

丘岗农区观山村渔业生产结构 优化及生态效益分析*

尹孟杰

(中国科学院长沙农业现代化研究所)

摘要

丘岗农区渔业生产结构优化的核心是调整鱼类混养的种类结构,使其充分利用当地饲料资源提高鱼产量。

观山村渔业生产结构优化后,草食性鱼类放养比例由3.4%增大到40%,青饲料资源渔业利用率由0.8%上升到5.33%。在全村农业生产结构总体优化模型约束下,青饲料资源总量的9.93%可用于渔业,形成了以牧促农,以农养牧;农、牧养渔;渔促农、牧;农、牧、渔协调发展的良性生态循环格局。

关键词:渔业生产,结构优化,生态效益。

一、前言

为配合“亚热带丘岗区最佳农业生产结构和生态平衡的研究”,从1980年起,我们以湖南省桃源县茅草街乡观山村为试验基点,开展了渔业生产结构优化及其生态功能的研究。

渔业生产是区域性农业生产系统的一个子系统,调整优化渔业生产结构并使其与大系统内种植业、畜牧业等各子系统关系协调,才能充分利用当地自然资源优势,从而提高渔业生产的经济和生态效益。进一步促进区域性农业生产系统结构优化和系统整体功能的发挥。

二、观山村渔业生产现状及评价

观山村位于桃源县东部,处于湘西山地向洞庭湖平原过渡的丘岗地带。全村1365人,土地4828亩,耕地1792亩,是以种植水稻为主的农业区。年平均温度为16.5℃,年平均降雨量为1437.2毫米,全村有67个山塘,常年可养鱼水面76亩。由于人畜粪等有机肥料及化肥不足,农作物用肥与养鱼用肥矛盾突出,因此水体生产力偏低,全村仅18%条件较好的富营养型山塘适合发展肥水性鱼类养殖,55.2%山塘水体中浮游植物量仅有9.5—14.3万个/升,明显地属贫营养类型,饵料生物匮乏,不利肥水性鱼类的养殖。

然而,观山村天然牧草资源丰富,年产量157万公斤,近年来还开始了人工种植牧草。全村各类畜禽对牧草的需求量只占总产量的69%^[1]。同时在年产317.7万公斤农作物秸秆中约有145万公斤新鲜茎叶,均是草食性鱼类的适口饵料。而且农作物茎叶的收割采摘期长,与鱼类生长摄食旺季在时间上完全重合。可以得到充分利用,是观山村发展草食性鱼类的资源优势(见图1)。但是,观山村几乎缺乏草食性鱼类,养殖鱼类种类结构单一(见表1),渔

* 本所谢建军同志1982—1983年参加部分工作,冀洪策同志担任电子计算机计算工作,一并致谢。
本文于1988年3月11日收到。

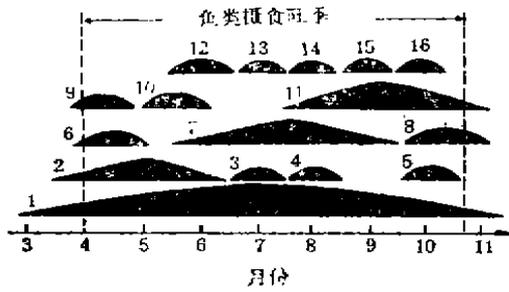


图 1 农作物茎叶收割采摘期与鱼类摄食旺季时间匹配图

Fig.1 The matching time of the agricultural crop cutting period and the fish catching food peak period

- 1. 野生牧草、边脚菜叶、各种废弃秧苗。2. 黑麦草、三叶草。3, 5. 玉米叶。4. 晚稻秧苗。6. 苕子。7. 苏丹草。8. 红薯藤。9. 蚕豆叶。10. 早、中稻秧苗。11. 早、中、晚稻草。12, 14, 16. 麻叶。13, 15. 黄豆叶。

表 1 1979年观山村不同食性养殖鱼类的种类结构

Table 1 The fish species composition of different eating patterns in the Guen Sbang Village(1979)

项 目	草食性鱼类	肥水性鱼类	杂食性鱼类
鱼种投放量(尾)	904	24250	1409
种类结构比例(%)	3.4	91.2	5.3

业生产结构不合理, 渔业资源得不到合理的开发利用是该村渔业生产发展缓慢的关键。

1979年前, 观山村渔业生产长期被忽视, 更缺乏科学养鱼技术, 1971—1978年全村渔业年产值仅占农业总产值的0.27%。鲜鱼平均亩产18.5公斤, 低于全县水平。这些状况与该村农、林、牧业的发展很不相适应, 并影响了农业生产结构的优化和系统整体功能

的发挥。1980年后, 观山村成为农业现代化综合科学实验基地县的试验基点村, 渔业生产得到了合理的发展。

三、渔业生产结构的优化

完整的渔业生产结构包含两个重要的亚结构: 一是鱼苗、鱼种、成鱼三个生产环节的合理结构; 二是多种鱼类混养的种类结构。

为了使观山村渔业生产建立一个相对优化的结构, 经过对该村渔业生产环境的辨识, 依据1980—1982年的试验、调查统计资料和渔业生产资源等约束条件, 运用线性规划的原理, 对该村的渔业生产结构进行分析调整, 建立渔业生产结构优化模型。

鉴于目前广大农村山塘养鱼还不普遍, 并仍以利用当地的天然青饲料资源、农副产品、有机肥料为主的具体情况, 我们认为观山村渔业生产结构的核心是调整养殖鱼类混养的种类结构, 使其充分利用当地的饲料资源提高鲜鱼产量。因此, 在不输入商品饲料的前提下, 把影响鱼类混养种类结构试验的诸因素作为约束条件。

设: 该村总的养鱼水面积为 1。

鱼类混养种类结构的配比方式和水面营养类型分别为 m 和 n 。

求各类水面总和的鲜鱼产量最大值。

目标函数是:

$$M_{\text{max}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \quad (i=1, 2, 3, \dots, n; j=1, 2, 3, \dots, m)$$

式中 $m=5; n=3$ ($C_{ij}; X_{ij}$, 表示每亩水面的鲜鱼产量)

各种约束条件为:

① 养鱼水面积约束为:

$$X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} \leq a_1$$

$$X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2n} \leq a_2$$

$$\vdots$$

$$X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{nn} \leq a_n \quad (a_1 + a_2 + \dots + a_n \leq 1)$$

②鱼类混养种类配比方式约束为:

$$X_{11} + X_{21} + \dots + X_{n1} = b_1$$

$$X_{12} + X_{22} + \dots + X_{n2} = b_2$$

$$X_{1n} + X_{2n} + \dots + X_{nn} = b_n \quad (b_1 + b_2 + \dots + b_n \leq 1)$$

③有机肥料约束为: 设各类型水面的各种鱼类混养配比方式的有机肥料消耗量分别为:

$$d_1, \dots, d_n \quad \text{模型的数学式为:}$$

$$d_1 x_{11} + d_2 x_{12} + \dots + d_n x_{nn} \leq \text{能提供的有机肥料总量。}$$

④青饲料约束为: 设各类型水面的各种鱼类混养配比方式的青饲料消耗量分别为:

$$e_1, \dots, e_n, \text{模型的数学式为:}$$

$$e_1 x_{11} + e_2 x_{12} + \dots + e_n x_{nn} \leq \text{能提供的青饲料总量。}$$

⑤鱼种约束为: 设各类型水面的各种鱼类混养配比方式的鱼种需要量分别为: f_1, \dots, f_n ,

模型的数学式为:

$$f_1 x_{11} + f_2 x_{12} + \dots + f_n x_{nn} \geq \text{鱼种的最低需要提供量。}$$

⑥劳力约束为: 设各类型水面的各种鱼类混养配比方式的劳力消耗量分别为:

$$g_1, \dots, g_n,$$

模型的数学式为:

$$g_1 x_{11} + g_2 x_{12} + \dots + g_n x_{nn} \leq \text{能提供的总工日数。}$$

⑦生产资金约束为: 设各类型水面的各种鱼类混养配比方式的资金支出分别为: $h_1, \dots,$

h_n , 模型的数学式为:

$$h_1 x_{11} + h_2 x_{12} + \dots + h_n x_{nn} \leq \text{能提供的总资金。}$$

线性规划模型为:

求一组变量 x_{ij} 满足如下方程:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} \leq a_1 \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} \leq a_2 \\ \vdots \\ x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} \leq a_n \\ x_{11} + x_{21} + \dots + x_{n1} = b_1 \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{n2} = b_2 \\ \vdots \\ x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{nn} = b_n \\ d_1 x_{11} + d_2 x_{12} + \dots + d_n x_{nn} \leq 1.5 \times 10^5 \text{ 公斤} \\ e_1 x_{11} + e_2 x_{12} + \dots + e_n x_{nn} \leq 3 \times 10^5 \text{ 公斤} \\ f_1 x_{11} + f_2 x_{12} + \dots + f_n x_{nn} \geq 4.5 \times 10^4 \text{ 尾} \\ g_1 x_{11} + g_2 x_{12} + \dots + g_n x_{nn} \leq 5 \times 10^3 \text{ 个} \end{cases}$$

$$x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} \leq a_2$$

$$\vdots$$

$$x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} \leq a_n$$

$$x_{11} + x_{21} + \dots + x_{n1} = b_1$$

$$x_{12} + x_{22} + \dots + x_{n2} = b_2$$

$$\vdots$$

$$x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{nn} = b_n$$

$$d_1 x_{11} + d_2 x_{12} + \dots + d_n x_{nn} \leq 1.5 \times 10^5 \text{ 公斤}$$

$$e_1 x_{11} + e_2 x_{12} + \dots + e_n x_{nn} \leq 3 \times 10^5 \text{ 公斤}$$

$$f_1 x_{11} + f_2 x_{12} + \dots + f_n x_{nn} \geq 4.5 \times 10^4 \text{ 尾}$$

$$g_1 x_{11} + g_2 x_{12} + \dots + g_n x_{nn} \leq 5 \times 10^3 \text{ 个}$$

$$h_1x_{11} + h_2x_{12} + \dots + h_nx_{nm} \leq 2 \times 10^3 \text{元}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$$

$$M_{\text{max}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij}$$

表 2 观山村渔业生产结构参数

Table 2 The parameter of fishery structure in the Guan Shang Village

约束条件	水面营 养类型 代号	鱼类混养种类配比方式 (%)				
		A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
		①:②:③	①:②:③	①:②:③	①:②:③	①:②:③
		80:10:10	45:15:40	30:10:60	20:5:75	10:10:80
有机肥料消耗 量 (公斤/亩)	I	980	1970	2980	3490	3990
	II	1960	2490	3610	3970	5150
	III	2510	3630	3940	4550	5970
青饲料消耗量 (公斤/亩)	I	3150	2850	2250	1130	542
	II	3234	3172	2588	1360	827
	III	3860	3660	3140	1420	955
鱼种需要量 (尾/亩)	I	600	600	600	600	600
	II	550	550	550	550	550
	III	500	500	500	500	500
劳力消耗量 (工日/亩)	I	36	36	36	36	36
	II	41	41	41	41	41
	III	44	44	44	44	44
鱼种, 工具, 防 病资金消耗量 (元/亩)	I	24	24	24	24	24
	II	22	22	22	22	22
	III	20	20	20	20	20
鲜鱼产量 (公斤/亩)	I	129	212	159	143	127
	II	99	196	116	103	96
	III	64	163	83	56	46

* 1. 鱼类混养种类结构配比方式是根据32个不同比例试验结果归纳成A、B、C、D、E五组, 每组均有一定的应变幅度。

2. ①:②:③分别代表草食性、杂食性、肥水性鱼类混养种类结构所占的比例(%)。

3. I、II、III分别代表富营养、营养、贫营养三种水面的营养类型。

电子计算机计算求得优化方案是:

当A组=6.98亩; B组=69.02亩; C组=0; D组=0; E组=0时, 目标函数值最大
 $F(x) = 15098.48$ 公斤。

上述结果说明观山村养殖鱼类的种类结构应逐步调整到以45%±5%的草食性鱼类、40%±5%的肥水性鱼类、15%杂食性鱼类的配合这一组合为最优。

四、优化结构的实施

1980年以来, 观山村采取了一系列措施发展草食性鱼类养殖, 调整鱼类混养种类结构。完成了鱼苗、鱼种培养和成鱼养殖三个生产环节合理结构体系的建设。使渔业生产结构逐步接近优化。采取的主要技术措施是:

1. 推广稻田培养草鱼种技术。生产大规格草鱼种满足养鱼水面需要。
2. 加强了对草鱼防病措施的研究。使草鱼的发病死亡率降到14%以下。
3. 建立鱼苗、鱼种培育生产体系。形成了年生产10—15万尾“夏花”鱼苗的能力。
4. 培训专业户。提高农户科学养鱼水平, 出现了亩产200公斤以上的范例。

1983年全村鲜鱼总产6100公斤, 平均亩产80.26公斤, 比调整结构前的1979年2050公斤增长1.97倍。1985年鲜鱼总产量达10100公斤, 平均亩产132.8公斤, 是1983年的1.65倍。经过1983—1985年的调整, 观山村渔业生产结构逐步趋向优化方案。

当完全实现优化方案时, 观山村青饲料资源的渔业利用量可达到30万公斤, 约占资源总量的9.93%, 鲜鱼总产量可达15098公斤, 平均亩产198.65公斤。

五、优化结构生态效益分析

优化渔业生产结构是因地制宜、结构合理的渔业生产类型, 是自然资源、社会经济和技术条件的有机结合, 它可充分利用自然资源促进生态系统平衡^[2]。

1. 渔业生产结构优化改善了区域性农业生产系统内部物质循环状况, 提高了系统的第二性生产能力。

经调整, 草食性鱼类的放养量由1979年的3.4%增加到了40%, 明显地提高了对当地青饲料资源的利用率(见表3)。

1979年结构调整前, 没有养殖草食性鱼类, 青饲料资源的渔业利用率仅占资源总量的0.8%, 几乎是一个空白。1983年调整结构后提高到3.09%, 同时也提高了第二性生产能力^[3-5]。有39639.2兆卡能量的青饲料资源转化成鱼产品, 1985年持续上升到5.33%, 比1979年增长5.7倍。根据优化模型分析, 当实现优化方案时, 青饲料资源总量的9.93%可用于渔业。

2. 渔业生产结构优化对农户家庭生产结构经济生态效益的影响

通过对农户家庭生产结构的具体考察, 看到了渔业生产具有明显的经济生态效益。并表明了渔业生产是丘岗区农业生产系统结构中一个重要的子系统。它直接影响到所在区域内农业生产结构的优化、整体功能的发挥和生态平衡的调节。

观山村王容秋, 是本研究的试点户。4口人经营6.4亩水稻田、2亩旱地、3.1亩水面、小量油茶林。建立了一个农、牧、渔业相结合的家庭农业生产结构(见图2)。

图2所示: 牧、渔业的发展, 提供了优质畜禽粪肥及塘泥, 提高了农作物的用肥水平, 促进了种植业系统增产, 同时又增加了农作物茎、叶青饲料的供应量(见表4), 形成了以牧促农; 以农养牧; 农、牧养渔; 渔促农、牧; 农、牧、渔三个子系统协调发展的良性生态循环格局, 获得了良好的生态效益。1983年有10272.2兆卡能量的青饲料、畜禽粪肥被渔业子系统利用, 增加了635公斤的鲜鱼产品, 并取得了良好的经济效益(见表5、表6)。

表3 观山村渔业生产结构优化前后资源利用及转换效率

Table 3 The comparative of utilization and conversion ration of the fishery foodstuff resources in the Guan Shang Village

年 份	投入部分										产出部分		转 换 率 (%)	
	青饲料投入量			肥料投入量			鱼种投入量		劳力投入量		鲜鱼产出量			
	种类	鲜重 (公斤)	能量 (兆卡)	占总资源 (%)	种类	鲜重 (公斤)	能量 (兆卡)	占总资源 (%)	总重 (公斤)	能量 (兆卡)	总劳动日 (个)	能量 (兆卡)		总重 (公斤)
1979	天然牧草	14920	5222.0		畜粪	42800	25680	1.36						
	农作物 茎叶	10180	4682.8		化肥	400	720							
	人工牧草								210	246.75	450	1360	2050	2408.75
	小计	25100	9904.8	0.80	小计	43200	26400							
1983	天然牧草	37440	13104.0		畜粪	51500	30900	1.64						
	农作物 茎叶	42120	19375.2		化肥	500	900							
	人工牧草	14040	7180.4						288	339.57	700	2100	6100	7187.50
	小计	93800	39639.6	3.09	小计	52000	31800							
1985	天然牧草	64480	22568.0		畜粪	81200	48720	2.59						
	农作物 茎叶	73540	33828.4		化肥	500	900							
	人工牧草	24800	12648.0						314	268.85	750	2250	10100	11867.50
	小计	162200	68044.4	5.33	小计	81700	49620							

* 能量换算率是根据《中国饲料成分及营养价值表》(农业出版社1984)和《食物成分表》(人民卫生出版社, 1980)、《农业技术手册》(湖南科技出版社, 1980)计算得出折能系数。

表4 农户王容秋1983年种植业、牧业、渔业系统青饲料、肥料供销情况

Table 4 The supply and selling indices of the vegetable stuff and manure in the complementary farms system of Wang Rongqi's family (1983)

项 目	青饲料的提供与利用			畜粪肥的提供与利用		
	总提供量 (公斤)	利用量 (公斤)	能量 (兆卡)	总提供量 (公斤)	利用量 (公斤)	能量 (兆卡)
种植业	37640	—	15808.8	—	14500	8700
牧业	—	14980	8291.6	23680	—	14196
渔业	—	19660	5797.2	—	7580	4536

表5 农户王容秋1983年农、畜、鱼产品产量
Table 5 The productions of Wang's family, 1983

项 目	种植业	畜牧业	渔 业
总产量(公斤)	折合稻谷6850	畜禽肉蛋 885	鲜鱼 635
亩 产(公斤)	856.2		204.8
能 量(兆卡)	28441.00	2984.75	748.12

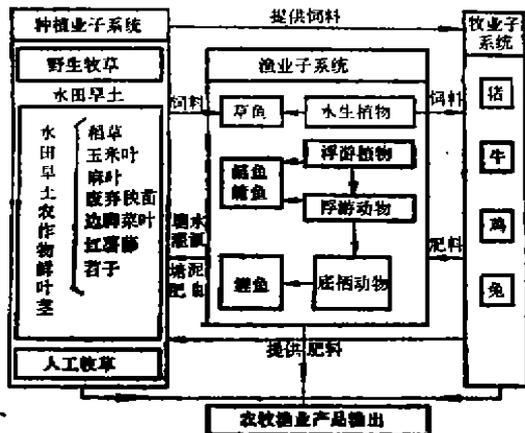


图2 农户王容秋家庭农业生产结构图
Fig.2 The agriculture struction of Wang Rongqi's family

表 6 农户王容秋 1983 年农业生产结构经济效益分析
Table 6 Economic benefit of the agriculture struction of Wang's family, 1983

项 目	农业	林业	牧业	副业	渔业	小计
总产值 (元)	1565	400	1755	1200	840	5760
产值比例 (%)	26.9	7.0	30.7	20.8	14.6	100
占用劳动工日 (个)	310	30	360	110	90	900 个工日
占用工日比例 (%)	34.4	3.3	40	12.5	10	100
劳动日产值 (元)	5.03	13.3	4.91	10.9	9.3	平均 6.4
生产现金开支 (元)	494.5	87.5	738.4	210	149.8	1642.7
* 自产饲料肥料折算开支 (元)	116.0	—	119.8	—	169.6	405.4
合计生产成本 (元)	600.5	87.5	858.2	210	319.4	2048.1
各业纯收入 (元)	954.5	312.5	886.8	990	520.6	3574.4
利 率 (%)	60.9	87.5	51.0	82.5	61.9	平均 63.7

* 产品的销售、开支均按当年实际价格计算, 自产的青饲料、肥料只折算开支计入生产成本, 未作当年的实际收入计入总产值。

3. 对稻田生态系统结构和功能的影响

观山村在优化渔业生产结构过程中, 发展稻田养鱼既是培养鱼种的重要途径之一, 又是完善稻田生态系统结构和功能的有益措施。利用稻田养鱼, 将草鱼作为新的生物种群引进稻田生态系统, 运用相应的操作管理技术, 使水稻与草鱼共生于同一时空, 草鱼种构成了稻田生态系统食物链 (网) 中新的环节, 摄食田间杂草、水生昆虫、浮游生物等, 引起了原有生态系统结构和功能的改变, 产生了一系列与水稻密切相关的变化, 减少了物质和能量的流失, 促使部分物质就地循环和能量向更有利于人类的方向转化, 改善了稻田生态环境条件, 使之有利于水稻生长发育, 促进稻谷增产, 达到稻田养鱼、以鱼促稻, 稻鱼双增收的目的^[5]。

六、讨论与小结

由于区域性农业生产结构各部门 (其中包括农、林、牧、渔) 之间存在着紧密的物质流相互转化和能流传递的生态学关系。因此, 渔业生产结构优化过程中必然会受当地生态环境资源、生物资源、土地资源、社会经济技术条件的制约, 并涉及与其他部门协调一致对资源、劳力、资金等发展生产共同性资源的保护和合理开发利用等问题。只有充分利用当地自然资源优势, 才能提高渔业生产的经济和生态效益, 并促进区域性农业生产结构优化和系统整体功能的发挥。

通过对观山村试验基点情况分析表明, 只要在现有的生产条件下合理调整养殖鱼类的种类结构, 就能较快地大幅度提高鲜鱼产量, 取得明显的效益。因此, 在我国广大农村还不可能普遍使用商品饲料的情况下, 山塘养鱼应充分利用当地饲料资源提高鱼产量。

考 参 文 献

- [1] 邢庭钊, 1985, 丘陵农区畜禽系统生产效益分析. 家畜生态 6(1): 1—20.
[2] 马福泳, 1983, 江苏太湖地区农业生产合理结构与农业生态的几个问题. 生态学杂志 3(3): 1—6.
[3] 闻大中, 1986, 我国东北地区农业生态系统的力能学研究. 生态学杂志 5(4): 1—5.

- [4] 江苏太湖地区农田生态协作组, 1984, 江苏太湖地区几种种植制度的能量转换状况。生态学杂志(6):19—22。
[5] 王云桃, 1984, 平原稻区生态系统能流计量的折能系数的初步研究。生态学杂志(6):44—46。
[6] 尹孟杰, 1984, 稻田培养草鱼种主要生态功能的研究。湖南水产(4):16—21。

THE OPTIMUM STRUCTURE OF FISHERY PRODUCTION AND ANALYSIS OF ITS ECOLOGICAL BENEFIT AT GUAN SHAN VILLAGE IN HILLY AGRICULTURE AREA, TAOYU AN, HUNAN PROVINCE

Yin Mengjie

(*Changsha Institute of Agricultural Modernization, Academia Sinica*)

The main problem of realizing the optimum structure of fishery production in hilly agriculture area is to adjust the composition of fish species to be stocked and the fully use of the forage resources to improve the productivity of fishes.

In Guan Shan Village, after this optimum structure of fishery is adopted the proportion of phytophagous fish in pond has risen from 3.4% to 40%, the utilization rate of vegetable stuff from 0.8% up to 5.33%. Under the restriction of the overall optimum model of agriculture at the village, there are 9.93% of whole forage resources which can be used in fishery production. Therefore, a favourable ecological circulating pattern was formed, in which agriculture, animal husbandry and fishery production will be benefited by each other and a harmonious development will be maintained.

Key words: fishery production, optimum structure, ecological benefit.