根据表 3 中综合效益可能出现的极大值 1.00,可将各类型的级别作如下划分<sup>[2]</sup>: I 0.60 以上为高级“兴林灭螺”生态系统(简称高级系统,下同); II 0.54—0.60 为中级系统; III 0.38—0.53 为低级系统,IV 0.38 以下为非“兴林灭螺”系统。各类型划分结果如下:

I D<sub>1</sub>、E<sub>0</sub>、E<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>

II B<sub>1</sub>、D<sub>0</sub>、G<sub>0</sub>

III A<sub>1</sub>、C<sub>1</sub>、F<sub>0</sub>、B<sub>0</sub>、C<sub>0</sub>

IV A<sub>0</sub>、Z<sub>1</sub>、Z<sub>2</sub>

从以上各类型划分的结果看:江滩农林复合生态系统,无论是 1 年生人工林(包括杨树、柳树、池杉等),还是多年生人工林,无论间作与否,综合效益远远超过了芦苇和草滩,由此说明,要将江滩开发利用提

高到新的水平,用农林复合系统代替草滩和芦苇是非常必要的,也是可行的。由划分结果还可以看出,实行间作的 4 年生杨树林、8 年生杨树林(间作或不间作)以及一年间作两季的 1 年生人工林,其综合效益最好,达到了高级标准,对照区的芦苇和草滩综合效益最差。第 III 级中 B<sub>0</sub> 类型待间作以后,即可达到中级标准。

表 3 三大效益及综合效益计算值表

Table 3 The value of three effects and comprehensive effect

类型 Types	经济效益 Economic effect	生态效益 Ecological effect	社会效益 Social effect	综合效益 Comprehensive effect
A <sub>0</sub>	0.22	0.33	0.55	0.37
A <sub>1</sub>	0.43	0.34	0.69	0.52
A <sub>2</sub>	0.71	0.34	0.65	0.61
B <sub>0</sub>	0.39	0.34	0.52	0.43
B <sub>1</sub>	0.46	0.35	0.71	0.54
C <sub>0</sub>	0.41	0.45	0.48	0.45
C <sub>1</sub>	0.46	0.47	0.58	0.51
D <sub>0</sub>	0.70	0.70	0.46	0.60
D <sub>1</sub>	0.58	0.59	0.67	0.62
E <sub>0</sub>	0.69	0.82	0.58	0.67
E <sub>1</sub>	0.53	0.89	0.72	0.68
F <sub>0</sub>	0.48	0.56	0.38	0.46
G <sub>0</sub>	0.58	0.81	0.41	0.56
Z <sub>1</sub>	0.37	0.30	0.18	0.25
Z <sub>2</sub>	0.32	0.21	0.10	0.21

2.4 实行农林间作是提高江滩农林复合生态系统综合效益的有效途径,间作不仅可以获得短期的经济效益,解决长短结合的问题,还可以在促进林木生长的同时改变钉螺的生存环境,达到降低钉螺密度提高社会效益的目的。现将 1—8 年生杨树间作和未间作两种类型的综合效益对比分析如图 1。

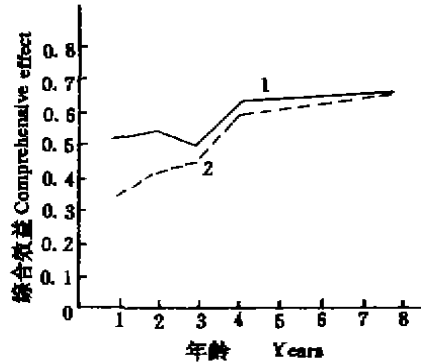


图 1 间作与未间作类型综合效益比较图

Fig. 1 Comparing comprehensive effect between the types of intercropping and no intercropping  
1. 间作 Intercropping 2. 未间作 No intercropping

从图 1 中可以看出在早期 1—3a 间,间作和未间作两种方式的综合效益差别明显,随着树龄的增大,林分郁闭度逐渐提高,林下间作受到限制,到 8a 或更高林龄时,林分充分郁闭以致不能进行间作,二者都成为不能间作的类型,在此情况下,要想提高综合效益,必须实行长期有效的间作,根据这一要求,除了进行宽行窄株稀植造林以外,还应及时疏伐,延长间作年限,从图中可以看到,当杨树达到 5—6 年生时,就应该考虑间伐的问题,间作的重要性还可以通过类型 A<sub>2</sub> 来说明,类型 A<sub>2</sub> 是 1 年生杨树林,通过两季间作,综合效益达到了 0.61 为 I 级类型,比不间作的同龄类型 A<sub>0</sub> 高出 0.28,差别十分显著。

2.5 不同树种之间综合效益也存在一定的差别,

在本文所选择的几个树种类型中,按综合效益的大小可排列为:杨树>柳树>池杉,引起差别的主要原因是在经济效益和生态效益两方面,三者中杨树的生长速度要比其他两个树种快,木材的产量高、用途广,受市场欢迎,其他两个树种无论生长速度还是市场需求都不及杨树。所以选择适合本地的速生树种和优良品种,也是提高江滩“兴林灭螺”综合效益的有效途径之一。

2.6 “兴林灭螺”的目的是在灭螺防病的同时,充分利用土地资源,产生经济效益,在对照的类型中,芦苇虽然也能产生一定的经济效益,但芦苇是钉螺的最适滋生地,每年要投入大量的人力物力单纯灭螺(包括药物灭螺),经济效益受到影响,同时药物灭螺还会造成环境污染,也不能真正解决灭螺的问题,从表 1—3 的数据看,芦苇就是因为钉螺的密度大,活螺框出现率高,以致综合效益低下。

2.7 随着树龄的增长,江滩农林复合生态系统的综合效益逐步提高,从图 1 中可以看到,间作或不间作的类型都呈上升趋势,在间作类型中第 3 年有短时的下降阶段,原因是间作的效果有所下降,林分到 3 年生时,材积生长未进入速生期,此时林地又开始遮荫,间作受到影响,经济效益没有明显增长,因此,根据季节茬口和林地环境安排适当的间种品种是非常重要的,公安县黄山头试验区根据涨水的特点,在林地淹水期间作耐水湿的黄麻,经济效益十分可观,虽然是 1 年生幼林,综合效益达到了 I 级标准。在林分郁闭的情况下,间作喜光的农作物品种不能产生良好的经济效益,如若引种一些如纹股蓝之类的耐荫作物品种,还是能产生较高经济收入的,实际工作中要注意这方面的问题。

2.8 森林郁闭度与活螺框出现率呈直线正相关,根据同一海拔高度的林地且未实行林下间作类型的样地资料,建立活螺框出现率与林木覆盖度的相关关系,得到如下回归方程:

$$y = 0.1528 + 0.3321x \quad (5)$$

$y$ ——活螺框出现率,  $x$ ——林木覆盖度,  $r=0.92$ ,  $r$  为相关系数

由上式可知, 林木覆盖度越高, 活螺框出现率越大, “兴林灭螺”工程的实施虽然打破了钉螺的适生环境, 但随着林木的生长, 林地郁闭度增大, 林内气温、地温的变幅减小, 林地环境变得蔽阴、潮湿, 即朝着有利于钉螺生存环境的方向发展<sup>[5]</sup>, 这也说明仅单纯造林, 不进行任何形式的间作, 并不能完全解决灭螺的问题, 因此除了上面所述的营林措施外, 实行开沟排水、平整土地等水利工程及综合治理措施, 才能从根本上解决灭螺的问题, 限于篇幅, 本文对此不做进一步讨论。

### 3 结论与讨论

3.1 本文通过综合效益的分析, 指出在江滩“兴林灭螺”类型中, 无论是1年生还是多年生人工林(指杨树、柳树、池杉等), 与芦苇、草滩相比都有明显的综合效益。

3.2 间作是提高综合效益的关键措施, 有效间作(指能获得经济收益的间作)的次数越多, 产生的综合效益越明显, 相同年龄的人工林间作与否, 综合效益有明显差别。

3.3 随着树龄的增长, “兴林灭螺”综合效益逐步提高, 到一定年龄间作受到限制。当林分达到5—6年生时适时疏伐, 创造林下间作条件或间作一些耐阴的作物品种是提高综合效益的途径, 宽行窄株稀植造林以延长间作年限也是提高综合效益的有效方法。

3.4 不同树种类型的综合效益存在着差别, 本文选择的几个树种类型, 按综合效益的大小可排列为杨树>柳树>池杉, 在不进行间作的情况下, 林木覆盖度与活螺框出现率呈直线正相关, 仅靠单纯的造林而不进行任何形式的间作不能有效地解决灭螺的问题。

3.5 本文所述的滩地林木覆盖度与活螺框出现率的相关关系是在林内未实行间作的情况下得出的, 适合于某些树种及林地无枯枝落叶或者枯枝落叶很少的情况, 据有关材料报道<sup>[10]</sup>, 枫杨(*Pterocarya slenoptera*)乌柏(*Sapium sebiferum*)等树种的枯枝落叶对钉螺有一定的毒杀作用, 另据野外观察, 林木对林下滩地有抬升作用, 滩地升高可以相对地降低林地地下水位, 对钉螺的生存产生影响, 这也是要深入研究的问题之一。

### 参 考 文 献

- 1 叶茂新等. 复合生态经济系统综合效益定量评价方法的研究. 农业现代化, 1989, 10(2), 16—18
- 2 朱孔来等. 生态农业综合效益评价方法的研究. 生态学杂志, 1991, 10(6), 67—70
- 3 吴建军等. 生态农业综合评价的指标体系及其权重. 应用生态学报, 1992, 3(1), 42—47
- 4 李肇齐. 农林系统经济评价方法的探讨. 世界林业研究, 1991, 2, 75—80
- 5 张旭东等. 滩地不同生态系统小气候特征研究. 安徽农业大学学报, 1991
- 6 胡秉民等. 农业生态系统结构指标体系及其量化方法研究. 应用生态学报, 1992, 3(2), 144—148
- 7 彭镇华等. 以林代芦, 灭螺防病、治理开发三滩专辑. 安徽农学院学报增刊, 1990, 5—48
- 8 彭镇华等. “以林为主, 灭螺防病”设计思想和造林技术研究. 安徽农业大学学报“兴林灭螺”专辑(二), 1992
- 9 熊文愈等. 江苏里下河滩地开发利用模式的综合评价. 南京林业大学学报, 1991, 15(3), 1—5
- 10 枫杨, 乌柏等树种对钉螺毒杀作用的观察. 江西省中医药研究所, 1992, 9

## INTERGRATED EVALUATION OF THE EFFECTS OF AGROFORESTRY ECOSYSTEM ON THE RIVER BEACH

Zhang Jialai    Liu Lide

(Forestry Institute of Hubei province, Wuhan, China, 430075)

By means of the Analysis of Hierchy Process(AHP), this paper looked reeds and grasses as a paire of comparing plants to evaluate the intergrated effects of several agroforestry ecosystems on the river beach. The main results were given as follows: 1. The agroforestry ecosystem on the river beach had significant effect to grasses and reed, no matter whether they were one year or perennial year artificial forest. 2. Intercropping was a effective method to raise the effects of the artificial forest on the river beach. The more the intercropping times, the better the effects. 3. The intergrated effects of agroforestry ecosystem rose with the tree ages. It was a effective way to raise the intergrated effects by enlarging row and narrowing space between plants. 4. The forest coverage corelated positively with the rate of living snails frame. Pure artificial forests without intercropping couldn't kill snails, so that it was necessary to apply the intercropping and intergrated prevention methods to control the damaging snails.

**Key words:** forest rising and snails doom, intergrated effects, Analysis of Hierchy Process.