

西藏康马县涅如藏布河谷种植业 结构的优化模式*

刘刚才¹, 王小丹¹, 胡先才², 米玛洛卓², 刘淑珍¹

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 西藏地地质勘察大队, 西藏 拉萨 850000)

摘 要: 种植业结构调整是农村产业结构调整 and 增加农民收入的基本途径之一。通过对西藏康马县涅如藏布河谷区的实地踏勘和采样分析, 该区种植业结构较单一(绝大部分是种植粮食), 且效益较差。应用线性规划的原理, 对该区种植业结构进行了分析, 在满足该区粮食需求的情况下, 目前耕地的 27% 可以用于种植牧草, 种植业效益可以提高 9 倍。

关键词: 种植业结构; 优化模式; 结构调整; 西藏康马

中图分类号: S111

文献标识码: A

加强农村产业结构的调整, 是目前我国各级政府的重要工作之一, 也是实现农村增收的基本举措之一。种植业是农村的主要产业, 已有个别学者^[1]探讨过种养结构的优化模式, 以及农村生态系统优化模式的设计理论和方法^[2]。但是, 有关这方面的信息还很缺乏, 特别是在生态环境较为特殊的西藏地区。为此, 本文以西藏康马县涅如藏布河谷区为例, 探讨西藏种植业结构调整的模式。

1 研究方法

1.1 实地调查与访问

对西藏康马县涅如藏布河谷区农业生态系统进行实地调查的内容, 有土壤基本情况——包括土壤类型、土壤表现特征、土壤质地, 以及生产问题等, 同时对典型土类和地点进行取样, 共采集 20 个样品; 在实地以调查表的形式随机地对其中 20 户, 进行农业生态系统输入输出基本情况的访问调查——包括人口、劳动力、生产资料(耕地、化肥、农药、种子、种

畜、机械等)投入、各种产品产出(包括生物量)及价格。同时在县政府的支持下, 收集到了该区各个村的输入输出情况。

1.2 样品测试与分析

将取得的样品进行筛选, 最后对 6 个典型样品进行了养分含量和颗粒组成的分析。分析方法都是采用有关的标准方法。

另外, 畜禽饲料的可消化能和蛋白质, 根据饲料手册^[3,4]中的参数和调查的生物量进行换算获得。

1.3 线性规划原理

线性规划是解决生产和组织问题优化的一种有效方法。简单地说, 线性规划问题就是求解一个先行目标函数在一组现行约束条件下的极值(极大或极小)问题。它有以下三个要素:

第一, 求一组决策变量 x_i 或 x_{ij} ($i = 1, 2, 3, \dots, m, j = 1, 2, 3, \dots, n$), 且这组变量是非负值。

第二, 确定决策变量可能受到的约束条件, 可以用变量的先行等式或不等式来表示。

第三, 在满足约束条件的前提下, 使一函数值

收稿日期(Received date): 2002- 08- 07; 改回日期(Accepted): 2003- 12- 11。

基金项目(Foundation item): 康马县生态环境建设规划项目和科技部“十五”攻关课题“四川低山丘陵区水土流失综合治理技术与示范”。
[Foundation projects: Ecological and environmental constructions of Tibet Kangma County and key project during “fifteenth plan” of National Science and Technology Bureau, named “Integrated means and demonstration for controlling soil and water loss in hilly area of Sichuan Basin”.]

作者简介(Biography): 刘刚才(1967-), 男, 四川安岳人, 博士, 副研究员。主要从事水土保持、水文水资源和农业生态等研究。Tel: 028- 85235869; E-mail: lg@imde.ac.cn. [Liu Gangcai(1967-), male, native place of Sichuan Anyue, doctor, associate professor, mainly engaged in the fields of soil erosion, hydrology and agro-ecology, etc.]

* 样品分析由本所李恩露等同志完成; 参加此项工作的还有范建容、李祥妹、何晓蓉等同志。

达最大或最小, 这种函数称之为目标函数, 它是决策变量的现行函数。

用数学模型表示为

$$\begin{aligned} \max Z &= CX \\ AX &\leq B \\ X &\geq 0 \end{aligned}$$

式中 Z 为目标函数; $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ 为行向量; $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$; $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ 为列向量; $A = (a_{ij})_{mn}$ 为矩阵。

2 区域范围与概况

2.1 范围与概况

康马县生态环境重点治理区——涅如藏布河谷区, 位于 $89^{\circ}45' \sim 89^{\circ}57' \text{ E}$, $28^{\circ}15' \sim 28^{\circ}45' \text{ N}$, 包括涅如麦和涅如堆两个乡, 共 12 村, 人口 3 351 人, 劳动力 1 130 个。土地面积 220 316.9 ha, 占全县土地总面积(590 845 ha) 的 37.3%; 其中耕地面积 737.3 ha, 占全县总耕地面积(3 633 ha) 20.3%。人均(2001 年) 耕地 0.22 ha, 粮食 720 kg, 畜禽 14 只。粮食和耕地最近略有增加趋势(图 1)。

2.2 主要自然资源特点

该区地貌属于河流阶地和洪冲积台地, 海拔在 4 000 m 以上; 河谷台地地势平坦而开阔。

气候较温凉干旱, 年均温 3.1°C , 最热月(7 月) 平均气温 10.8°C , 最冷月(1 月) 平均气温 -6.4°C , $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温 $1\,533.6^{\circ}\text{C}$; 年均降雨量 288.4 mm, 年蒸发量 2 569.3 mm, 雨、热和作物生长需求的基本

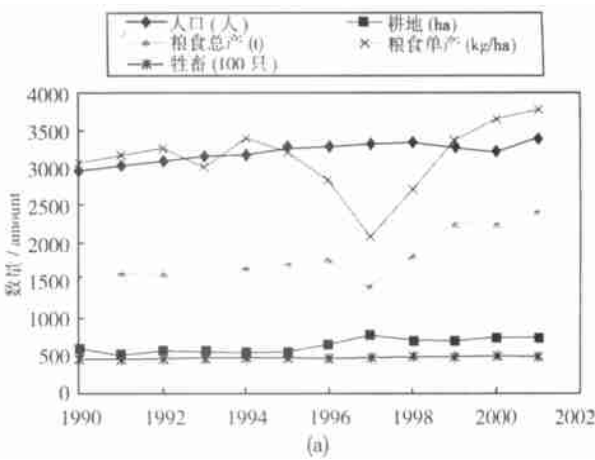


图 1 流域基本情况动态
Fig. 1 Dynamics of basic conditions in the river basin

上同步。降雨量少且时间上分布不均, 6~9 月的降雨量占全年的 90% 以上。主要气候灾害是干旱、霜冻和大风沙尘暴。

主要植被类型是冬小麦、青稞、油菜等农作物和灌丛草。

主要土壤类型是草甸土, 土壤呈碱性反应, $\text{pH} 8.6 \sim 9.6$ (据采样实测, 如表 1), 有中轻度盐碱化。

区内水资源总量基本能满足需要。水利设施有 2 条主渠(规划 4 条), 已建成旱涝保收农田 218 ha (据 2000 年的卫片影像估计), 占本区耕地面积的 29.6%。区内荒坝较多, 据统计有 2 处, 面积约 20 ha, 主要是因盐碱化问题而难以利用。

表 1 涅如藏布流域土壤基本理化性质
Table 1 The basic properties of soil in the Nieruzangbu river valley

项目 items	砾石含量		有效氮	有效磷	有效钾	有机质(%)	碳酸钙(%)	粗沙(%)	细沙(%)	粉沙(%)	粘粒(%)
	gravel content (%)	pH	available N (mg/kg)	available P (mg/kg)	available K (mg/kg)	organic content	CaCO_3 content	2~0.2 mm coarse sand	0.2~0.02 mm fine sand	0.02~0.002 mm powder sand	<0.002 mm clay
含量范围	10~46	8.6~9.3	27~120	2~32	25~165	0.5~4.0	5~30	0.02~16	0.05~18.0	33~52	10~36
平均值	24	8.72	86	16	92	2.21	16.12	9.22	10.8	41	22.9

3 农业生态系统各项产品的成本核算与资源限量

3.1 输入输出各项价格

据调查, 该区平均输入输出项价格如表 2 所示。

3.2 作物单位种植面积的成本-效益核算

根据该区作物种植的各项投入(表 3) 和产出(表 4) 可计算出作物种植的成本和效益。从表 4 中看出, 投入成本较多的是种青稞或小麦, 而效益是最差的, 如果把劳力成本(3 000 元/ha) 算入投入成本(习惯上, 大田生产没有雇用人工, 而是土地使用者

本人,使用者往往不把自己的劳力投入计入生产成本),其纯收益仅 228 元/ ha,种植牧草的效益可观,达到 4 400 元/ ha 以上。因此,在满足粮食需求的情况下,搞好人工种草是提高种植业收入的有效途径。

3.3 单位畜禽的成本-效益核算

该区单位畜禽的成本和效益如表 5 所示。看出马(一年工作 100 天,每天 8 小时、每小时 3 元计)的纯收益较高达 1 650 元/匹·a⁻¹。

3.4 各种产品的社会最低需求量

根据该区耕地上的人口密度和人均年产品需求量,可算出各项产品的社会最低需求量如表 6。其中,粮食需求量最多的是土豆 1 324.8 kg/ha,其次是青稞 993.6 kg/ha,肉类需求最多的是羊肉 496.8 kg/ha。

表 2 河谷区各项产品价格

Table 2 The price of various products in the river valley

投入项			产出项		
input items			output items		
项目	单位	价格(元)	项目	单位	价格(元)
items	unit	price	items	unit	price
小麦	kg	1.40	小麦	kg	1.40
青稞	kg	1.40	青稞	kg	1.40
油菜	kg	2.20	油菜	kg	1.80
土豆	kg	1.00	土豆	kg	0.80
N 肥	kg	1.12	活牛	头	1500.00
P 肥	kg	1.40	活羊	头	140.00
K 肥	kg	0.10	活马	匹	2800.00
燃油	l	3.42	活猪	匹	650.00
劳力	d	20.00	活鸡	只	40.00
			鸡蛋	个	0.50

表 3 各种作物每公顷种植投入成本核算

Table 3 The invest calculation for various crop plantation per hectare

作物	劳力(d)	畜力(h)	种子(kg)	化肥(kg)	农药(kg)	农机具(元)
crops	labour force	livestock force	seeds	chemical fertilizers	pesticides	farming equipments
小麦	150	260	150	300	10	240
青稞	150	260	150	300	10	240
油菜	120	240	75	100	0	90
土豆	80	130	450	100	0	60
人工种草	80	130	150	300		

表 4 各种作物每公顷种植投入成本-效益核算

Table 4 The invest cost and benefit for various crop plantation per hectare

作物	产量(kg/ha)	成本(元/ha)	毛收益(元/ha)	纯收益(元/ha)
crop	productivity	cost	gross profit	net profit
小麦	3 000	3 972	4 200	228
青稞	3 000	3 972	4 200	228
油菜	1 500	2 929	3 300	371
土豆	6 000	2 254	3 600	1 346
人工种草	10 000	3 540	8 000	4 460

表 5 单位畜禽成本-效益核算

Table 5 The invest cost and benefit for various livestock per unit

种类	投入劳力(d)	饲料(kg)	劳力成本(元)	饲料成本(元)	毛收益(元)	纯收益(元)
species	labor cost	fodders	labor cost	fodder cost	gross profit	net profit
牛(出栏时)	20	10 500	300	525	1 500	675
羊(出栏时)	3	200	45	10	140	85
马(每年)	10	12 000	150	600	2 400	1 650

3 5 畜禽饲料参数

畜禽的营养需求主要是能量和蛋白质 2 项指标,同时,不同畜禽对饲料的数量和性质有不同的要求。如牛、羊、马等反刍动物可以消化吸收纤维含量较高的秸秆类粗饲料,而猪鸡类则需要较多的精饲料。根据饲料手册和该区秸秆产量,求得该区畜禽饲料参数如表 7 和表 8。由于该区气候因素,没有饲养猪鸡等畜禽,其饲料参数在此未列出。

表 6 各种农畜产品的社会最低需求量

Table 6 The community least requirement for various farming and livestock products

种类	人均年需求量(kg/ 人)	社会最低需求量(kg/ ha)
items	average yearly demand per person	lest demand of local region
小麦	72	331.2
青稞	216	993.6
油菜	18	82.8
土豆	288	1 324.8
牛	72	331.2
羊	108	496.8

表 7 各种畜禽的营养需求量

Table 7 The nutrition demands of livestocks

种类	消耗能(GJ)	消耗蛋白质(kg)
species	consume energy	consume protein
牛(500 kg)	60.38	500
羊(50 kg)	5.18	48
马(a)	20.22	150

表 8 单位面积提供畜禽(牛羊马)饲料的营养量

Table 8 The nourishment amount of forage provided from per unit area

作物种类	产量(kg/ha)	可消化能(GJ/ha)	可消化蛋白质(kg/ha)
crop species	amount	available digest energy	available digest protein
饲草	10 500	220	100
小麦秸秆	4 000	45	37
青稞秸秆	400	45	37
小麦麸	200	10	87.5
菜籽饼	600	16	357

4 农业生态系统耕地种植结构优化模式

4.1 目标函数的建立

要使种植业的效益最大,需将粮食种植和饲草种植结合起来设计模型,使单位耕地面积的效益达最大值,即

$$P=\sum_{i=1}^n C_i X_i \rightarrow \max$$

(X: 为决策变量; C: 为单位变量的纯效益; i: 决策变量种类, i= 1, 2, . . . , n)

设决策变量如表 9 所示,可建立如下的目标函数

$$P=228 X_1+228 X_2+1346 X_3+371 X_4+4460 X_5+675 X_6+85 X_7+2050 X_8$$

4.2 (单位面积上的)约束条件

1. 面积约束: $X_1+X_2+X_3+X_4+X_5\leqslant 1$
2. 劳力约束: $150 X_1+150 X_2+80 X_3+120 X_4+80 X_5\leqslant 560^{*}$
3. 畜力约束: $260 X_1+260 X_2+130 X_3+240 X_4+130 X_5-1460 X_8\leqslant 0$ (设一匹马每天工作 4 小时)
4. 社会需求量约束: $3000 X_1\geqslant 993.6; 3000 X_2\geqslant 331.2; 6000 X_3\geqslant 1324.8; 1500 X_4\geqslant 82.8; 300 X_6\geqslant 331.2; 15 X_7\geqslant 496.8$
5. 畜禽饲料约束²⁾:
能量约束: $45 X_1+55 X_2+220 X_5-60.4 X_6-5.2 X_7-60.4 X_8\geqslant 0$
蛋白质约束: $36.8 X_1+64.1 X_2+100 X_5-500 X_6-48 X_7-500 X_8\geqslant 0$
草饲料能量约束: $45 X_1+45 X_2+220 X_5-60.4 X_6-5.2 X_7-60.4 X_8\geqslant 0$
6. 非负约束:
 $X_i\geqslant 0.0, (i=1,2,\dots,8)$

表 9 决策变量

Table 9 The decision-making variables

作物或畜禽种类	青稞	小麦	土豆	油菜	饲草	牛	羊	马
crops or livestock species	highland barley	wheat	potato	rape	forage grass	cattle	sheep	horse
优化面积或养殖数量	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8

1) 每公顷劳动力为: 1130/737.3= 1.53 个, 则每公顷有劳动力天数为: 365× 1.53= 560。

2) 没考虑草地饲料的供给, 因为是对耕地种植结构进行优化。

4.3 耕地粮畜种植业结构的优化结果

根据上述目标函数和约束条件,用 FORTRAN 语言编写其解法程序,最后获得优化结果是:粮食耕地占 73%,饲料耕地占 27%,可获得收益 2 440 元/ha。比目前只种青稞的收益(228 元/ ha)大大提高。

5 结论

1. 线性规划模型对种植业结构优化有科学性和一定的实用性。因此,该模型在农村产业结构调整中应得到充分应用。

2. 构造模型的关键是参数获取。因此,要获得准确的优化模式,首先应深入调查有关参数的实际情况。

3. 参数的变化对该模型数值解的稳定性和收敛性有很大影响。

参考文献(References):

- [1] Yang Xiu, Li Wenhuan. A study of optimal constructional models for plantation and breeding industry in agroecosystems [J]. *Journal of natural resources*. 1998, 13(4): 344~ 351. [杨修,李文华. 农业生态系统种养结合优化结构模式的研究[J]. 自然资源学报, 1998, 13(4): 344~ 351.]
- [2] Zhang Jien. Luo Shiming. An investigation of optimal models for agroecosystems [J]. *Tropical geography*. 2001, 21(1): 81~ 85. [章家恩,骆世明. 农业生态系统模式的优化设计探讨[J]. 热带地理, 2001, 21(1): 81~ 85.]
- [3] Science and technology department of Beijing pasturage and forages. Fodder manual (first half volume) [M]. Beijing: Beijing Science and Technology Publication Press, 1984. [北京地区畜牧与饲料科技情报网编. 饲料手册(上册)[M]. 北京. 北京科学技术出版社, 1984.]
- [4] Huang Daqi. Fodder manual (second half volume) [M]. Beijing: Beijing Science and Technology Publication Press, 1992. [黄大器. 饲料手册(下册)[M]. 北京,北京科学技术出版社, 1992.]

Optimization of Planting Industry Structure in Nieruzangbu River Valley of Kangma County, Tibet

LIU Gnagcai¹, WANG Xiaodan¹, HU Xiancai², MIMA Luozhuo², LIU Shuzhen¹

(1. *Institute of Mountain Hazard and Environment of Chinese Academy of Science and Water Resources Ministry, Chengdu, 610041; 2. Tibet Reconnaissance Team of Geology and Terrestrial Heat, Tibet Lhasa, 850000*)

Abstract: Regulation of planting industry proportion for various species is one of important means for country industry structure adjusting and income gain of farmer. The planting structure of Nieruzangbu river valley in Tibet is a simple and its benefit is low based on the investigation and soil sample analysis. On satisfaction of food need for the region, 27% of arable land could be covered by pasture and will increase profits of nine times, according to analysis from application of linear programming theory.

Key words: planting system structure; optimization model; structure adjusting; Kangma County of Tibet