

塔里木河干流区人工绿洲系统发展水平研究*

韩春鲜¹ 罗辉² 李霞³

(1. 扬州大学旅游烹饪学院 扬州 225009; 2. 新疆生产建设兵团农12师高级中学 乌鲁木齐 830046;
3. 新疆大学资源与环境学院 乌鲁木齐 830046)

摘要 人口、耕地系统是干旱地区人工绿洲系统的两个关键子系统,其发展水平反映了人工绿洲的发展水平。塔里木河干流区人工绿洲系统的发展水平决定着塔里木河地区的可持续发展状态。以地均产值(由地均粮食产值、地均棉花产值及地均其他经济作物产值组成)为反映耕地生产力的指标,测度影响塔里木河干流上游、中游和下游地区耕地生产力的因素;以粮食人口承载力和耕地压力指数为指标,分析该地区人工绿洲系统发展水平。研究认为:1988~2007年,塔里木河下游地区的人类不合理活动,对干流区绿洲系统的可持续发展影响较大,表现在人口和耕地增加过快、种植结构不合理、粮食安全问题、耕地压力不断增加等方面。因此,塔里木河干流区的可持续发展不仅要关注上游和中游地区耕地开发利用的问题,更要关注与调控下游地区人口、耕地系统的合理发展。严格控制下游的人口和耕地面积扩张是塔里木河干流区可持续发展的根本;以粮食生产满足自给需求为前提,建立以棉花生产为主,兼顾粮食安全的种植业结构,是塔里木河干流区耕地系统持续产出的优良模式。

关键词 人工绿洲 耕地生产力 地均产值 粮食人口承载力 耕地压力 种植结构 塔里木河干流区
中图分类号: S9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-3990(2010)06-1351-06

Developmental level of artificial oasis system in Tarim River Mainstream Area

HAN Chun-Xian¹, LUO Hui², LI Xia³

(1. School of Tourism and Culinary Science, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Middle School of Division 12 of Xinjiang Production & Construction Corps, Urumqi 830046, China; 3. College of Resources and Environmental Sciences, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract Population and cultivated lands are the key sub-systems of artificial oasis system in arid areas. Their levels of development reflect the state of artificial oases. The state of the artificial oasis system in Tarim River Mainstream Area (TRMA) largely influences sustainable development of the entire Tarim region. Per-cultivated land production, which composes of food, cotton and other economic crops, was used to estimate land production in the region in this paper. Next, the factors that affect total cultivated land production in TRMA were measured. Food population carrying capacity and cultivated land pressure indices were used to assess the level of development of artificial oasis system in TRMA. Studies show that irrational human activities in the lower reaches of Tarim River heavily influence sustainable development of oasis system in TRMA during 1988~2007. Rapid increases in population and cultivated lands, irrational planting structures, unsafe food problems and mounting pressure on cultivated lands are the determinant factors of oasis systems in TRMA. More attention should therefore be given not only to rational cultivated land utility in the upper and middle reaches of TRMA, but also to population growth and rational development of cultivated land in the lower reaches of TRMA. It is essential to control population and cultivated land growth strictly in the lower reaches of TRMA for the sustainable development of TRMA. And the optimizing pattern of sustainable product is to develop cotton plant mainly and give consideration to crop product on the base of crop safety in TRMA.

Key words Artificial oasis system, Cultivated land productivity, Per-cultivated land production, Food population carrying capacity, Cultivated land pressure, Planting structure, Tarim River Mainstream Area

(Received Dec. 1, 2009; accepted May 26, 2010)

* 国家自然科学基金项目(40761020)资助

韩春鲜(1967-),女,博士,副教授,主要从事区域可持续发展研究。E-mail: chunxian-han@163.com

收稿日期:2009-12-01 接受日期:2010-05-26

在人类社会不断发展和进步中,人地关系问题始终是人们关注的焦点之一。人口与土地资源,特别是人口与耕地资源是否协调,影响着区域的稳定与可持续发展。人口与耕地资源的关系是指人口这个综合体在数量规模、结构和分布以及素质状况变动中与耕地资源产生的关系。

迄今,国内外大部分学者从耕地生产力的角度研究人口、粮食、耕地三者间的关系及其地域差异^[1-2],以粮食、耕地资源系统研究为热点问题^[3-4]。采用耕地生产力和承载力指数把研究区划为富余、临界两类进行分析^[5],或评价耕地生产力的变化^[6-10],以耕地动态度、耕地粮食生产力相对指数和粮食自给能力相对指数为指标,进行粮食生产相对重要性研究^[11],目的是从人口、粮食和耕地之间的平衡角度分析区域发展问题。

塔里木河流域是我国生态环境退化比较严重的地区,对这一地区的已有研究主要涉及人口与水资源、沙漠化之间关系等^[12],利用 3S 技术分析土地利用/土地覆被的时空变化,结合土地利用程度综合指数分析人口等社会因素对土地利用变化影响等方面^[13-14],而对干流区人工绿洲的研究比较匮乏。塔里木河干流地区是以农业经济为主的地区,其耕地系统产出水平是反映地区经济发展水平的主要指标,人口和耕地要素是构成塔里木河干流区人工绿洲的主要指标,用反映人口和耕地系统相互作用关系的指标分析干流区人工绿洲系统发展水平,进而进行塔里木河地区可持续发展研究,不仅对全区农业可持续发展的战略选择具有一定现实意义,且有助于认识干旱地区流域绿洲系统的发展机制,构筑有序的人类活动,推动干旱地区走向可持续发展。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

塔里木河干流区(后简称塔河干流区)指塔里木河流经的地区,行政区划面积占新疆总面积的 7.47%,从西到东包括 5 县市,其中,阿拉尔市、沙雅县、库车县位于上游地区,轮台县和部分尉犁县位于中游地区,尉犁县其余部分在下游地区。为便于数据分析,本研究将尉犁县归为下游地区。2007 年人口 96.85 万人,主要集中在塔里木河沿岸的绿洲平原上,约占全疆总人口的 4.71%,占南疆人口的 10.18%;GDP 为 79.18×10^4 万元,占全疆 2.24%,占南疆 10.04%;耕地 $226.0 \times 10^3 \text{ hm}^2$,占全疆 5.96%,占南疆 17.31%。2007 年一、二、三产业产值分别占 GDP 的 43.9%、31.8%、24.3%,是以农业经济为主的地区。

绿洲是干旱区存在于沙漠基质上的独特景观,分为天然绿洲和人工绿洲两类。荒漠中的内流河、湖泊或湿地形成了天然绿洲;人工绿洲是一个自组织系统,它是通过人工灌溉建立起来的生态系统,以人工水系(渠道、水库)、人为成土过程、人工栽培植被为主^[15]。人工绿洲是干旱地区人类活动的场所,也是人地互动的典型系统。19 世纪 50 年代以来,由于塔河流域中上游人工绿洲扩张迅速,引水过量,使下游地区水量不断减少,流程缩短,大片绿洲沙化,生态环境退化严重。河流尾间团场聚落毗连沙漠,成为抵御沙漠化侵蚀的人工绿洲,维护成本高昂。

1.2 研究方法

1.2.1 耕地生产能力测度方法

一般用粮食总生产能力和平均粮食生产力两个指标反映耕地生产力,前者是指区域内全部耕地资源所能生产粮食的能力,相当于粮食总产量,该值可粗略地反映研究区耕地供养人口的情况;后一指标则是指区域内一定耕地资源产出粮食的平均水平,它是具体反映地区耕地承载力实际水平的基础^[16]。

粮食是耕地的主要生产作物,但干旱地区,除粮食生产外,抗旱及高经济效益作物(如棉花)的种植占相当比重。因此,本研究认为耕地生产能力可用作物总产量和地均产值两个指标来衡量。其中,地均产值指单位耕地面积创造的农业产值,是反映耕地生产能力比较理想的指标,由地均粮食产值、地均棉花产值及地均其他经济作物产值组成。不同作物对地均产值的影响不同,本研究采用 Pearson 相关系数分析地均粮食产值、地均棉花产值、地均其他经济作物产值 3 个因素对地均产值的影响程度,以此分析塔河干流区及上中下游各段影响耕地生产能力的主导因素。

1.2.2 人工绿洲系统及其发展水平测度方法

塔河干流区人工绿洲是以农业经济为主的系统,从生产要素角度,人口和耕地系统是构成人工绿洲系统的关键子系统;从地域角度看,干流区人工绿洲系统由上游、中游和下游 3 个子系统构成,子系统之间通过协同作用推进人工绿洲演化。本研究认为,水、土等自然环境要素通过影响人口和耕地系统生产能力来推动或阻碍人工绿洲发展。因此,人口和耕地系统相互作用的指标水平,可以反映系统内部和系统与环境之间作用的结果,从而反映人工绿洲系统的发展水平。本研究用粮食人口承载力和耕地压力指数作为测度人口和耕地系统相互作用水平的指标。

粮食人口承载力是反映系统人均粮食产出与人类生存或发展人均需求量标准之间的比值的指标,

粮食人口超载率是以实际人均粮食产量与人均需求量标准相等,即1为参照值,判断粮食承载力是否满足本地需求的指标用公式表示为^[17-18]:

$$\text{粮食人口承载力}(A) = \frac{\text{年度粮食生产总量}/\text{人均需求量}}{\text{年实际人口数}} \quad (1)$$

粮食人口超载率(B)=

$$1 - \frac{\text{年度粮食生产总量}/\text{人均需求量}}{\text{年实际人口数}} = 1 - A \quad (2)$$

如果 $A > 0$, $B < 0$, 说明耕地资源人口承载力强, 粮食生产规模不但能满足本地区人口需求, 而且具备一定的粮食外供能力; 如果 $B > 0$, 说明地区自身的粮食生产规模不能满足人口粮食需求, 该值越大, 粮食缺口越大, 对外依存度越强。卢良恕等^[17]根据联合国粮农组织公布的人均营养热量值标准, 结合中国实际情况计算认为, 我国人均粮食占有量 400 kg 是粮食生产是否达到小康水平的标准, 人均粮食占有量 300 kg 是温饱标准。本文按温饱标准计算耕地粮食人口承载力。

耕地压力指数是最小人均耕地面积与实际人均耕地面积之比, 它是反映人口和耕地两个子系统之间及其与环境相互作用下, 系统发展的稳定性与预警水平, 计算公式如下^[19-20]:

$$K = \frac{S_{\min}}{S} \quad (3)$$

其中:

$$S_{\min} = \beta \frac{G_r}{pqm} \quad (4)$$

式中, K 为耕地压力指数; \bar{S} 为实际人均耕地面积; S_{\min} 为最小人均耕地面积(hm^2), 即一定区域范围内保障食物需求的最小人均耕地面积, 是区域粮食安全所需要的耕地数量底线; G_r 为人均粮食需求量(kg), 人均粮食需求量取温饱标准 300 kg, 自给率为 1; β 为粮食自给率; p 为粮食单产($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$); q 为粮食作物播种面积与总播种面积的比值; m 为复种指数, 由一年中各季节实际总播种面积除以耕地面积求得。 $K < 1$, 人均耕地实际值大于最小人均耕地面积值, 耕地无明显压力; $K = 1$, 两者相同, 需加紧保护耕地, 以保证人们正常生活需求; $K > 1$, 耕地压力明显, 粮食生产不能保证正常需求, 会导致粮食危机, 应立即采取紧急措施。

1.2.3 数据来源

本研究所用数据如粮食单产、粮食播种比重、复种指数等主要来源于《新疆统计年鉴》、《阿克苏农一师统计年鉴》、《巴州地区统计年鉴》、《尉犁县志》、《沙雅县志》、《库车县志》等。

2 结果与分析

2.1 塔河干流区人工绿洲子系统发展态势

1988~2007年, 塔河干流区人口不断增长, 但增长速度逐渐趋缓。1988年有人口 63.77 万, 2007年为 96.85 万, 增长 51.87%。同期, 耕地面积增加速度远远快于人口增速, 由 1988 年的 $1.0922 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 增加到 2007 年的 $2.2600 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 增长 106.92%。

1988 年塔河干流上中下游人口分别为 48.65 万、7.69 万和 7.43 万, 人口比重结构以上游为主(76.29%)、中游次之(12.06%)、下游最小(11.66%)。下游人口增长速度(2.23%)快于上游(1.44%)和中游(1.58%), 并于 1991 年以后人口开始超过中游, 使 3 地区人口比重结构发生变化。2007 年, 上中下游人口分别为 74.98 万、10.42 万、11.46 万, 比重依次为 77.41%、10.75%、11.83%。可见, 上游地区一直是干流区人口密集区, 且集中程度加剧; 下游人口增长比较快, 其人口比重已超过中游地区。

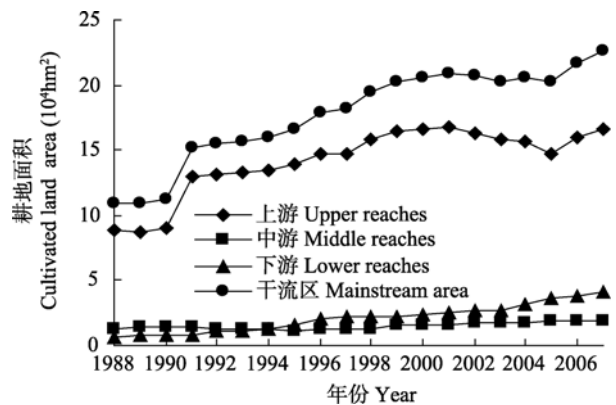


图 1 1988~2007 年塔河干流区人工绿洲耕地变化
Fig. 1 Cultivated land change in artificial oasis of Tarim River Mainstream Area from 1988 to 2007

由图 1 可知, 塔河干流上中下游地区耕地面积均呈增加趋势, 但下游年平均增长速度最快, 达 8.54%, 中游为 1.87%, 上游为 1.35%。该增速差异使 3 地区的耕地比重结构发生变化, 1988 年上游地区耕地面积最大, 为 $8.895 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 中游其次 ($1.317 \times 10^4 \text{ hm}^2$), 下游最少 ($7.11 \times 10^3 \text{ hm}^2$)。1994 年下游耕地面积开始超过中游, 至 2007 年, 上、中、下游耕地面积分别为 $1.6625 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 、 $1.931 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 、 $4.044 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。上中下游耕地所占干流区比重 1988 年依次为 81.43%、12.05% 和 6.51%, 2007 年分别为 73.56%、8.54% 和 17.89%。可见, 塔河干流区耕地也主要集中在上游地区, 但集中程度有所下降; 下游耕地面积增加较快, 所占比重增加较多。

2.2 塔河干流区人工绿洲耕地生产力组成因素

以地均产值为反映耕地生产力的指标, 利用 SPSS 软件, 对 1988~2007 年的地均产值、地均粮食

产值、地均棉花产值和地均其他经济作物产值等数据,进行 Pearson 相关分析,结果见表 1。可以看出,塔河干流区地均产值与地均棉花产值的相关系数最高,为 0.943,其次是地均其他经济作物产值,为 0.812,与地均粮食产值的相关系数最低,为 0.750。说明塔河干流区人工绿洲耕地生产能力受地均棉花产值影响最大,其次是地均其他经济作物产值,受地均粮食产值影响相对较小。

地均粮食产值、地均棉花产值和地均其他经济作物产值 3 个因素对塔河干流上游地区耕地生产能力的影 响都比较大,相关系数均大于 0.95,其中地均粮食产值影响最大,地均棉花产值其次,地均其他经济作物产值最小。影响中游地区耕地生产能力

表 1 塔河干流区人工绿洲耕地生产力的 Pearson 相关系数
Tab. 1 Pearson coefficients of average production per cultivated land in artificial oasis of Tarim River Mainstream Area

地区 Region	地均其他经济作物产值 Other cash crop output per cultivated land	地均粮食产值 Grain crop output per cultivated land	地均棉花产值 Cotton output per cultivated land
干流区 Mainstream area	0.812	0.750	0.943
上游地区 Upper reaches	0.951	0.981	0.979
中游地区 Middle reaches	0.784	0.661	0.891
下游地区 Lower reaches	0.764	-0.363	0.967

的因素,按影响程度(相关系数)由大到小依次为:地均棉花产值(0.891)、地均其他经济作物产值(0.784)、地均粮食产值(0.661)。对下游地区耕地生产能力影响最大的是地均棉花产值(0.967),其次是地均其他经济作物产值(0.764),地均粮食产值与地均产值呈低度负相关,为-0.363,说明下游地均产值受粮食产值影响较小。

2.3 塔河干流区人工绿洲系统的发展水平

2.3.1 粮食人口承载力水平及其变化

根据公式(1)、(2)可以计算塔河干流区人工绿洲粮食人口承载力。图 2 表明,1988~2007 年,塔河干流区及上游和中游粮食人口承载力>0,超载率<0,说明干流区、上游和中游地区粮食人口承载力水平高,粮食生产可以满足本地区的需求,并且具备一定的粮食外供能力。下游粮食人口承载力>0,超载率>0且 1998 年后日益增加,说明下游地区粮食生产能力已不能满足本地区人口粮食需求,粮食生产出现安全隐患,1998 年以后对外的依赖程度进一步增大。

2.3.2 耕地压力指数

用公式(3)、(4)计算塔河干流区最小人均耕地面积 S_{min} 和耕地压力指数 K 值,计算参数及结果见表 2。可以看出,干流区最小人均耕地面积呈增大的趋势;1988~2007 年,耕地压力指数有所波动,1988~2000 年不断减少,2000 年以后又有所增加,2007 年为 0.84,但均小于 1,说明塔河干流区人工绿洲系统耕地压力不明显。

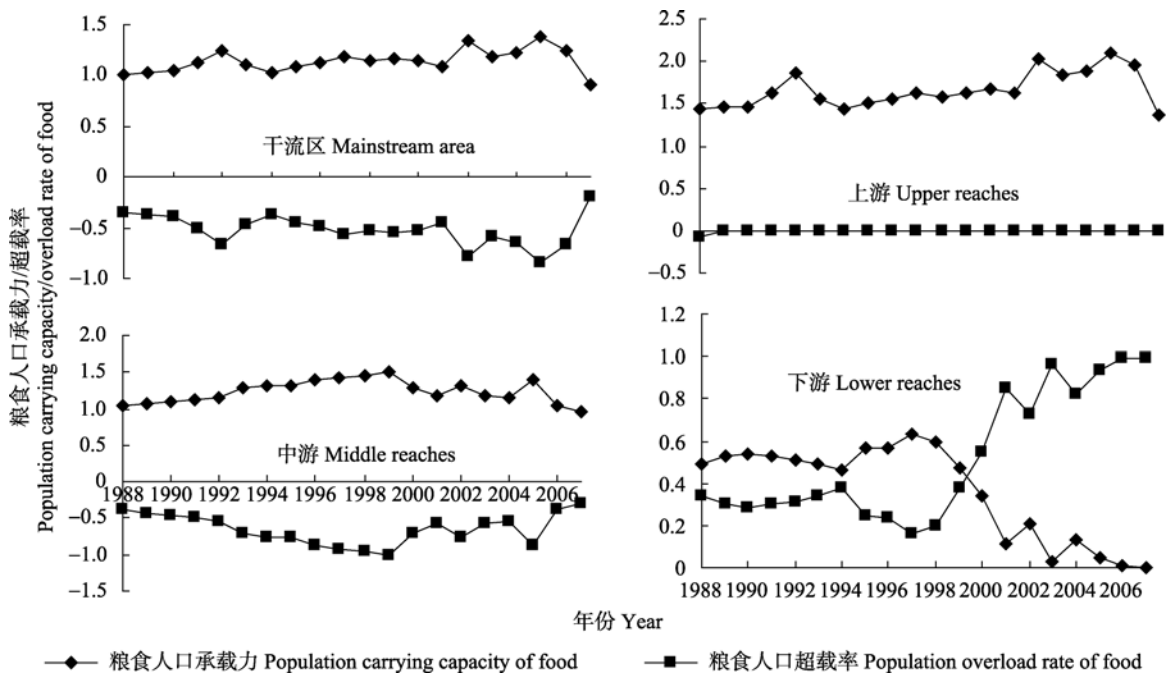


图 2 1988~2007 年塔里木河干流区人工绿洲粮食人口承载力和超载率变化

Fig. 2 Changes of population carrying capacity and overload rate of food in artificial oasis of Tarim River Mainstream Area from 1988 to 2007

表 2 1988~2007 年塔里木河干流区最小人均耕地面积和耕地压力指数变化
Tab. 2 Changes of cultivated land pressure index and min. cultivated land area per cap. in Tarim River Mainstream Area from 1988 to 2007

年份 Year	人均粮食需求量 Per cap. crop required (kg)	粮食单产量 Crop production per hm ² (kg · hm ⁻²)	播种面积占 总面积比 Sown area proportion to total area (%)	粮食自给率 Self-sufficiency rate of grain (%)	复种指数 Multiple-crop index	最小人均耕地面积 Min. cultivated land area per cap. (hm ²)	实际人均耕地面积 Actual cultivated land per cap. (hm ²)	耕地压力指数 Cultivated land pressure index
1988	300	2 842.50	68.84	100	110.29	0.18	0.17	0.81
1989	300	2 930.00	70.17	100	111.66	0.17	0.17	0.77
1990	300	3 025.00	68.29	100	111.10	0.17	0.17	0.76
1991	300	3 277.13	58.50	100	106.34	0.19	0.21	0.71
1992	300	3 405.36	55.10	100	115.36	0.18	0.23	0.61
1993	300	3 673.15	51.89	100	108.15	0.19	0.21	0.70
1994	300	4 224.57	43.80	100	110.82	0.19	0.21	0.70
1995	300	4 313.63	45.15	100	105.35	0.19	0.21	0.68
1996	300	4 448.19	43.52	100	101.79	0.20	0.22	0.68
1997	300	4 719.61	40.57	100	107.58	0.19	0.22	0.65
1998	300	5 147.24	37.10	100	104.26	0.19	0.24	0.64
1999	300	5 208.49	36.49	100	143.12	0.14	0.24	0.46
2000	300	5 345.65	35.41	100	136.58	0.15	0.24	0.49
2001	300	5 433.24	30.31	100	101.86	0.23	0.24	0.76
2002	300	5 494.78	34.72	100	108.88	0.19	0.23	0.63
2003	300	5 644.29	31.38	100	111.33	0.20	0.22	0.69
2004	300	5 858.31	31.54	100	112.17	0.19	0.22	0.66
2005	300	5 746.46	34.17	100	114.33	0.17	0.22	0.62
2006	300	5 958.62	30.94	100	106.18	0.20	0.23	0.67
2007	300	6 516.17	22.46	100	104.06	0.25	0.23	0.84

同样用公式(3)、(4)计算塔河干流上中下游耕地压力指数(图 3), 可以看出: 上游和中游地区耕地压力指数波动较小, 均未超过 1, 说明这两个地区还未有明显耕地压力。下游地区耕地压力指数一直大于 1, 耕地压力比较明显; 1988 年为 2.02, 之后稍有波动, 至 1997 年降至最低, 为 1.58, 但之后迅速增加, 2007 年达到历年来最高值 7.75。

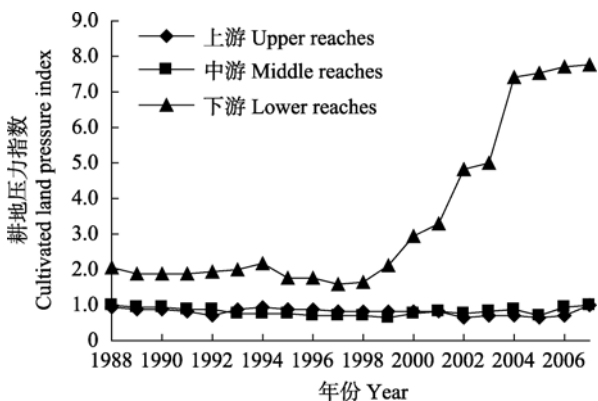


图 3 1988~2007 年塔里木河干流上中下游耕地压力指数

Fig. 3 Cultivated land pressure index in the upper, middle and lower reaches of Tarim River Mainstream Area from 1988 to 2007

3 结论与讨论

大部分塔河研究认为源流及上、中游引水过多, 是塔河下游来水量减少, 河道断流, 生态环境退化的根本原因; 上中游的人口增长是下游沙漠化的主要原因^[12]。本研究通过人口耕地要素分析干流区人工绿洲系统发展水平, 结果显示: 1988~2007 年, 塔河干流地区人口增速明显低于耕地面积增速, 上中下游各段人口和耕地均呈增加趋势, 人口和耕地主要集中在上游地区; 下游人口和耕地增速都比较快, 使得人口、耕地的地区比重结构发生变化, 由上游为主、中游次之、下游最小, 变为上游最多、下游次之、中游最少。近 20 多年来塔河下游绿洲沙化非常严重, 维持生态用地是抵制沙漠化的重要举措, 2000 年以来, 在下游地区已经实施生态放水和退耕(牧)还草工程, 目的是维持生态用地。下游耕地扩张来源主要是草地资源, 过快的人口和耕地扩张使生态用地减少, 沙化威胁加重。因此, 塔河干流区的可持续发展不只是一要关注上中游的人口和耕地系统协调发展, 更要关注调控下游地区的人口和耕地系统的协调发展。除已采取的调配中上游用水、保证下

游来水量的措施外,严格控制下游的人口和耕地面积扩张是塔河干流区可持续发展的根本。

我国粮食安全战略的基本原则要求以粮食安全为地区稳定发展的基础。塔河地处我国西部欠发达地区,沿河开发的各人工绿洲分布较散,对外交通联系成本比较高,外调粮食的运输成本高昂。因此,塔河地区粮食生产满足自给需求应是区域稳定发展的基础,以棉花生产为主,兼顾粮食安全的种植业结构,是塔河干流区耕地系统持续产出的优良模式。塔河干流区人工绿洲系统发展水平研究表明:干流区地均棉花产值对地均产值的贡献最大,上游地区地均粮食产值对地均产值的贡献最大,中游和下游地区地均棉花产值对地均产值的贡献最大,但下游地均粮食产值与地均产值呈低度负相关;塔河干流区和中、上游地区粮食处于安全状态,下游地区存在粮食不安全隐患,且不安全程度日益增大;干流区、上游和中游地区耕地压力不明显,但下游耕地压力指数不断增大,且 2000 年以后迅速增加,受其影响,干流区耕地压力指数也相应增加。因此,下游地区耕地种植结构不合理、粮食安全、耕地压力等问题,不仅是制约塔河干流区人工绿洲系统可持续发展的主要障碍,且对下游地区生态环境破坏严重。

参考文献

- [1] 余旭升. 土地资源人口承载量的预测及其在人地关系研究中的意义——以江苏省滨海、苏州为例[J]. 自然资源学报, 1991, 6(2): 117-126
- [2] Wall C J. West site classification of afforested arable land based on soil properties for forest production[J]. Canadian Journal of Forest Research, 2006, 36(6): 1451
- [3] 陈百明, 周小萍. 中国近期耕地资源与粮食综合生产能力的变化态势[J]. 资源科学, 2004, 26(5): 38-45
- [4] 周小萍, 卢艳霞, 陈百明. 中国近期粮食生产与耕地资源变化的相关分析[J]. 北京师范大学学报: 社会科学版, 2005(5): 122-127
- [5] 魏晓. 湖南省未来人地关系与人口承载力研究[J]. 经济地理, 1999, 19(6): 41-45
- [6] 刘国勳, 宋玉玲. 松嫩平原耕地生产力的模糊聚类分区[J]. 农业系统科学与综合研究, 1995, 11(2): 153-154, 158
- [7] 陈奇伯, 王克勤, 齐实, 等. 黄土丘陵区宁夏西吉县土地利用动态与坡耕地生产力变化[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 28-32
- [8] 刘爱智. 沧州市耕地生产力变化分析及其对策研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(12): 2897-2899
- [9] 许峰, 孙丹峰. 对可持续利用下耕地生产力评价的再认识[J]. 中国土地科学, 1999, 13(5): 38-41
- [10] 张立峰. 试论耕地生产力的开发与可持续发展[J]. 河北农业大学学报, 1999, 22(1): 6-8
- [11] 张秋菊, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 黄土丘陵沟壑区县域耕地生产力与粮食自给能力变化差异——以安塞县为例[J]. 资源科学, 2004, 26(4): 126-131
- [12] 董玉芬. 新疆塔里木河流域人口增长、水资源与沙漠化的关系[J]. 人口学刊, 2006(1): 37-40
- [13] 杨君. 近 10 年塔里木河流域土地利用/土地覆被变化与人口因素关系研究[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(2): 114-115
- [14] 李晓亮. 塔里木河下游垦区耕地面积变化及驱动力的多层次分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(9): 3830-3833
- [15] 申元村, 汪久文, 伍光和, 等. 中国绿洲[M]. 开封: 河南大学出版社, 2001: 1-14
- [16] 王树涛. 区域耕地生产力稳定性评价体系研究——以河北省为例[D]. 保定: 河北农业大学, 2008
- [17] 卢良恕, 刘志澄. 中国中长期食物发展战略[M]. 北京: 农业出版社, 1993: 46-53
- [18] 丁晓惠. 耕地资源数量安全评价及其安全底线测算——以乐山市为例[D]. 重庆: 西南大学, 2008
- [19] 蔡运龙, 傅泽强, 戴尔阜. 区域最小人均耕地面积与耕地资源调控[J]. 地理学报, 2002, 57(2): 127-134
- [20] 吴次芳, 鲍海君. 土地资源安全研究的理论与方法[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 123-124