

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

麦麦提吐尔逊·艾则孜^{1,2}, 海米提·依米提¹,
祖皮艳木·买买提³, 李建涛³

(1. 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆大学理论经济学博士后流动站, 新疆 乌鲁木齐 830046;

3. 新疆大学绿洲生态教育部重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘 要: 利用 1950—2008 年统计资料和土地详查数据, 采用多元统计分析 with 文献调查, 分析了塔克拉玛干沙漠南缘克里雅绿洲近 60 年来耕地动态变化情况及其驱动机理, 并讨论了耕地动态变化对绿洲生态环境的影响。结果表明: (1) 1950—2008 年克里雅绿洲耕地面积经历了急剧增加(1950—1961 年)→缓慢减少(1962—1990 年)→快速增加(1991—2008 年)的变化过程, 耕地数量总体呈增加趋势, 人均耕地面积呈减少趋势; (2) 影响克里雅绿洲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) 耕地动态变化某种程度上改善了克里雅绿洲生态环境的同时, 导致了绿洲外围沙漠化, 绿洲内部土壤盐渍化, 湿地减少, 河道缩短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; 克里雅绿洲

中图分类号: F301.24; X826 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2013)03-0200-07

Driving forces of farmland dynamics and its ecological effects in Keriya Oasis in recent 60 years

Mamattursun EZIZ^{1,2}, Hamid YIMIT¹, Zulpiya MAMAT³, LI Jiantao³

(1. College of Geographical Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China;

2. Postdoctoral Station for Theoretical Economics, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, China;

3. Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Urumqi, Xinjiang 830046, China)

Abstract: Using statistic data and detailed inquisitional land materials from 1950 to 2008 and adopting Multivariate statistical analysis and Literature survey, the mechanism and driving force of farmland changes and its ecological effects on Keriya Oasis of southern Taklimakan Desert of China were analyzed. The results showed that: (1) The changes of farmland in Keriya Oasis within 1950—2008 went through three stages, from dramatic increase (within 1950—1961)→to slow decrease (within 1962—1990)→to rapid increase (within 1991—2008). The total area of farmland was increased overall while the per capita area of farmland was decreased during the study period; (2) There were four main driving forces of the dynamic change of farmland in Keriya Oasis: government policy, economic development, population increase, and progress in agricultural techniques; (3) Farmland dynamics had improved the eco-environment of Keriya oasis to some extent. At same time, it also had resulted in a series of eco-environmental problems such as desertification of the outer of the oasis, salinization of the inner of the oasis, and wetland degradation and riverbed shortening, which was a potential threaten to the stability of the oasis.

Keywords: farmland; dynamic change; drivers; ecological effects; Keriya Oasis

收稿日期: 2012-12-29

基金项目: 国家自然科学基金重点项目新疆联合基金项目(U1138302); 国家自然科学基金项目(41201032, 40971020)

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: mamat430@yahoo.com.cn。

* 通信作者: 海米提·依米提。E-mail: oasiseco@yahoo.com.cn。

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^[1-3]。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%,人均耕地面积远远低于世界平均水平,耕地保护的形势越来越严峻,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^[4]。

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^[5-6],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^[7]。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^[8]。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

克里雅绿洲位居塔克拉玛干沙漠南缘,昆仑山北麓,是一个典型的绿洲-荒漠交错地区。克里雅绿洲下属新疆和田地区,是我国最贫困的地区之一,人均耕地数量少,总体质量低,自然条件差,农业可利用的水资源贫乏。地理位置处于东经81°08'59"~82°00'03",北纬36°44'59"~37°12'04",总面积3.95×10⁴ km²。该区西高北低,最高海拔5460 m,最低海

拔1180 m,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12.4℃,≥10℃积温4340℃,多年平均降水量44.7 mm,多年平均蒸发量2498 mm,无霜期为200 d。克里雅绿洲天然植被以芦苇(*Phragmites communis*)、柽柳(*Tamarix spp.*)、胡杨(*Populus euphratica*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)为主。季节性河流克里雅河源于昆仑山麓,流经克里雅绿洲消失在塔克拉玛干沙漠腹地^[9]。

1.2 资料来源

本研究采用的数据主要包括:克里雅绿洲实测数据,《新疆50年》、《新疆统计年鉴》的耕地数据,《和田地区统计年鉴》、《克里雅绿洲农业统计》、《新疆统计年鉴》、《和田地区土地详查》等统计资料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)利用克里雅绿洲1950—2008年耕地面积统计数据分析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SPSS 13.0软件来完成;(3)根据文献调查分析了耕地变化对绿洲生态环境的影响。

2 结果与分析

2.1 近60年克里雅绿洲耕地变化特征

克里雅绿洲耕地面积自1950年来呈波动状态(图1),大体上呈增加状态。耕地面积从1950年的1.69×10⁴ hm²增加至2008年的3.08×10⁴ hm²,净增加1.39×10⁴ hm²,增加了182%。耕地总面积最小的年份是1950年,为1.69×10⁴ hm²,最大的年份是1961年,为1.31×10⁴ hm²。

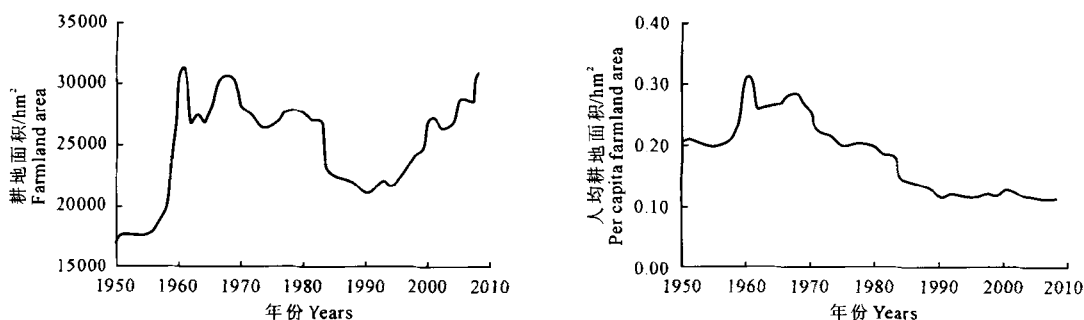


图1 克里雅绿洲耕地总面积和人均耕地面积

Fig.1 The total farmland area and per capita farmland area of Keriya Oasis

从耕地面积变化曲线来看,近 60 年克里雅绿洲耕地面积动态变化存在着明显的波动状态。总的来说,绿洲耕地面积经历了急剧增加(1950—1961 年)→缓慢减少(1962—1990 年)→快速增加(1991—2008 年)的变化过程。根据波动的状态可以分为 7 个阶段。(1) 1950—1961 年的增加期,12 年间共增加耕地 $1.55 \times 10^4 \text{ hm}^2$; (2) 1961—1964 年的减少期,3 年间共减少耕地 $0.46 \times 10^4 \text{ hm}^2$; (3) 1964—1968 年的增加期,4 年间共增加耕地 $0.39 \times 10^4 \text{ hm}^2$; (4) 1968—1974 年的减少期,6 年间共减少 $0.42 \times 10^4 \text{ hm}^2$; (5) 1974—1979 年的增加期,5 年间共增加 $0.14 \times 10^4 \text{ hm}^2$; (6) 1979—1990 年的减少期,11 年间共减少 $0.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$; (7) 1990—2008 年的增加期,18 年间共增加了 $0.98 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。与耕地总量变化趋势相反,克里雅绿洲人均耕地面积由 1950 年的 0.195 hm^2 ,减少到 2008 年的 0.126 hm^2 ,为 1950 年的 65%,年减少 1.12%。虽然耕地面积时有增加趋势,但由于人口迅速增加,人均耕地面积除个别年份出现增加外,总体上呈现出明显的下降趋势。

2.2 克里雅绿洲耕地变化驱动力

影响克里雅绿洲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^[9]。

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^[10]。对克里雅绿洲耕地变化产生显著影响的主要是几次大的政策变动因素。1950—1961 年是我国经济恢复和发展时期。随着土地改革的完成,农民发展生产的积极性空前高涨,当地政府将开荒造田作为发展农业的重要措施。大量开荒,使得耕地面积从 1950 年的 $17\,907 \text{ hm}^2$ 迅速上升到 1961 年的 $31\,320 \text{ hm}^2$,到 1961 年达到一个峰值。1961—1974 年期间,克里雅绿洲耕地面积变化复杂,包括了 2 个减少期(1961—1964 年与 1968—1974 年)和 1 个增加期(1964—1968)。1966—1976 年间全国性的开荒热,同时又因绿洲水源不足和经营管理不善造成大片土地弃耕,绿洲耕地面积呈波动式不稳定变化,造成耕地面积变化的复杂性。这一时期开荒集中在 1965—1967 年(总开荒面积 $0.55 \times 10^4 \text{ hm}^2$),弃耕主要集中在 1962 年(总弃耕面积 $0.52 \times 10^4 \text{ hm}^2$)和 1971 年(总弃耕面积 $0.12 \times 10^4 \text{ hm}^2$)。1974—1979 年期间,将经济

建设列为我国重点工作,促进了农业生产的迅速发展,掀起了克里雅绿洲第二次垦荒高潮。

1979—1990 年间,国家耕地政策开始逐步从“计划型”向“市场型”过渡,农业的发展有了质的飞跃,农民同市场发生了越来越密切的联系,农村各业迅速发展,使耕地减少。此外,地处绿洲边缘的耕地和肥力低的一部分耕地被弃耕,导致了耕地面积的减少。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。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,因而,在 1998—1999 年间开荒面积已达 $2\,000 \text{ hm}^2$,耕地面积呈增加趋势^[10-11]。

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,依据实地调查分析并参照专家意见,选取耕地面积(y)、开荒面积(x_1)、播种面积(x_2)、总人口(x_3)、劳动力(x_4)、粮食总产(x_5)、农业总产值(x_6)、GDP(x_7)、人均耕地面积(x_8)、人均粮食产量(x_9)、人均粮食产值(x_{10})、人口密度(x_{11})、劳动力比例(x_{12})、单位面积产量(x_{13})与农业机械总动力(x_{14})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 1,2,3)。

由表 1 可知,在影响耕地数量的 14 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,有三个特征值大于 1,它们已包含 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 3 个主成分。从表中可看出,第一、第二、第三主成分的累积贡献率已达 95.09%,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,劳动力(x_4)、农业总产值(x_6)、GDP(x_7)、人均耕地面积(x_8)、人均粮食产值(x_{10})、人口密度(x_{11})、劳动力比例(x_{12})、农业机械总动力(x_{14})与其相关性最大且正相关;粮食总产(x_5)与第二主成分,播种面积(x_2)与第三主成分具有较大的正相关。因此,克里雅绿洲耕地数量变化的社会经济发展因素可以归纳为经济发展水平、人口增加和农业科技进步等三类。

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

驱动因子 Factors	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
x ₁	0.07													
x ₂	0.91	-0.02												
x ₃	0.54	-0.01	0.54											
x ₄	0.36	-0.02	0.40	0.46										
x ₅	-0.52	0.13	-0.54	0.97	0.48									
x ₆	-0.32	0.26	-0.45	0.89	0.54	0.93								
x ₇	-0.69	0.13	-0.72	0.93	0.23	0.94	0.86							
x ₈	0.78	0.14	0.72	-0.93	-0.17	-0.86	-0.69	-0.90						
x ₉	-0.59	0.17	-0.60	0.92	0.37	0.98	0.88	0.95	-0.84					
x ₁₀	-0.36	0.29	-0.49	0.87	0.47	0.92	0.99	0.86	-0.69	0.88				
x ₁₁	-0.54	-0.01	-0.54	1.00	0.46	0.97	0.89	0.93	0.93	0.92	0.87			
x ₁₂	0.87	0.09	0.86	-0.69	0.31	-0.61	-0.44	-0.76	0.87	-0.65	-0.47	-0.69		
x ₁₃	-0.68	0.12	-0.68	0.95	0.30	0.98	0.88	0.98	0.01	0.98	0.88	0.95	-0.73	
x ₁₄	-0.58	-0.13	-0.47	-0.13	0.42	0.87	0.68	0.84	0.01	0.86	0.66	0.90	-0.67	0.86

(1) 经济发展水平对耕地数量变化的影响

由表 2 可见,第一主成分包含了 70.23% 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。构成第一主成分的两个因素 GDP(x_7)和农业总产值(x_6)与耕地变化之间存在着负相关,说明干旱区绿洲耕地面积的无计划扩大对区域经济增长起到副作用,没有考虑水土平衡的开荒,即是引起经济的衰退和生态环境破坏的原因。第二主成分包含了 16.35% 的变化率,主要说明的是粮食总产(x_5)的变化。克里雅绿洲是和田地区主要粮食产地之一,该绿洲一方面为人口提供基本口粮,另一方面对周边

县城和和田地区提供粮食。表 1 可见,耕地数量与 GDP 的之间的相关系数为 -0.69,呈负相关。这主要是随着人们生活水平的提高,居民消费结构发生变化,居民消费重点开始转向购房、建房,并导致耕地数量的减少。

表 2 特征值及主成分贡献率

Table 2 Eigenvalue and principal component contribution rate

主成分 Principal component	特征值 Eigenvalue	贡献率/% Contribution rate	累计贡献率/% Accumulative contribution rate
1	10.53	70.23	70.23
2	2.45	16.35	86.58
3	1.28	8.51	95.09

表 3 主成分载荷矩阵

Table 3 Loading matrix of principal components

主成分 Principal component	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄
1	-0.68	0.08	-0.69	0.97	0.30	0.97	0.88	0.98	-0.94	0.96	0.88	0.97	-0.77	0.99
2	0.68	0.18	0.64	0.16	0.90	0.21	0.37	-0.04	0.20	0.12	0.32	0.16	0.59	0.02
3	0.02	0.94	-0.23	-0.12	-0.25	0.03	0.20	0.08	0.22	0.08	0.25	-0.12	0.06	0.05

(2) 人口增长对耕地数量变化影响

表 2 显示,构成第一主成分的劳动力(x_4)、人均耕地面积(x_8)、人均粮食产值(x_{10})、人口密度(x_{11})、劳动力比例(x_{12})与耕地变化呈显著正相关,说明人口增长对耕地数量变化影响较大。近 60 年以来,绿洲人口增长了 3.12 倍。由于粮食单产和总产量的增加,人均粮食由 1950 年的 176.45 kg 增加到 2008

年的 598.66 kg。绿洲人口的进一步增长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。主要表现在:人口的增加不仅使绿洲人均耕地资源减少,而且由于人类活动需要占用一定的空间场所,导致了城乡建设用地的扩张,占用了绿洲耕地资源。与此同时,对绿洲耕地资源不合理开发利用,引起了土地次生盐渍化、沙漠化等生态环境问题,导致耕地

质量下降,面积不断减少。

(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(x_{14})与耕地变化也呈显著正相关,说明农业科技对耕地数量变化影响较大。第三主成分仅仅包含了 8.51% 的变化率,说明主要是播种面积的变化。在空间上表示水资源的合理利用程度以及提高土地资源的充分利用率,也就是表示农业科技进步水平。1980 年以后,克里雅绿洲粮食播种面积变化呈略增长趋势,主要是复播面积的增长。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^[12]。通过以上对耕地数量变化的主成分分析可以看出,耕地变化一定程度上受社会经济要素所驱动,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绿洲耕地变化的关键社会经济驱动因子。

2.3 克里雅绿洲耕地变化的生态效应

随着克里雅绿洲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^[9]。

2.3.1 耕地变化对绿洲面积与绿洲小气候的积极影响

1950—2008 年间,克里雅绿洲总开荒面积为 35 354 hm^2 ,平均每年 631 hm^2 。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。归结于以下三个方面:(1) 随着荒漠的绿洲化,增加了新绿洲的相对温度,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^[9]。克里雅绿洲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。

1950 年以后,克里雅绿洲开垦速度增加更快。随着新的乡、村的设立和各种农场的建立,新、老绿洲连在一起形成了一个面积达 1 716 km^2 的大绿洲^[13]。随着绿洲化的迅速发展,克里雅绿洲内部水

资源利用量逐年增长。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即克里雅河中游下段地表水比较丰富地区迁移,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。这对绿洲小气候条件的改善起到了促进作用。根据克里雅绿洲气候变化特征,该区域小气候变化呈现了有利于植被生长的趋势。其中绿洲降水量与相对湿度呈逐年增加趋势,温度与沙尘暴天数呈减少趋势(图 2)。由于蒸发量大、降水量少等气候特征是干旱区绿洲农业发展的限制因素,这个趋势在某种程度上改善了研究区的生态环境状况。

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。克里雅河流域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,土壤含水量降低,还使其保持高水分的时间缩短,导致植被退化,加重土地沙漠化。和田地区绿洲中的相当一部分与塔克拉玛干沙漠之间已无灌草植被过渡带,绿洲农田和沙丘带直接相连。据统计,和田绿洲及邻近夹荒地土壤沙化面积为 $1.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$,其中耕地沙化面积 $5.86 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。20 世纪 50 年代来,克里雅绿洲盲目开垦与不合理的水资源开发引起的下游输水减少和地下水位下降等原因,树林枯死,草地退化等生态环境恶化现象时有发生。在 1950—2008 年间,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。研究区粮食总产量在 1950—2008 年间增加了 8.6 倍,粮食总产量的增加一定程度上依赖于扩张耕地。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^[14]。

2.3.3 耕地变化导致绿洲内部土壤盐渍化

克里雅绿洲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及时洗盐,盐分聚集在土壤表层所引起的。由于克里雅河流域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。据调查^[8],克里雅绿洲 1958 年盐渍化耕地为 953 hm^2 ,到了 1990 年达到 4 987 hm^2 ,占总耕地面积的 23.7%,因盐渍化而弃耕的耕地有 2 540 hm^2 。

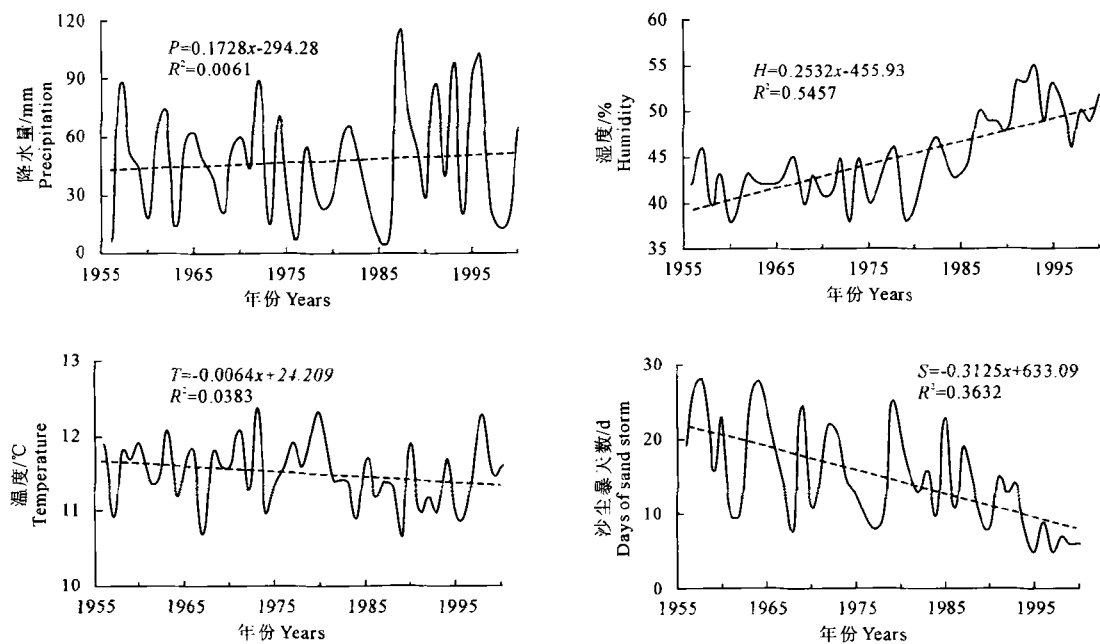


图 2 克里雅绿洲气候变化特征
Fig.2 The climate change of Keriya Oasis

2.3.4 耕地变化导致湿地减少 20 世纪 90 年代, 由于克里雅绿洲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, 导致了湿地转化为耕地与湿地总面积的减少等问题。克里雅绿洲在 1989—1999 年间, 湿地总面积减少了 1 793 hm², 其中共有 1 443 hm² 湿地转化为耕地, 平均每年 131.18 hm²。1989—1999 年间各种土地利用类型斑块数年变化度为: 沼泽 2.2 块/a, 水体 3.4 块/a; 斑块单位面积年变化率则为: 沼泽 - 4.56%, 水体 - 0.28%^[15]。斑块数年变化度表明湿地斑块数少量增加, 湿地景观破碎度轻微加重, 然而斑块单位面积年变化率呈现负增长, 说明研究区的湿地斑块单位面积在减小, 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^[16]。

2.3.5 耕地变化导致河道缩短 近 60 年来, 由于绿洲灌溉耕地面积的不断扩大和灌溉引水量的大幅度增加, 新疆河流的径流量沿程减少趋势明显, 许多大河流流程缩短和断流, 并导致尾间湖泊干涸。其中塔里木河流域各条河流流程缩短和断流现象特别突出^[16]。随着克里雅绿洲耕地面积的增大, 绿洲从克里雅河引水量也不断增加了。为了满足上、中游农业发展需要, 克里雅河下游来水量日趋减少, 以水作用过程为主体的生态过程严重受损。克里雅绿洲

农田年引用水量由 1950 年的 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 增到 2002 年的 $5.37 \times 10^8 \text{ m}^3$, 增加了 1.7 倍, 致使下泄水量减少, 河流流程缩短。克里雅河在 1950 年能流到距县城 298 km 处, 到 2006 年只能流到距县城 150 km 处, 总河道缩短了 148 km^[8]。

不合理开荒使水资源的空间格局发生变化, 水资源分配失衡。绿洲内部引水量持续增加使人工绿洲非回归耗水增大, 相应减少流向下游的水量, 明显地挤占天然生态用水, 使天然植被退化。灌区地下水开采量的增加使地下水补给减少, 导致地下水负均衡, 局部区地下水位总体下降。近 20 年来, 塔里木盆地南缘地下水位普遍下降了 0.5 ~ 2.0 m, 地下水溢出带向盆地迁移了 2 ~ 3 km, 泉水流量减少了 15% ~ 35%, 使塔克拉玛干沙漠南缘脆弱的绿洲生态带处于不稳定沙漠化加快发展^[17]。这些水文效应对克里雅绿洲水资源可持续开发利用造成巨大威胁。

3 结论与讨论

1) 1950—2008 年间, 克里雅绿洲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, 人均耕地面积呈减少趋势。耕地面积从 1950 年的 $1.69 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加至 2008 年的 $3.08 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 增加为初期的 182%, 净增加 $1.39 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。耕地总面积最小的年份是 1950 年, 为 $1.69 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 最大的年份是 1961 年, 为 $1.31 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。绿洲人均耕地面积由 1950 年的 0.195 hm², 减少到 2008 年的 0.126

hm²,为 1950 年的 65%,年减少 1.12%。绿洲耕地面积经历了急剧增加(1950—1961 年)→缓慢减少(1962—1990 年)→快速增加(1991—2008 年)的变化过程。

2) 通过文献调查与主成分分析可知,影响克里雅绿洲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,政策变动、农业总产值、GDP、人口数量、劳动力、农业机械总动力、粮食总产与播种面积是影响绿洲耕地面积变化的重要驱动因子。

3) 克里雅绿洲耕地动态变化某种程度上改善了克里雅绿洲生态环境同时,导致了绿洲外围沙漠化、绿洲内部土壤盐渍化、湿地减少、河道缩短等一系列生态环境问题,威胁了绿洲稳定性。耕地面积增加是由别的土地利用方式向耕地转化的结果。这导致绿洲植被覆盖度下降,年均共 897.81 hm² 草地转化为耕地,加剧了土地沙漠化威胁;耕地面积的增加导致引水量大于排水量,潜水位上升,引起绿洲内部土壤次生盐渍化。盐渍化耕地面积由 1958 年的 953 hm²,增加到 1990 的 4 987 hm²,占总耕地面积的 23.7%,因盐渍化而弃耕 2 540 hm² 的耕地;湿地向别的土地利用方式转化趋势下,克里雅绿洲在 1989—1999 年间,湿地面积减少了 1 793 hm²,其中共有 1 443 hm² 湿地转化为耕地,平均每年 131.18 hm²,湿地景观破碎度加重,导致了湿地生态功能不断下降;随着耕地面积的增大和引用水量的不断增加,克里雅河河道在 1950—2006 年间缩短了 148 km,地下水位也普遍下降了 0.5~2.0 m,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。

4) 对克里雅绿洲耕地变化驱动力与生态效应分析可知,在保持绿洲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克里雅绿洲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,在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] 赵敏宁,杨义朋,韩申山,等.西安市耕地面积变化与经济发展关系的实证研究[J].中国农学通报,2012,28(11):140-144.
- [5] 刘 涛,谢永生,何毅峰,等.陕西省汉台区 1978—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 Xiuhong, Zheng Du, Shen Yuancun. 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——以塔里木盆地南部策勒绿洲为例[J].地理学报,2004,59(4):608-614.
- [9] Mamattursun EZIZ, Hamid YIMIT, Anwar MOHAMMAD, 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 杨小平.绿洲演化与自然和人为因素的关系初探——以克里雅河下游地区为例[J].地学前缘,2001,8(1):83-88.
- [14] Yang Xiaoping, Zhu Zhenda, D Jaekel, et al. Late quaternary palaeoenvironment 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, 2002:155-166.
- [15] 刘玉安,塔西甫拉提·特依拜,沈 涛,等.基于“3S”技术的于田绿洲湿地动态变化研究[J].中国沙漠,2005,25(5):706-710.
- [16] 满苏尔·沙比提,努尔卡木里·玉素甫.塔里木河流域绿洲耕地变化及其河流水文效应[J].地理研究,2010,29(12):2251-2260.
- [17] 高前兆.塔里木盆地南缘水资源开发与绿洲的生态环境效应[J].中国沙漠,2004,24(3):286-298.