

# 焉耆盆地耕地数量时空变化驱动力 及生态环境效应分析

麦麦提吐尔逊·艾则孜<sup>1,2</sup>, 海米提·依米提<sup>1,2</sup>, 张一琼<sup>1,3</sup>

- (1. 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054;
2. 新疆干旱区湖泊环境与资源重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830054;
3. 新疆大学资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

**摘要:** 利用 1988—2011 年统计资料, 采用多元统计分析 with 文献调查方法, 分析焉耆盆地近 20 多年来耕地时空变化情况及其驱动机理, 并讨论耕地动态变化对研究区生态环境的影响。结果表明: (1) 1988—2011 年间, 焉耆盆地耕地面积动态变化存在着明显的波动状态, 大体上呈增加趋势。耕地面积从 1988 年的  $76.25 \times 10^4 \text{ hm}^2$  增加至 2011 年的  $135.70 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 增加幅度为 178%, 净增加  $59.45 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 各县耕地面积变化趋势基本相同; (2) 影响焉耆盆地耕地动态变化的驱动因子可归纳为政策变动、经济发展、人口增长、农业科技进步等四大因素; (3) 耕地动态变化在某种程度上改善焉耆盆地生态环境同时, 导致了绿洲外围沙漠化, 绿洲内部土壤盐渍化, 湖泊、湿地减少等一系列生态环境问题, 威胁了绿洲稳定性。

**关键词:** 耕地; 动态变化; 驱动力; 生态效应; 焉耆盆地

中图分类号: F301.24; X826 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2014)05-0192-06

## The drivers and ecological effects of spacio-temporal dynamics farmland in Yanqi Basin

Mamattursun EZIZ<sup>1,2</sup>, Hamid YIMIT<sup>1,2</sup>, ZHANG Yi-qiong<sup>1,3</sup>

- (1. College of Geographical Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China;
2. Xinjiang Key Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, Urumqi, Xinjiang 830054, China;
3. College of Resources and Environmental Science, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, China)

**Abstract:** Using statistic data and based on multivariate statistical analysis and literature survey, the dynamics and drivers of farmland changes in Yanqi Basin within 1988—2011 were analyzed and the effects of farmland change on eco-environment were studied. Results showed that: (1) The changes of farmland area in Yanqi Basin within 1988—2011 were fluctuated, and total area of farmland increased during the study period. The total area of farmland increased from  $76.25 \times 10^4 \text{ hm}^2$  in 1988 to  $135.70 \times 10^4 \text{ hm}^2$  in 2011, while it increased 178% with the net increase of  $59.45 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , and the changing trends of total farmland area were similar among counties; (2) The main drivers of farmland dynamics in Yanqi Basin including government policy, economic development, population increase and the progress in agricultural techniques; (3) Farmland dynamics has improved the eco-environment of Yanqi Basin to some extent, whereas resulted in a series of eco-environmental problems such as desertification around the outer oasis, salinization in the inner oasis, and degradation of lake and wetland, which have been threatening the stability of the oasis. Results of the study could provide scientific basis for reasonable use of farmland resources of oasis, and for maintaining ecological security and sustainable development of oases in arid land.

**Keywords:** farmland; dynamic change; drivers; ecological effects; Yanqi Basin

收稿日期: 2013-11-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(41201032, U1138302); 新疆师范大学博士科研启动基金项目(XJNBS1212); 新疆干旱区湖泊环境与资源实验室开放课题(XJDX0909-2012-01)

作者简介: 麦麦提吐尔逊·艾则孜(1981—), 男, 维吾尔族, 博士, 博士后, 主要从事干旱区水资源与生态环境研究。E-mail: oasiseco@126.com。

通信作者: 海米提·依米提。E-mail: ecohydrology@126.com。

耕地是最基本的自然资源,是人类赖以生存的基础条件。在一定时期和一定地域内保持一定数量的耕地资源关系着区域可持续发展,是区域粮食安全与生态安全的关键。农业是我国经济发展的基础,农业发展很大程度上依赖于耕地的数量与质量<sup>[1-3]</sup>。我国耕地总面积仅占世界耕地面积的7%,但承载的人口却占世界总人口的22%,虽然耕地资源总量丰富,但人口众多,一直以不到世界10%的耕地养活着超过世界20%的人口,人均耕地面积不足世界水平的一半。目前,我国进入以资源环境约束加剧为最主要特征的时期,一方面社会对农产品需求量不断增大,另一方面非农建设占地不断增加,经济发展和耕地保护二者的矛盾十分突出<sup>[4]</sup>。因此,如何在实现经济发展的同时实现耕地资源的保护,协调好经济发展和耕地资源保护之间的关系,是中国社会经济实现可持续发展的重要课题。

耕地作为区域土地利用的主体部分,其变化过程将对区域整体土地利用结构产生深刻的影响。因此,区域耕地变化一直受到众多学者的高度重视。但是,大部分研究集中在耕地变化趋势及其驱动因子的研究<sup>[4-6]</sup>,对耕地变化的生态效应方面的研究较少,特别是在我国西部干旱区绿洲<sup>[7]</sup>。耕地作为干旱区绿洲土地中的精华,其动态变化对绿洲土地资源可持续利用的影响很大。干旱区绿洲人类活动影响下的耕地变化,可导致区域水土资源利用的不合理和不平衡,引起生态环境的恶性循环,影响绿洲生态安全<sup>[4,8]</sup>。因此分析耕地变化驱动力同时,分析耕地变化对绿洲生态环境的影响,有利于绿洲耕地资源和生态环境的保护,为绿洲稳定性打下基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

焉耆盆地位于新疆巴音郭楞蒙古自治州境内,为南天山山脉之间的中生代断陷盆地,是一个典型的绿洲—荒漠交错地区。在行政区划上包括巴音郭楞蒙古自治州的焉耆、和静、和硕与博湖四县平原部分。焉耆盆地地势西高东低、北高南低,总体表现为四周向盆地倾斜的地貌形态,海拔高程1 050~2 000 m,最低处为我国最大的内陆淡水湖—博斯腾湖。焉耆盆地在气候上属暖温带大陆性干旱气候,热量与光照丰富,多年平均气温8.6℃,年降水量50~80

mm,年蒸发能力2 000~2 450 mm。焉耆盆地土壤类型多为棕漠土、草甸土、沼泽土、灌耕土、潮土、盐土、风化土等为盆地主要土壤类型。天然植被以红柳(*Tamarix ramosissima*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、罗布麻(*Apocynumwenetum*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)和麻黄(*Ephedra przewalskii* Stapf)等荒漠植被以及芦苇(*Phragmites communis*)为主<sup>[9]</sup>。

### 1.2 资料来源

本研究采用的数据主要包括:焉耆盆地各县实测数据、《新疆50年》、《新疆统计年鉴》的耕地数据和相关图件与再次计算数据等。

### 1.3 数据处理

本研究具体方法为:①利用焉耆盆地各县1988—2011年耕地面积统计数据其耕地变化特点和过程;②采用相关分析法与主成分分析法,结合文献调查分析了研究区耕地变化驱动机理。相关分析和主成分分析方法中特征值与特征向量及主成分贡献率与累积贡献率计算是借助Statistica软件来完成;③根据文献调查分析了耕地变化对焉耆盆地生态环境的影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 焉耆盆地耕地变化特征

焉耆盆地各县耕地面积自1988年来呈波动状态(图1),大体上呈增加状态。图1可以看出,焉耆县耕地面积从1988年的 $26.63 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加至2011年的 $36.12 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,增加为初期的136%,净增加 $9.49 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。和静县耕地面积从1988年的 $23.18 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加至2011年的 $45.54 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,增加为初期的196%,净增加 $22.36 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。和硕县耕地面积从1988年的 $14.21 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加至2011年的 $36.16 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,增加为初期的254%,净增加 $21.95 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。博湖县耕地面积从1988年的 $12.23 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加至2011年的 $17.88 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,增加为初期的146%,净增加 $5.65 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。总的来说,整个焉耆盆地耕地面积从1988年的 $76.25 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加至2011年的 $135.70 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,增加为初期的178%,净增加 $59.45 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。耕地总面积最小的年份是1995年,为 $52.60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,最大的年份是2008年,为 $135.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。从耕地面积变化曲线来看,近20多年,焉耆盆地耕地面积动态变化存在着明显的波动状态,各县耕地面积变化趋势基本相同。

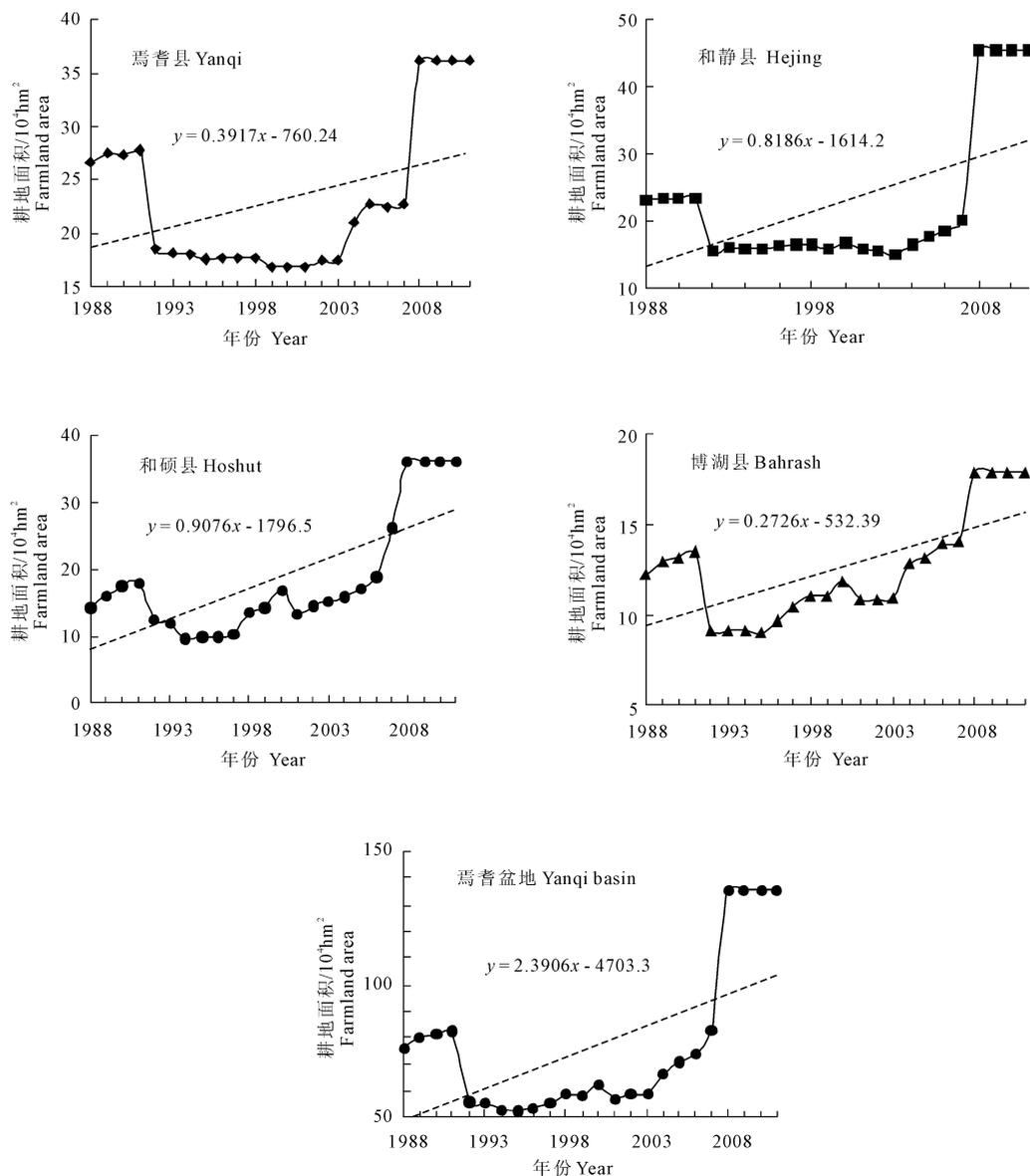


图 1 焉耆盆地耕地面积变化情况

Fig.1 The changes of total area of farmland in Yanqi Basin

## 2.2 焉耆盆地耕地变化驱动力

影响焉耆盆地耕地面积变化的因子复杂多样,主要包括政策因素、人为因素、技术因素和自然因素等等。自然因子因其相对稳定,对耕地变化的影响较小,而政策因素、人为因素、技术因素变化较快,因而对耕地变化的影响也相对比较强烈<sup>[10]</sup>。

**2.2.1 政策因素对耕地数量变化的影响** 政策因素是耕地面积波动的主要驱动因素<sup>[11]</sup>。焉耆盆地耕地面积增加产生显著影响的主要是几次政策变动因素。1990年后,中央及地方政府推出一系列优惠政策,特别是1998、1999年的开荒热,不仅允许而且鼓励个人和集体开垦土地,耕地面积呈增加趋势。1990—2008年间,由于实施了“一黑一白”的发展战

略,对产业结构进行调整,棉花价格上涨,农民生产积极性大大提高,以扩大耕地面积的方式来提高棉花产量,随即开始了大垦荒<sup>[11-12]</sup>。有些年份耕地面积的减少主要是由于地处绿洲边缘的耕地和肥力低的一部分耕地被弃耕而导致的。

**2.2.2 社会经济发展对耕地数量变化的影响** 考虑到资料的统一性和可靠性,依据研究区实际情况,选取耕地面积( $y$ )、播种面积( $x_1$ )、GDP( $x_2$ )、单耕产量( $x_3$ )、粮食总产( $x_4$ )、农业机械总动力( $x_5$ )、农业总产值( $x_6$ )、总人口( $x_7$ )、灌溉定额( $x_8$ )、降水量( $x_9$ )、气温( $x_{10}$ )与径流量( $x_{11}$ )等指标作为原始数据进行分析计算和指标综合,得出相关系数矩阵、特征值、主成分贡献率与累积贡献率(表1~表3)。

表1 耕地变化驱动因子相关系数矩阵

Table 1 Correlation coefficient matrix of the driving factors of farmland change

| 项目 Item         | y     | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | x <sub>7</sub> | x <sub>8</sub> | x <sub>9</sub> | x <sub>10</sub> |
|-----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| x <sub>1</sub>  | 0.20  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |
| x <sub>2</sub>  | 0.19  | 0.78           |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |
| x <sub>3</sub>  | -0.28 | 0.68           | 0.81           |                |                |                |                |                |                |                |                 |
| x <sub>4</sub>  | -0.22 | -0.06          | -0.14          | -0.13          |                |                |                |                |                |                |                 |
| x <sub>5</sub>  | 0.07  | 0.81           | 0.98           | 0.88           | -0.13          |                |                |                |                |                |                 |
| x <sub>6</sub>  | 0.17  | 0.77           | 1.00           | 0.81           | -0.12          | 0.97           |                |                |                |                |                 |
| x <sub>7</sub>  | -0.10 | 0.76           | 0.93           | 0.95           | -0.12          | 0.97           | 0.93           |                |                |                |                 |
| x <sub>8</sub>  | 0.14  | -0.77          | -0.89          | -0.92          | 0.03           | -0.94          | -0.90          | -0.97          |                |                |                 |
| x <sub>9</sub>  | 0.00  | 0.08           | -0.04          | 0.09           | -0.05          | -0.03          | -0.05          | -0.03          | 0.00           |                |                 |
| x <sub>10</sub> | 0.29  | -0.27          | -0.40          | -0.47          | 0.22           | -0.43          | -0.37          | -0.47          | 0.52           | -0.08          |                 |
| x <sub>11</sub> | -0.25 | 0.45           | 0.26           | 0.56           | -0.24          | 0.35           | 0.25           | 0.40           | -0.35          | 0.44           | -0.11           |

表2 特征值及主成分贡献率

Table 2 Eigenvalue and principal component contribution rate

| 主成分<br>Principal component | 特征值<br>Eigenvalue | 贡献率/%<br>Contribution rate | 累计贡献率/%<br>Cumulative contribution rate |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|---|
| 1                          | 6.70              | 55.82                      | 55.82                                   |
| 2                          | 1.60              | 13.32                      | 69.14                                   |
| 3                          | 1.34              | 11.19                      | 80.34                                   |
| 4                          | 1.04              | 8.63                       | 88.97                                   |

表3 主成分载荷矩阵

Table 3 Loading matrix of principal components

| 主成分<br>Principal component | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | x <sub>7</sub> | x <sub>8</sub> | x <sub>9</sub> | x <sub>10</sub> | x <sub>11</sub> |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1                          | 0.83           | 0.95           | 0.93           | -0.16          | 0.98           | 0.95           | 0.98           | -0.96          | 0.04           | -0.50           | 0.45            |
| 2                          | 0.12           | 0.26           | -0.24          | 0.06           | 0.14           | 0.26           | 0.01           | 0.02           | -0.59          | 0.28            | -0.65           |
| 3                          | -0.21          | -0.04          | 0.11           | 0.54           | 0.01           | -0.02          | 0.11           | -0.18          | -0.56          | -0.26           | -0.38           |
| 4                          | -0.23          | -0.01          | -0.02          | -0.75          | -0.02          | -0.04          | -0.01          | -0.04          | -0.26          | -0.56           | -0.18           |

表1可知,在影响耕地数量的11个因子之间存在着不同程度的相关性,这就是进行主成分分析的必要性。主成分分析结果表明,前4个特征包含95%以上的变化率(表2),对大多数指标已给出充分的概括,因此,可以确定提出4个主成分。从表中可看出,第一、第二、第三、第四主成分的累积贡献率已达88.97%,完全符合分析要求,由此进一步得出主成分载荷矩阵(表3),它是主成分与变量之间的相关系数。根据各主成分中各驱动要素的载荷可表明其在相应的主成分中的相对重要性。从第一主成分可以看出,GDP、单耕产量、农业机械总动力、农业总产值、总人口与其相关性很大且正相关。灌溉定额与其相关性很大,并负相关;径流量与第二主成分,降水量与第三主成分,粮食总产与第四主成分具

有较大的相关性。因此,焉耆盆地耕地数量变化的因素可以归纳为经济发展水平、人口增加、气象因素和农业科技进步等四类。

1) 经济发展水平对耕地数量变化的影响。

表2可见,第一主成分包含了55.82%的变化率,是主控因子,它可控制其它主成分的变化。第一主成分包含了GDP、单耕产量与农业总产值等因素,第四主成分包含了粮食总产。焉耆盆地是南疆主要粮食产地之一,该盆地一方面为人口提供基本粮食,另一方面对周边县城提供粮食。第一、三主成分共同表示了社会进步、区域发展和人口增长过程,特别表示了人类开发活动对自然资源开发的影响强度。

2) 人口增长对耕地数量变化影响。

表2显示,构成第一主成分的总人口与耕地变

化成显著正相关,说明人口增长对耕地数量变化影响较大。近 20 多年以来,焉耆盆地人口由 1988 年的 355 820 增加到 2011 年的 499 266,增加了 1.4 倍。焉耆盆地人口的进一步增加导致了粮食需求量增长,这使得对绿洲耕地的压力越来越大,导致研究区耕地总面积的增加。

### 3) 农业科技进步对耕地数量变化影响。

第一主成分中的农业机械总动力、灌溉定额与耕地变化也成显著正相关,说明农业科技对耕地数量变化影响较大。农业科技进步使得粮食单产和复播面积增长,提高了水土资源利用率,满足了人口增长所需的粮食需求。农业机械的普及、灌溉技术的提高都会从一定水平上提高粮食单产增加耕地产出率,从而缓解耕地的生产压力,在一定程度上放宽了耕地占用的门槛<sup>[13]</sup>。

### 4) 自然因素对耕地数量变化影响。

第二主成分包含了 13.32% 的变化率,主要说明的是径流量的变化;第三主成分包含了 11.19% 的变化率,主要说明的是降水量的变化。这主要是因为水资源是干旱区绿洲农业发展的限制性因素。通过以上对耕地数量变化的主成分分析可以看出,耕地变化受自然要素与社会经济要素共同作用的影响,特别是绿洲经济的发展,人口的增长与农业科技进步是引起干旱区内陆盆地耕地变化的关键社会经济驱动因子。

## 2.3 焉耆盆地耕地变化的生态效应

随着焉耆盆地耕地面积的不断扩张,土地利用发生改变,在个别区域合理开荒取代了生态价值较低的未利用地,使得这些区域的生态环境有所改善。但由于部分地区盲目开荒取代了草地、湿地等生态价值高的土地覆盖类型,使土地生态环境恶化,形成垦荒-弃耕-再垦荒-再弃耕的恶性循环,引起了生态环境的负面效应<sup>[10]</sup>。

### 2.3.1 耕地变化对绿洲面积的积极影响

1988—2011 年间,焉耆盆地总开荒面积增加的背景下,人类利用水资源开发荒漠,改善了土壤的水分条件,为植被生长提供了有利水分环境,植被的生长对原来干旱荒漠气候的改变起了积极的作用。归结于以下 3 个方面:① 随着荒漠的绿洲化,增加了新绿洲的相对湿度,降低了地表温度,改变了荒漠水热状况;② 荒漠地区开垦后耕地面积的增加降低了地表反射率,增加地表对辐射的吸收,使辐射平衡增大,温度变化趋于缓和;③ 灌溉绿洲中繁茂的植被,特别是防护林,具有阻挡、消耗风力和保护地面的作用,可减缓风速和沙尘暴<sup>[10]</sup>。焉耆盆地开垦引起的荒

漠向绿洲化方向的发展,对植被生长以及绿洲生态环境的改善都是有利的。

1988 年以后,焉耆盆地开垦速度增加更快。随着绿洲化的迅速发展,焉耆盆地内部水资源利用量逐年增畅。因人口的增长,人口从旧绿洲向新的天然绿洲、绿洲外围及周边地区迁移,开垦荒地,修建平原水库,改善水利工程,出现了荒漠向绿洲演变的过程。

### 2.3.2 耕地变化导致绿洲外围沙漠化,天然植被退化

天然植被是绿洲生态安全的屏障。焉耆盆地地下水位较高地区的植被依靠地下水维持生命,生长有胡杨林、灌丛、草甸及盐生草甸等。由于大量开垦,地表水不能满足因开垦而增加的农田的灌溉,人类不得不开采利用地下水,导致绿洲外围地下水位下降,土壤水分含量降低,还使其保持高水分的时间缩短,植被生存环境条件恶化,导致植被退化,加重土地沙漠化。随着人口的迅速增长,为了增加农作物总产量,每年都有大面积的新开垦地。扩张耕地,首先选择的是水土条件较优越的地方,而这些地方又多是植被覆盖较好的林地和草地,结果导致林地、草地面积大量下降,大片的天然林灌草区变成了耕地,天然植被覆盖面积减少了<sup>[14]</sup>。

### 2.3.3 耕地变化导致绿洲内部土壤盐渍化

焉耆盆地内部土壤盐渍化主要是因为灌区内引水量大于排水量,高定额灌溉,以及平原水库渗漏等原因使潜水位上升,在干旱区降水量少,蒸发量大的气候条件下,地下水大量蒸发而不能即时洗盐,盐分聚集在土壤表层所引起的。由于焉耆盆地灌区农田耕作管理方法落后,为了洗土压盐,不断提高灌溉定额,田间渠系渗漏量加大,提高了灌区地下水位,造成了土壤次生盐渍化。

### 2.3.4 耕地变化导致盆地内湖泊、湿地减少

20 世纪 90 年代,由于焉耆盆地人口增加引起的耕地面积的增加,增加了农业用水量,在水资源总量没有增加的情况下,减少了生态用水量,导致了盆地内湖泊、湿地转化为耕地与湿地总面积的减少等问题。据统计<sup>[15]</sup>,焉耆盆地博斯腾湖小湖区在 1990—2002 年间,湖泊、湿地转化为耕地的面积为 189.25 hm<sup>2</sup>,说明研究区的湿地面积在减小,生态环境向不良方向发展。由于研究区是生态环境很脆弱的地区,研究区的湿地退缩引起了显著的生态环境变化。此外,因湿地长期被作为大量农田等污水排放地,失去湿地的调节气候,调节河川径流,抗洪减灾,防止侵蚀和维护区域生态平衡等多种环境功能。

### 3 讨论与结论

1) 1988—2011年间,焉耆盆地耕地面积动态变化存在着明显的波动状态,大体上呈增加趋势。耕地面积从1988年的 $76.25 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加至2011年的 $135.70 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,增加为初期的178%,净增加 $59.45 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。耕地总面积最小的年份是1995年,为 $52.60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,最大的年份是2008年,为 $135.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,各县耕地面积变化趋势基本相同。

2) 通过文献调查与主成分分析可知,影响焉耆盆地耕地变化的影响因子分别归纳为政策因素、经济发展、人口增加与农业科技进步等四大因素。从单个因子分析来看,GDP、单耕产量、农业机械总动力、农业总产值、总人口、灌溉定额、径流量、降水量与粮食总产是影响绿洲耕地面积变化的重要驱动因子。

3) 焉耆盆地耕地动态变化某种程度上改善了盆地生态环境同时,导致了绿洲外围沙漠化,绿洲内部土壤盐渍化和湿地减少等一系列生态环境问题,使水资源的短缺状况更为加剧,对绿洲水资源可持续开发利用造成巨大威胁。

对焉耆盆地耕地变化驱动力与生态效应分析可知,在保持盆地内部一定的耕地面积前提下,保护绿洲生态环境与稳定性是当前焉耆盆地经济可持续发展的需要。因此,在研究区需要严格实行耕地保护制度,优化土地利用结构,完善土地规划,控制人口增长,缓解人地矛盾,合理开发利用水资源,保护基本农田的基础上实行退耕还林、还草等措施,改善绿洲生态环境,保证绿洲生态安全与土地资源可持续开发利用。

#### 参考文献:

[1] 石淑芹,陈佑启,姚艳敏,等.东北地区耕地变化对粮食生产能力的影 响评价[J].地理学报,2008,63(6):574-586.

- [2] 周丽萍,王平,刘淑英,等.1990—2010年高台县耕地生态足迹和承载力动态研究[J].干旱地区农业研究,2012,30(4):207-212.
- [3] 朱慧,焦广辉,王哲,等.新疆31年来耕地格局时空演变研究[J].干旱地区农业研究,2011,29(2):185-191.
- [4] 麦麦提吐尔逊·艾则孜,海米提·依米提,祖皮艳木·买买提,等.近60年来克里雅绿洲耕地动态变化驱动力及生态环境效应[J].干旱地区农业研究,2013,31(3):200-206.
- [5] 刘涛,谢永生,何毅峰,等.陕西省汉台区1978年至2006年耕地数量变化及驱动力分析[J].资源科学,2009,31(5):816-823.
- [6] 海米提·依米提,麦麦提吐尔逊·艾则孜,张峰,等.基于3S的塔里木河中游景观格局变化特征分析[J].新疆大学学报(自然科学版),2007,24(2):127-133.
- [7] WANG X H, ZHENG D, SHEN Y C. Land use change and its driving forces on the Tibetan Plateau during 1990—2000 [J]. CATENA, 2008,72:56-66.
- [8] 瓦哈甫·哈力克,海米提·依米提,塔西甫拉提·特依拜,等.绿洲耕地变化趋势及其驱动力分析——塔里木盆地南部策勒绿洲为例[J].地理学报,2004,59(4):608-614.
- [9] 麦麦提吐尔逊·艾则孜,海米提·依米提,祖皮艳木·买买提,等.焉耆盆地土地利用变化对生态服务价值的影响[J].水土保持研究,2012,19(6):137-141.
- [10] Mamattursun E, Hamid Y, Anwar M, et al. Oasis land-use change and its effects on the oasis eco-environment in Keriya Oasis, China [J]. International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 2010,17(3):244-252.
- [11] 满苏尔·沙比提,海鹰,阿布拉江·苏来曼.近50年来渭干河—库车河三角洲绿洲耕地变化及其成因[J].地理研究,2004,23(4):487-494.
- [12] 封志明,刘宝勤,杨艳昭.中国耕地资源数量变化的趋势分析与数据重建[J].自然资源学报,2005,20(1):35-43.
- [13] 刘彦彤,张延军,赵玲.长春市耕地动态变化及其驱动力分析[J].地理科学,2011,31(7):868-873.
- [14] YANG X P, ZHU Z D, Jaekel D, et al. Late quaternary palaeo-environment change and landscape evolution along the Keriya River, Xinjiang, China: the relationship between high mountain glaciation and landscape evolution in foreland desert regions[J]. Quaternary International, 2002,97(1):155-166.
- [15] 阿吉古丽·阿卜力米提,海米提·依米提,祖皮艳木·买买提,等.博斯腾湖小湖面积动态变化及驱动力研究[J].安徽农业科学,2013,41(7):3053-3056.