

北方农牧交错带人口胁迫与耕地利用的相互关系

毛留喜 宇振荣 程 序 王利文

(中国农业大学)

刘国彬

(中国科学院水土保持研究所)

摘 要: 该文以我国北方农牧交错带内的安塞县为例, 构建了一个适合于区域范围、人与耕地关系简单平衡模型, 并从中推出了人与耕地关系平衡胁迫力计算式。在分析该县农业生产用地构成、耕地及粮食的历史动态变化之后, 根据人口预测结果与有关参数值, 以 5 年为步长计算分析了 2000~ 2030 年, 不同粮食自给水平下的人口承载能力胁迫力、耕地面积需求胁迫力、耕地生产率胁迫力。确定了有利于实现“退耕还林草”生态环境建设的较合理的粮食自给率, 可供决策参考。

关键词: 北方农牧交错带; 人口胁迫; 耕地利用; 粮食自给率

安塞县位于陕北黄土高原地区中部, 属黄土丘陵沟壑区。安塞县不仅在黄土高原, 而且在我国北方农牧交错带具有代表性, 尤其是草地退化、水土流失严重、生态脆弱等特点, 更具有典型性。安塞县与我国北方广大农牧交错带一样, 长期以来在严酷的自然生态与闭塞的社会经济条件下, 由于历史原因和近代人口压力, 加上根深蒂固的“粮食情结”与近年来行政领导“米袋子”负责制的驱动, 以往综合治理一直是在着眼当地粮食高度自给(甚至有余)的前提下进行的。其结果是, 虽有大量投入, 治理仍赶不上破坏, 退耕不及开垦, 环境进一步恶化。长江洪灾之后, 黄河的安危也倍受关注, 黄河上游的生态环境建设再次受到重视。江泽民主席“再造一个山川秀美的西北地区”的批示; 朱镕基总理“退耕还林(草)、封山绿化、个体承包、以粮代赈”的十六字方针; “西部大开发”战略部署中要求“切实加强生态环境保护和建设”, 提出必须把生态建设放在第一位, 确立其为至高无上的原则等等, 这些不能不引起人们对农牧交错带土地利用中粮食自给问题的反思。在我国北方农牧交错带确定适宜的粮食自给率, 合理利用土地, 是各界关注与争执的焦点。

1 安塞县粮食安全与土地利用变化分析

1.1 安塞县农业生产用地构成

安塞县农业生产用地始终以耕地和草荒地为主,

二者合计占农业生产用地总量的 80% 左右, 其次是林地和园地。改革开放后, 园地和林地面积不断扩大, 但自 90 年代后期园地受市场价格的影响, 面积又有减少。耕地面积及比例自 80 年代中后期持续减少, 而草荒地比例一直介于 35% ~ 45% 之间。

1.2 安塞县耕地变化动态

建国后安塞县农耕地基本维持在 26 67~ 33 33 km² 之间。自 60 年代中期之后, 总体态势呈缓慢减少, 从 32 00 km², 减少到 80 年代初期的 30 00 km², 1983 年后则稳定在 29 33~ 30 00 km² 之间。安塞县的人口从建国初期不足 5 万人, 持续增长到 90 年代末期的 15 万余人, 平均每 5 年增加 1 万人。70 年代实施计划生育政策后, 人口出生率得以下降, 但人口的增长势头则在 90 年代初才得以控制。90 年代后人口密度突破 50 人/km², 虽然与同类地区(黄土高原)的不少地方相比并不算大, 但考虑到安塞县处于半干旱地区, 其生态环境脆弱, 如与国际通行的半干旱地区人口密度上限值(20 人/km²)相比, 土地负荷已不算小。耕地的减少与人口的增加, 导致人均耕地面积的快速减少。

1.3 安塞县粮食变化动态

安塞县粮食单、总产总体态势是在不断提高, 但波动也在不断加大。人均粮食低而不稳。建国后 50 年来, 有 4 年人均粮食在 400 kg 以上; 5 年人均粮食在 200 kg 以下; 年人均在 300~ 400 kg 的有 15 年; 人均在 200~ 300 kg 的共 26 年。尤其近几年, 人均粮食更是大起大落。随着人口的刚性增加, 进一步助长了农民广种薄收、存粮备荒的“保险意识”。

收稿日期: 1999-12-03 修订日期: 2000-05-24

毛留喜, 高级工程师, 北京市海淀区圆明园西路 2 号 中国农业大学(西校区)可持续农业中心, 100094

2 模型与假设

2.1 人与耕地关系模型及其假设

把人口与土地利用看作一个整体,并把人口数量看作最主要的土地利用/覆盖变化的驱动因子,在只考虑人口和耕地、草地、林地4个因子构成的以人为中心的全球人-地关系系统中,人口总量的变动,势必引起耕地、草地和林地面积的相互转化和数量增减^[1]。然而,就某一生态区域而言,笔者认为,人-地关系平衡还应考虑该生态区域与外界的粮食交流(进出平衡量 ΔY 或自给率 r),即

$$P R_d = C_1 R_y + \Delta Y \quad (1)$$

式中 P ——区域内的人口总量,人; R_d ——保障该区食物安全的年人均粮食需求量,t/人; C_1 ——耕地面积, hm^2 ; R_y ——粮食年生产率,t/ hm^2 ; ΔY ——该地区粮食进出年平衡量,t,即 $\Delta Y = Y_{in} - Y_{out}$ 。其中, Y_{in} 为该区粮食年流入量,t; Y_{out} 为该区粮食年流出量,t。维持该生态区域的供需平衡,则有

$$\Delta Y = P R_d - C_1 R_y \quad (2)$$

设 F (单位:t)为人口对土地覆盖变化或土地利用结构变化的胁迫力,则

$$F = P R_d - C_1 R_y - \Delta Y \quad (3)$$

这里所谓人口对土地覆盖变化或土地利用结构变化的胁迫力,就是一定土地利用格局下,保障生态区域内人口安全供给的粮食需求量与实际供给量(能力)的差。

若将 ΔY 用该区的粮食自给率 r 来表示,其中

$$r = (C_1 R_y) / (P R_d) \quad (4)$$

则有

$$F = r P R_d - C_1 R_y \quad (5)$$

不难看出,若 $F = 0$,供需保持平衡,生态区域内土地利用格局将维持不变; $F > 0$,供小于需,人口增长胁迫下耕地面积或粮食年生产率或两者同时必须扩大,其它方式(草地、林地)利用面积势必减少,即覆盖率将下降; $F < 0$,供大于需,土地覆盖有望增加,土地利用格局将向着有利于生态环境保育的方向演替。

2.2 人与耕地关系平衡胁迫力模型的推算

2.2.1 人口承载能力胁迫力 F_p

若以 i 表示年份,据(5)式可得,一定耕地面积和生产率条件下,第 i 年的人口承载能力胁迫力

$$F_{pi} = P_{ri} - (C_{1i} \cdot R_{yi}) / (R_{di} \cdot r_i) \quad (6)$$

可见,人口承载能力胁迫力 F_p 是指一定耕地面

积和生产率条件下,保障粮食安全供给所能承载的人口与实际人口之差。

2.2.2 耕地面积需求胁迫力 F_{cl}

同样以 i 表示年份,由(5)式可得,一定人口和生产率条件下,第 i 年的耕地面积需求胁迫力

$$F_{cli} = P_i \cdot R_{di} \cdot r_i / R_{yi} - C_{1ri} \quad (7)$$

可见,耕地面积需求胁迫力 F_{cl} 是指一定人口和生产率条件下,保障该区粮食安全供给所需的耕地面积与实际耕地面积之差。

2.2.3 耕地生产率胁迫力 F_{ry}

与上述人口承载能力、耕地面积需求胁迫力推算过程类似,一定人口和耕地面积条件下第 i 年耕地的耕地生产率胁迫力为

$$F_{ryi} = P_i \cdot R_{di} \cdot r_i / C_{1i} - R_{yri} \quad (8)$$

所以,耕地生产率胁迫力 F_{ry} 是指一定人口和耕地面积条件下,保障粮食安全供给所需要的粮食生产率与实际粮食生产率之差。

显然 F_p 、 F_{cl} 、 F_{ry} 的含义与 F 类同,它们从不同的角度表征了人-地平衡关系中土地利用的演替方向。

3 未来(2030年)人地平衡关系分析

3.1 人与耕地关系平衡胁迫力计算条件

借用“安塞县1996~2010年人口发展与控制规划”(1996年)中的优选方案——1.7胎方案人口发展模型预测结果,并将其外延到一般认为人口总量将达到极值的2030年;为了增加说服力,计算未来30年胁迫力时,假定未来耕地面积维持在目前水平29333 hm^2 不再减少。以水土保持型生态农业良性循环发展阶段的单位农耕地产量指标^[2](1875~2250 kg/hm^2)为准,具体则取近5年(1994~1998年)统计单产的平均值2071.5 kg/hm^2 。粮食安全问题牵涉面很广且复杂,但保障人们生活所需要的粮食供应是主要标准。考虑中国的经济发展阶段和食物结构传统,取多数学者认为年人均400 kg 粮食这一较为公允的安全保障线^[3~5]。考虑到计算分析的方便和必要性,以5年为时间步长,5%为粮食自给率步长,计算分析安塞县2000~2030年不同人口方案下,100%~70%粮食自给水平的人口承载能力胁迫力、耕地面积需求胁迫力和耕地生产率胁迫力。

3.2 人口承载能力胁迫力 F_p

在上述条件下,由(6)式计算2000~2030年 F_{pi} (见表1),若强调100%的粮食自给,则安塞县从

表 1 安塞县 2000~ 2030 年人口承载能力胁迫力

Tab. 1 Stress of population bearing capacity in Ansai County during 2000~ 2030

自给率/%	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年
100	5408	12925	23224	29706	37594	45482	53370
95	-2587	4930	15229	21711	29599	37487	45375
90	-11471	-3954	6345	12827	20715	28603	36491
85	-21400	-13883	-3584	2898	10786	18674	26562
80	-32507	-25053	-14754	-8272	-384	7504	15392
75	-45229	-37712	-27413	-20931	-13043	-5155	2733
70	-59696	-52179	-41880	-35398	-27510	-19622	-11734

2000~ 2030 年人口承载能力胁迫力将由 0.54 万人逐步上升到 5.34 万人; 若粮食自给率为 90%, 安塞县未来 30 年人口承载能力胁迫力, 从 2010 年起将逐渐扩大, 一直达到 3.65 万人; 自给率为 80% 时, 未来 30 年中只有后 5 年才有一定的人口承载能力胁迫力, 2030 年为 1.54 万人; 如取 70% 的粮食自给率, 未来 30 年人口承载能力胁迫力均为负值。显然, 较高(100%~ 90%)的自给率, 将势必造成很大的人口承载能力胁迫力, 其结果只能是设法大力提高土

地生产率和扩大耕地面积; 较低(80%~ 70%)的自给率, 人口承载能力胁迫力相对较小, 则有利于退耕还林(草), 改善生态环境。

3.3 耕地面积需求胁迫力 F_{cli}

据(7)式计算 2000~ 2030 年 F_{cli} (见表 2), 在 100% 的粮食自给水平下, 安塞县的耕地需求胁迫力, 将从 2000 年的 1 044.27 hm^2 逐年增加到 10 305.58 hm^2 ; 若 90% 的自给, 从 2010 年起, 耕地面积需求胁迫力也将 1 102.70 hm^2 扩大到 6 341.69 hm^2 。这 2 种粮食自给水平下, 要实现退耕还林(草), 改善生态环境是困难的。在 80% 的粮食自给水平下, 2020 年之前耕地面积需求胁迫力均为负值, 即使到 2030 年人口极值出现时, 耕地面积需求胁迫力亦仅为 2 377.80 hm^2 。若实施 70% 的自给率, 则到 2030 年耕地面积需求胁迫力均为负值。显然, 在后 2 种较低的自给水平, 耕地面积需求胁迫力较小甚至为负值的情景下, 才较容易实现退耕还林(草)、改善生态环境的计划。

表 2 安塞县 2000~ 2030 年耕地面积需求胁迫力

Tab. 2 Stress of cultivated land demands in Ansai County during 2000~ 2030

自给率/%	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年
100	1044.27	2495.78	4484.48	5736.14	7259.28	8782.43	10305.58
95	-474.61	904.32	2793.59	3982.66	5429.65	6876.64	8323.63
90	-1993.49	-687.13	1102.70	2229.19	3600.02	4970.86	6341.69
85	-3512.37	-2278.59	-588.19	475.72	1770.29	3065.07	4359.74
80	-5031.25	-3870.04	-2279.08	-1277.76	-59.24	1159.28	2377.80
75	-7461.46	-6416.37	-4984.50	-4083.31	-2986.65	-1889.95	-793.32
70	-8069.01	-7052.95	-5660.86	-4784.70	-3718.50	-2652.30	-1586.09

3.4 耕地生产率胁迫力 F_{ry}

同理据式(8)计算 2000~ 2030 年 F_{ry} (见表 3), 在未来 30 年内, 安塞县实现 100% 粮食自给率时, 耕地生产率胁迫力将由 73.7 kg/hm^2 , 逐年上升到 727.8 kg/hm^2 ; 90% 的自给率, 从 2010 年起, 耕地生产率胁迫力由 77.9 kg/hm^2 增为 447.8 kg/hm^2 ; 80% 的自给率, 后 5 年耕地生产率胁迫力由 81.9 kg/hm^2 到 167.9 kg/hm^2 ; 70% 的自给率, 未来 30 年耕地生产率胁迫力均为负值。与生产潜力相比^[6,7], 100%~ 90% 的粮食自给, 2030 年耕地生产率将基本达到当地气候-土壤潜力(实现率 89%~ 99%), 光合潜力的实现率也必需在目前的水平上提高 3~ 5 个百分点。要实现如此大幅度和稳定地提高单产, 一般水平地加大物质、科技投入, 显然是难以达到的。若 80%~ 70% 的自给, 则耕地生产率胁迫

力较小, 无需增加更多投入以提高单产。投入重点应是提高抗灾能力, 稳定一定水平的耕地生产率, 以改变目前那种对生态环境破坏力很大的广种薄收式的“望天收”、丰年存粮补歉年的传统方式。

表 3 安塞县 2000~ 2030 年耕地生产率胁迫力

Tab. 3 Stress of land productivity in Ansai County during 2000~ 2030

自给率/%	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年
100	73.7	176.3	316.7	405.1	512.6	620.2	727.8
95	-33.5	63.9	197.3	281.3	383.4	485.6	587.8
90	-140.8	-48.5	77.9	157.4	254.2	351.0	447.8
85	-248.0	-160.9	-41.5	33.6	125.0	216.5	307.9
80	-355.3	-273.3	-160.9	-90.2	-4.2	81.9	167.9
75	-462.6	-385.7	-280.4	-214.1	-133.4	-52.7	2.8
70	-569.8	-498.1	-399.8	-337.9	-262.6	-187.3	-112.0

4 结论与讨论

人-地关系平衡胁迫力 F 计算表明, 在人口到达峰值的 2030 年之前, 要坚持较高的自给水平 (100% ~ 90%), 则无论是人口承载能力胁迫力, 耕地面积需求胁迫力, 还是耕地生产率胁迫力, 都十分沉重。要真正实现退耕还林(草), 首先应至少把粮食自给率降到 80% 以下, 同时在改善生态环境上加大投入, 实现较为容易达到的产量水平下的稳产。与此同时, 发展“林草产业”增加农民经济收入, 才能通过市场保障粮食安全, 进而改变“广种薄收”、丰年存粮备荒年的传统习惯, 增加农民进行生态环境建设的积极性和实力。

从目前国内外粮食市场背景看, 尤其考虑到我国加入 WTO 在即, 可以也应该通过国内、国际粮食市场的调剂来保障食物的安全供给。象安塞县这种生态极其脆弱、水土流失非常严重的我国北方农牧交错带, 如继续要求粮食完全自给, 其环境代价将更加惨重, 以至达到不可恢复(不可逆)的境地。从环境经济学原理出发, 科学核算粮食生产的真实成本, 包括内部成本和外部成本, 物质成本、劳动力成本和资

源环境成本, 比较不同自给水平下保障粮食安全的代价与效益, 还需进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 谢高地, 成升魁, 丁贤忠 人口增长胁迫下的全球土地利用变化研究 自然资源学报, 1999, 14(3): 193~ 199
- [2] 卢宗凡主编, 梁一民 中国黄土高原生态农业 西安: 陕西科学技术出版社, 1997
- [3] 朱希刚主编 跨世纪探索: 中国粮食问题研究 北京: 中国农业出版社, 1997
- [4] Shu Geng, et al Food demand and supply in China for the 21st century. In: Agricultural in China 1949 ~ 2030 (T. C. Tso et al eds). DEALS Inc, 1998
- [5] 郝若素 中国的粮食安全问题——自给自足还是自由贸易 中国农村观察, 1997(3): 29~ 35
- [6] 梁银丽等 安塞县主要粮食作物的生产力及增产体系 见: 中国科学院水利部西北水土保持研究所主编 土地资源及生产力研究, 北京: 科学技术文献出版社, 1991
- [7] 李壁成等 纸坊沟流域土地资源评价及土地利用优化模式的试验研究 见: 西北水土保持研究所- 安塞县人民政府安塞水土保持试验区、中国科学院安塞水土保持综合试验站编 黄土丘陵沟壑区水土保持型生态农业研究(上册). 陕西杨凌: 天则出版社, 1990

Relationship Between Population Stress and Land Use in Ecotone Between Agriculture and Animal Husbandry in North China

Mao Liuxi Yu Zhenrong Cheng Xu Wang Liwen

Liu Guobin

(China Agricultural University, Beijing 100094)

(Institute of Soil and Water Conservation, CAS)

Abstract: A case study in Ansai County of Shaanxi Province in Ecotone between agriculture and animal husbandry in North China conducted by developing a population-land equilibrium model that can be applied to a region. Based on the model the population-land equilibrium stress formulae were derived. After analyzing the components of agricultural land use, the historical trends of cultivated land, and the food products, the stress of population bearing capacity, cultivated land demands, land productivity, on different food self-reliance were calculated on the basis of population prediction and some relevant parameters, taking a step of 5 years within 2000 to 2030. The food self-reliance percentages were 100% ~ 70%. Rational food self-reliance percentages were proposed, which will facilitate the policy of “returning cultivated land to wood and grass land”, and will put the ecological environment construction into effect.

Key words: Ecotone between agriculture and animal husbandry in North China; population stress; cultivated land use; food self-reliance percentage