ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

第 32 卷 第 20 期 Vol.32 No.20 2012

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 20 期　　2012 年 10 月　(半月刊)

目　　次

太湖流域源头溪流氧化亚氮(N_2O)释放特征 …… 袁淑方,王为东 (6279)
闽江河口湿地植物枯落物立枯和倒伏分解主要元素动态 …… 曾从盛,张林海,王天鹅,等 (6289)
宁夏荒漠草原小叶锦鸡儿可培养内生细菌多样性及其分布特征 …… 代金霞,王玉炯 (6300)
陕西省栎黄枯叶蛾蛹的空间分布 …… 章一巧,宗世祥,刘永华,等 (6308)
模拟喀斯特生境条件下干旱胁迫对青冈栎苗木的影响 …… 张中峰,尤业明,黄玉清,等 (6318)
中国井冈山生态系统多样性 …… 陈宝明,林真光,李　贞,等 (6326)
鄂西南木林子常绿落叶阔叶混交林恢复过程中优势树种生态位动态 …… 汤景明,艾训儒,易咏梅,等 (6334)
不同增温处理对夏蜡梅光合特性和叶绿素荧光参数的影响 …… 徐兴利, 金则新,何维明,等 (6343)
模拟长期大风对木本猪毛菜表观特征的影响 …… 南　江,赵晓英,余保峰 (6354)
雷竹林土壤和叶片 N、P 化学计量特征对林地覆盖的响应 …… 郭子武,陈双林,杨清平,等 (6361)
利用树木年轮重建赣南地区 1890 年以来 2—3 月份温度的变化 …… 曹受金,曹福祥,项文化 (6369)
川西亚高山草甸土壤呼吸的昼夜变化及其季节动态 …… 胡宗达,刘世荣,史作民,等 (6376)
火干扰对小兴安岭白桦沼泽和落叶松-苔草沼泽凋落物和土壤碳储量的影响 …… 周文昌,牟长城,刘　夏,等 (6387)
黄土丘陵区三种典型退耕还林地土壤固碳效应差异 …… 佟小刚,韩新辉,吴发启,等 (6396)
岩质公路边坡生态恢复土壤特性与植物多样性 …… 潘树林,辜　彬,李家祥 (6404)
坡位对东灵山辽东栎林土壤微生物量的影响 …… 张　地,张育新,曲来叶,等 (6412)
太湖流域典型入湖港口景观格局对河流水质的影响 …… 王　瑛,张建锋,陈光才,等 (6422)
基于多角度基尼系数的江西省资源环境公平性研究 …… 黄和平 (6431)
中国土地利用空间格局动态变化模拟——以规划情景为例 …… 孙晓芳,岳天祥,范泽孟 (6440)
世界主要国家耕地动态变化及其影响因素 …… 赵文武 (6452)
不同氮源下好氧反硝化菌 *Defluvibacter lusatiensis* str. DN7 的脱氮特性 …… 肖继波,江惠霞,褚淑祎 (6463)
基于生态足迹方法的南京可持续发展研究 …… 周　静,管卫华 (6471)
基于投入产出方法的甘肃省水足迹及虚拟水贸易研究 …… 蔡振华,沈来新,刘俊国,等 (6481)
浦江县土壤碱解氮的空间变异与农户 N 投入的关联分析 …… 方　斌,吴金凤,倪绍祥 (6489)
长江河口潮间带盐沼植被分布区及邻近光滩鱼类组成特征 …… 童春富 (6501)
深圳湾不同生境湿地大型底栖动物次级生产力的比较研究 …… 周福芳,史秀华,邱国玉,等 (6511)
灰斑古毒蛾口腔反吐物诱导沙冬青细胞 Ca^{2+} 内流及 H_2O_2 积累 …… 高海波,张淑静,沈应柏 (6520)
濒危物种金斑喙凤蝶的行为特征及其对生境的适应性 …… 曾菊平,周善义,丁　健,等 (6527)
细叶榕榕小蜂群落结构及动态变化 …… 吴文珊,张彦杰,李凤玉,等 (6535)

专论与综述

流域生态系统补偿机制研究进展 …… 张志强 ,程　莉 ,尚海洋,等 (6543)
可持续消费的内涵及研究进展——产业生态学视角 …… 刘晶茹,刘瑞权,姚　亮 (6553)
工业水足迹评价与应用 …… 贾　佳,严　岩,王辰星,等 (6558)
矿区生态风险评价研究述评 …… 潘雅婧,王仰麟,彭　建,等 (6566)

研究简报

围封条件下荒漠草原 4 种典型植物群落枯落物枯落量及其蓄积动态 …… 李学斌,陈　林,张硕新,等 (6575)
密度和种植方式对夏玉米酶活性和产量的影响 …… 李洪岐,蔺海明,梁书荣,等 (6584)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 312 * zh * P * ￥70.00 * 1510 * 35 * 2012-10

封面图说:草丛中的朱鹮——朱鹮有着鸟中"东方宝石"之称。洁白的羽毛,艳红的头冠和黑色的长嘴,加上细长的双脚,朱鹮历来被日本皇室视为圣鸟。20 世纪前朱鹮在中国东部、日本、俄罗斯、朝鲜等地曾有较广泛地分布,由于环境恶化等因素导致种群数量急剧下降,至 20 世纪 70 年代野外已认为无踪影。1981 年 5 月,中国鸟类学家经多年考察,在陕西省洋县重新发现朱鹮种群,一共只有 7 只,也是世界上仅存的种群。此后对朱鹮的保护和科学研究做了大量工作,并于 1989 年在世界首次人工孵化成功。

彩图提供:陈建伟教授　北京林业大学　E-mail:cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201203080314

赵文武. 世界主要国家耕地动态变化及其影响因素. 生态学报,2012,32(20):6452-6462.

Zhao W W. Arable land change dynamics and their driving forces for the major countries of the world. Acta Ecologica Sinica,2012,32(20):6452-6462.

世界主要国家耕地动态变化及其影响因素

赵文武*

(北京师范大学资源学院 土地资源系,北京 100875)

摘要:在世界人口持续攀升、全球耕地面积不断减少的背景下,探讨世界主要国家耕地变化其影响因素,对于分析预测未来世界耕地变化趋势、研究世界粮食安全具有积极意义。选择 2050 年人口过亿的 17 个国家和耕地面积排名前 10 的国家为研究对象,在分析 1961—2007 年耕地总量变化、人均耕地变化的基础上,探讨了耕地变化影响因素。研究结果表明,从 20 世纪 60 年代到 2007 年间的不同时期内,有越来越多的国家表现出耕地减少趋势,而人均耕地面积减少的国家个数高达 90% 以上。满足人口消费需求、城市化与经济发展是大多数国家耕地总量变化的主要动力;而人口快速增长、城市化则是导致许多国家人均耕地显著减少的重要原因。

关键词:耕地总量;人均耕地;影响因素;世界

Arable land change dynamics and their driving forces for the major countries of the world

ZHAO Wenwu*

Institute of Land Resources, College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, *China*

Abstract: Arable land is an essential resource for the production of food and thus constitutes one of the most fundamental resources for mankind. This resource is burdened by population growth and economic development. The statistic data from the Food and Agriculture Organization of the United Nations showed that the world's arable land area was 1.401 billion hectares in 1990, and dropped to 1.381 billion hectares in 2008; with the continued population growth, the world's per capita arable land was 0.265 ha in 1990, and dropped to 0.205 ha in 2008. By 2050, the world's population will reach 9.1 billion. Assuming that the world's arable land area in 2008 remains unchanged to 2050, the world's per capita arable land would fall to 0.151 hectares. Having enough arable land to feed the world population in 2050 is a major challenge, and it is a meaningful task to explore the arable land dynamics for the major countries of the world.

This paper selected 21 countries for a case study, and the arable land dynamics and their possible driving factors for these countries were discussed. These countries includes ten countries with the largest cultivated areas in the world, and the countries whose population will exceed 1 billion by 2050. The research results show that, from 1961 to 2007, increasingly more countries' arable land areas were declining, and almost all of the countries are facing the shortage challenges of arable land. In fact, 90.5% countries have suffered a downward trend of per capita arable land, which implies that the world food crisis is constantly increasing. Considering the change of total arable land area and per capita arable land area, the 21 countries can be divided into four groups: (1) Total arable land area and per capita arable land area increase at the same time; (2) Total arable land area and per capita arable land area decrease at the same time; (3) Total arable land area

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金(105560GK);国家自然科学基金(41001056,41171069);长江学者和创新团队发展计划(IRT1108)资助

收稿日期:2012-03-08; **修订日期**:2012-07-23

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhaoww@bnu.edu.cn

increases but per capita arable land area decreases; or (4) Total arable land area decreases but per capita arable land area increases.

Among the different situations, population growth and economic development have been two of the key driving forces for the arable land changes. However, due to different land use potentials and different degrees of political stability, the influence factors of arable land are different among the referenced counties. For Brazil, agricultural acreage expansion and the ethanol production increase are important reasons for deforestation and arable land increases. For Bangladesh, Japan, Russia and the United States, urbanization and industrialization are the main reasons behind the reduction of arable land. However, for the Ukraine, the reduced total arable land and increased per capita arable land are closely connected to the sharp population drop and increased urban development. For the other 15 countries, rapid population growth and urbanization lead to reduced per capita arable land; at the same time, population growth has also become an important driving force for these countries to increase the total amount of cultivated land to ensure food security. However, because different countries have different reserve land resources, the arable land growth rate among these countries is significantly different.

Key Words: arable land total amount; per capita arable land; driving forces; world

根据联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)统计数据[1],世界耕地面积在 1961 年为 12.79 亿 hm^2,到 1990 年达到 14.01 亿 hm^2 的最高点,到 2008 年回落至 13.81 亿 hm^2;同期,世界人均耕地面积在 1961 年为人均耕地 0.415 hm^2,到 1990 年降至人均耕地 0.265 hm^2,到 2008 年降至人均耕地 0.205 hm^2 的最低点;在 1961—2008 年间,人均耕地面积减少了 50.6%。与人均耕地面积持续减少的趋势相对应,未来 40 年全球人口呈现出持续增长的趋势。根据联合国人口司 2010 年 10 月发表的《2010 年世界人口状况报告》预测[2],到 2050 年人口过亿的国家将增至 17 个,世界人口将增至 91.5 亿,比目前增加 22.41 亿。若假设 2008 年世界耕地面积能够维持不变,到 2050 年,世界人均耕地面积将降至 0.151 hm^2,其中亚洲人均耕地面积为 0.089 hm^2,非洲人均耕地 0.111 hm^2。

耕地是提供粮食的基本保障,世界人口持续增加、世界人均耕地面积持续下降和世界耕地面积总量在近年来的不断减少,再次引发世界粮食安全担忧和粮食市场波动。2010 年 9 月,世界银行发布《对耕地日益增长的全球关注》,指出在价格波动、人口增加、环境压力等综合作用影响下,全球对耕地关注程度与日俱增,耕地能否持续提供足够粮食满足人类需求面临巨大挑战[3]。2010 年 10 月,联合国粮食及农业组织发布《世界粮食不安全状况 2010:应对持续危机中的粮食不安全问题》,指出全球食物不足人口的数量仍然处于难以接受的高位,全球结构性饥饿人口仍在增加[4]。2011 年 10 月,联合国粮食及农业组织发布《世界粮食不安全状况 2011:国际粮价波动如何影响各国经济及粮食安全》,强调指出粮食价格的居高不下和继续波动,将进一步加剧粮食不安全态势,严重影响依赖粮食进口国家的粮食安全,加重相应国家经济危机[5]。

在人均耕地减少、粮食安全面临巨大挑战的宏观背景下,探讨世界耕地变化动态及其可能影响因素对于分析预测未来世界耕地变化趋势,研究世界粮食安全具有重要意义。目前,我国科学家在分析中国耕地变化及其影响因素等方面开展了大量研究并取得了丰硕成果[6-8],但是,对全球和其他国家的研究相对不足[9];而与此相对应,世界许多国家科学家在开展本国耕地和粮食安全研究的同时,非常重视国际耕地和粮食安全议题,开展了许多相关研究[10-12]。其中,在 20 世纪 90 年代,国际上在研究中国耕地变化和粮食安全的基础上提出“谁来养活中国”的质疑[13]则属于其他国家科学家开展中国土地研究的典型案例。因而,在人口持续增长和耕地不断减少的时代背景下,探讨世界主要国家耕地变化其可能影响因素,对于把握国际耕地变化动态,推进我国开展土地利用与粮食安全研究的国际化战略具有积极意义。

1　数据来源

选择耕地面积排名前 10 位的国家和《2010 年世界人口状况报告》中预测到 2050 年人口过亿的 17 个国

家进行耕地动态变化分析。目前耕地面积排名前10位的国家包括美国、印度、中国、俄罗斯、巴西、加拿大、澳大利亚、尼日利亚、阿根廷和乌克兰。到2050年人口过亿的17个国家包括中国、印度、美国、巴基斯坦、尼日利亚、印度尼西亚、孟加拉国、巴西、埃塞俄比亚、刚果民主共和国、菲律宾、埃及、墨西哥、俄罗斯、越南、坦桑尼亚和日本。由于有6个国家同时是耕地面积排名前10位的国家和2050年人口过亿的国家,实际选择了21个国家进行分析,亚洲、非洲、美洲、欧洲、大洋洲分别有8、5、5、2和1个国家。

在耕地变化动态分析中,选择耕地面积、人均耕地面积两个指标进行分析,数据来源于FAO统计数据库。在耕地变化影响因素的分析中,综合考虑了GDP(Gross domestic product,2000年美元不变价格)、GDP年增长率、人均GDP、人均GDP年增长率、农村人口、农村人口百分比、农村人口增长率、城市人口数、城市人口百分比、城市人口增长率、总人口、粮食生产指数、粮食出口占商品出口百分比、粮食进口占商品进口百分比、农业机械数量、耕地每百平方公里农业机械数量等指标,数据年限以1961—2007年间为主,数据来源于世界银行数据库[14]。

2 世界主要国家耕地变化动态

2.1 世界主要国家耕地总量变化

基于FAO数据库,整理得到21个国家耕地总量动态变化(图1)、变化率和年均变化情况(表1)。综合分析图1和表1可以发现,阿根廷、巴西、刚果民主共和国、巴基斯坦等4个国家耕地面积不断增加,占所分析国家的19%;日本、俄罗斯和乌克兰3个国家耕地面积持续减少,占所分析国家的14%;其余14个国家的耕地面积则呈现出波浪起伏的变化特征,占所分析国家的67%。在整个研究时段内,耕地总量增加的国家有16个国家,其中年均增加耕地最多的3个国家为巴西、澳大利亚和阿根廷,分布在大洋洲和南美洲;耕地总量减少的国家有5个,其中年均减少耕地最多的3个国家包括俄罗斯、美国和乌克兰,分布在欧洲和北美洲。对于不同年代而言,耕地总量变化特征差异明显。其中,在2000年以后,耕地面积增加的国家个数明显减少,仅为7个;而耕地面积减少的国家个数明显增加,多达13个。随着时间推移,越来越多的国家表现出耕地减少趋势。

表1 世界主要国家耕地总量变化 /(10^3 hm^2)

Table 1 The change of arable land area for the major countries of the world

国家 Countries	变化率* Change rate /%	年均变化量 Average annual change	国家 Countries	变化率* change rate /%	年均变化量 Average annual change
巴西 Brazil	175.79	827.28	墨西哥 Mexico	9.63	45.91
坦桑尼亚 Tanzania	82.69	91.49	中国 China	5.77	126.98
阿根廷 Argentina	74.76	295.81	刚果民主共和国 Democratic Republic of Congo	4.69	6.38
越南 Vietnam	74.76	16.17	菲律宾 Philippines	4.06	4.23
澳大利亚 Australia	46.36	297.77	印度 India	1.48	49.11
尼日利亚 Nigeria	42.05	236.17	乌克兰*** Ukraine	-2.78	-58.00
埃塞俄比亚** Ethiopia	40.38	269.20	美国 United States	-5.65	-217.06
巴基斯坦 Pakistan	25.80	91.83	俄罗斯*** Russia	-7.90	-652.13
印度尼西亚 Indonesia	22.22	85.11	孟加拉国 Bangladesh	-11.93	-21.85
埃及 Egypt	12.28	6.53	日本 Japan	-23.57	-28.38
加拿大 Canada	10.42	90.57			

*耕地总量变化率是指研究时段内耕地总量变化值与期初耕地总量的比值;**因数据缺失,分析埃塞俄比亚耕地总量动态时从1993年开始;***因数据缺失,分析俄罗斯和乌克兰耕地总量动态时从1992年开始

2.2 世界主要国家人均耕地变化

根据FAO数据库中的耕地面积和人口数据,计算得到所研究21个国家的人均耕地动态变化(图2)、变化率和年均情况(表2)。综合分析图1和表2可以看出,在所研究的时段内,人均耕地增加的国家仅有巴西

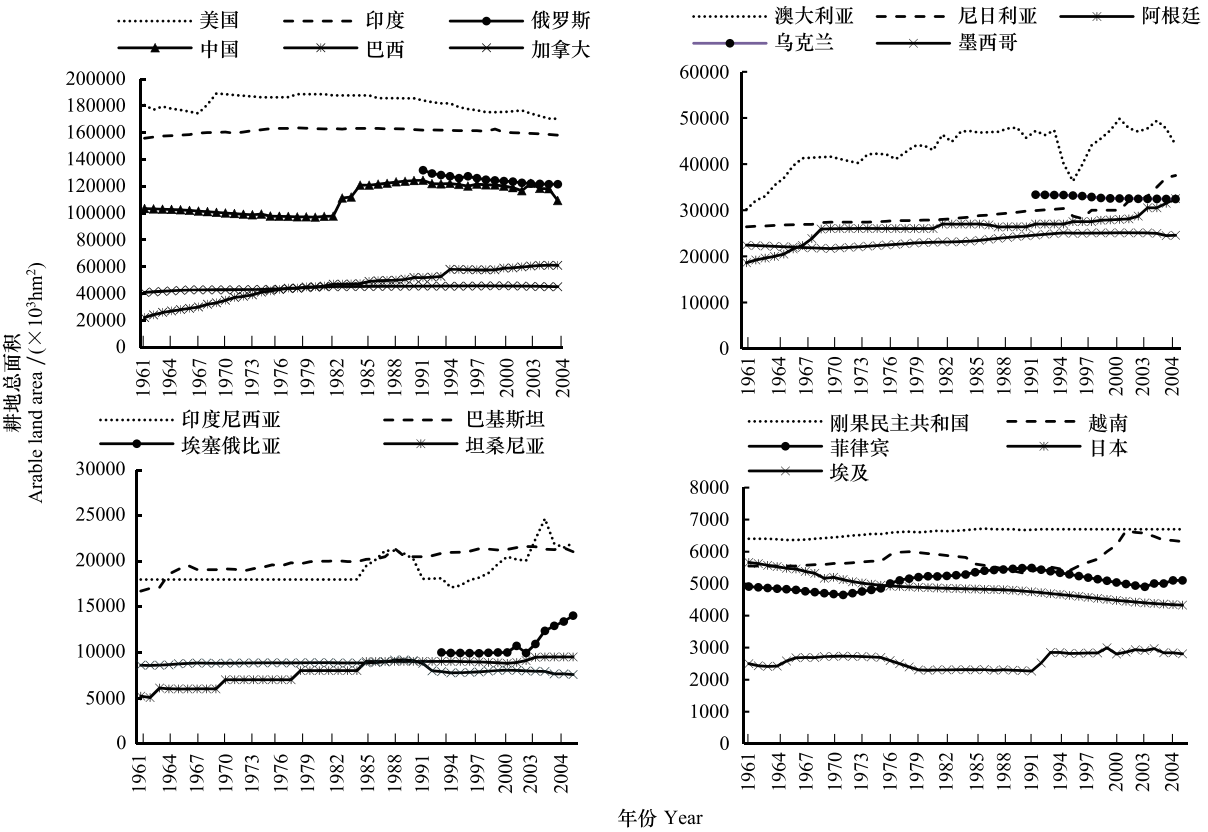

图 1　世界主要国家耕地变化动态

Fig. 1　The danamyics of arable land area for the major countries of the world

和乌克兰两个国家,其余国家人均耕地面积都有所下降。其中,在不同时期人均耕地持续下降的国家共 8 个,包括孟加拉国、加拿大、印度、日本、墨西哥、尼日利亚、巴基斯坦和菲律宾;人均耕地持续增加的国家仅有乌克兰,人均耕地波动增加的国家仅有巴西,其余 11 个国家人均耕地尽管出现了波动的现象,但是总体表现出减少的趋势。

表 2　世界主要国家人均耕地变化/hm²

Table 2　The change of per capita arable land area for the major countries of the world

国家名称 Countries name	变化率* Rate of change/%	年均变化 Average annual change	国家名称 Countries name	变化率* Rate of change/%	年均变化 Average annual change
巴西 Brazil	8.71	0.0005	坦桑尼亚 Tanzania	-54.09	-0.0058
乌克兰*** Ukraine	8.32	0.0034	越南 Vietnam	-54.47	-0.0019
俄罗斯*** Russia	-3.53	-0.0020	尼日利亚 Nigeria	-55.62	-0.0068
埃塞俄比亚** Ethiopia	-4.60	-0.0006	埃及 Egypt	-60.05	-0.0011
阿根廷 Argentina	-6.97	-0.0013	墨西哥 Mexico	-60.07	-0.0073
澳大利亚 Australia	-26.19	-0.0160	印度 India	-60.13	-0.0044
加拿大 Canada	-38.72	-0.0184	巴基斯坦 Pakistan	-63.86	-0.0046
美国 United States	-42.17	-0.0086	菲律宾 Philippines	-67.26	-0.0025
日本 Japan	-43.52	-0.0006	孟加拉国 Bangladesh	-69.09	-0.0023
中国 China	-47.70	-0.0016	刚果民主共和国 Democratic Republic of Congo	-73.58	-0.0064
印度尼西亚 Indonesia	-48.28	-0.0019			

(1) * 人均耕地变化率是指研究时段内人均耕地变化值与期初人均耕地的比值;(2) * * 因数据缺失,分析埃塞俄比亚人均耕地时从 1993 年开始;(3) * * * 因数据缺失,分析俄罗斯和乌克兰人均耕地时从 1992 年开始

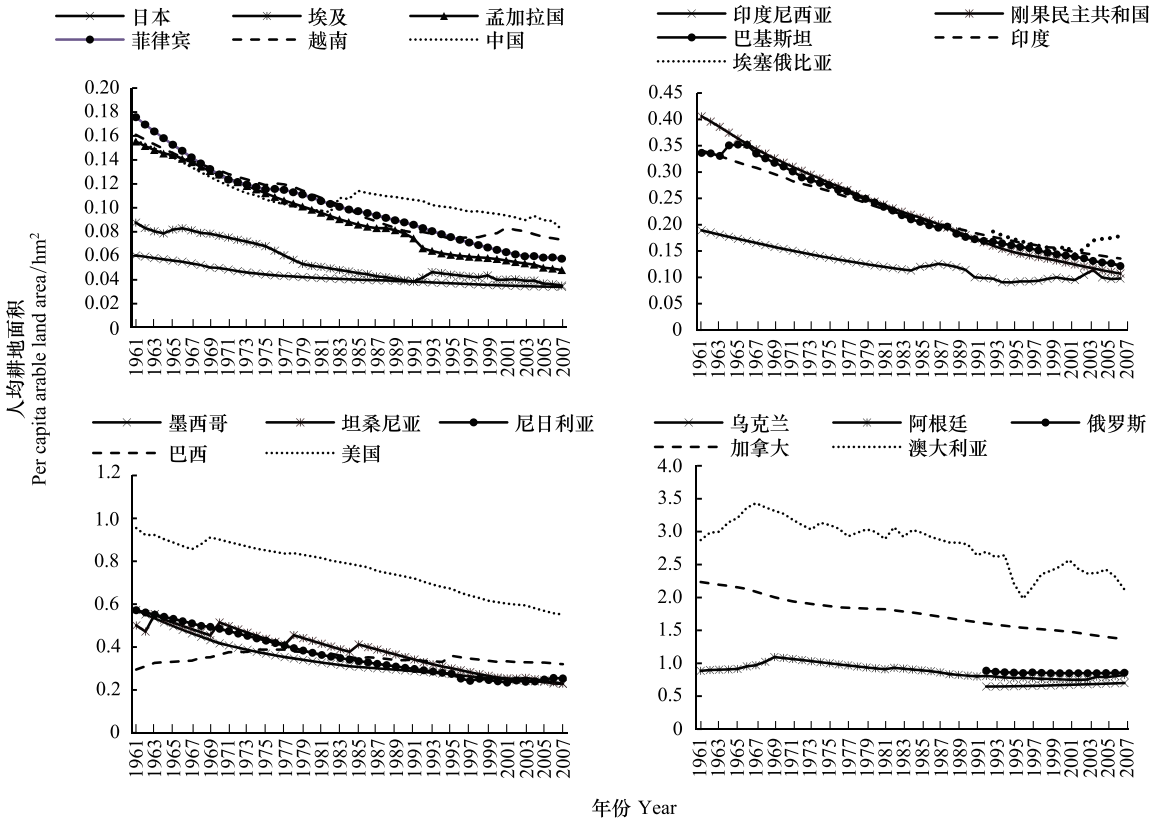

图 2 世界主要国家人均耕地变化动态

Fig. 2 The danamyics of per capita arable land area for the major countries of the world

从人均耕地减少的比率来看,在整个研究时段内,人均耕地减少比率低于 10% 的国家包括阿根廷、埃塞俄比亚、俄罗斯 3 个国家,人均耕地减少比率介于 11%—40% 的国家为澳大利亚和加拿大,人均耕地减少比率高于 40% 的国家包括中国、日本、印度、美国等 14 个国家,其中刚果民主共和国减少比率最高,超过了 70%。而从人均耕地年均变化量来看,加拿大年均减少量最多,高达 0.0184 hm^2/a,而日本年均减少量最少,仅为 0.0006 hm^2/a。

3 世界主要国家耕地变化影响因素分析

综合分析表 1 和表 2 中世界主要国家耕地总量和人均耕地变化情况,可以将现有 21 个国家分成耕地总量和人均耕地同时增加、耕地总量和人均耕地同时减少、耕地总量减少而人均耕地增加、耕地总量增加而人均耕地减少四种情况。

为探讨不同国家耕地变化影响因素,采取主成分分析的方法,对 GDP(2000 年美元不变价格)、农村人口、城市人口、农业机械数量等 16 个指标进行主成分提取(表 3—4);在此基础上,拟合世界主要国家耕地总量、人均耕地与所提取主成分的相关性系数(表 5)。综合分析表 3—5,并结合相关资料,可以识别不同国家耕地变化的主要影响因素。

3.1 耕地总量和人均耕地同时增加

在 1961—2007 年间,巴西耕地总量和人均耕地均表现出增加趋势。其中,耕地总量增加了 175.79%,而人均耕地增加了 8.71%,耕地总量增加速度明显高于人均耕地增加速度。从表 3、表 5 中可以看出,巴西耕地总量变化和第一主成分相关性非常强,人均耕地和所提取的主成分相关性较差。构成第一主成分且正相关的因素主要有城市人口、GDP、农业机械数量等,构成第一主成分且负相关的因素有农村人口、粮食进出口等。

主成分分析结果表明,耕地总量持续增加不仅取决于巴西的地广人稀、农业发展潜力巨大的基本国情,也和城市化发展、农业机械化水平有密切关系。伴随着近年来工业化、城市化推进和农业机械化水平的提升,扩

表 3　世界主要国家耕地变化影响因素主成分载荷(Ⅰ)

Table 3　The primary factors loadings of the arable land driving forces for the major countries of the world (Ⅰ)

	阿根廷 Argentina			澳大利亚 Australia			孟加拉国 Bangladesh			巴西 Brazil		加拿大 Canada		中国 China			刚果民主共和国 Democratic republic of congo			埃及 Egypt			埃塞俄比亚 Ethiopia			印度 India		印度尼西亚 Indonesia		
	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_1	F_2	F_3
X_1	0.91	0.01	−0.30	−0.81	−0.17	0.19	−0.77	0.51	0.33	0.97	0.01	0.94	0.03	0.78	0.39	0.43	0.94	−0.15	0.24	0.99	−0.10	0.01	−	−	−	0.98	0.03	0.93	−0.26	0.06
X_2	0.69	0.14	−0.62	−0.70	0.00	0.26	−0.71	0.56	0.35	0.91	0.04	0.91	0.03	0.72	0.46	0.48	0.94	−0.15	0.24	0.99	0.04	−0.08	−0.91	−0.36	−0.12	0.98	0.04	0.88	−0.35	0.09
X_3	−0.94	0.09	0.06	−0.93	0.00	0.05	−0.86	−0.25	0.27	−0.96	−0.03	−0.92	0.05	−0.95	0.23	0.16	−	−	−	−0.74	−0.41	0.22	−0.15	−0.18	0.86	−0.95	0.08	−0.36	0.58	0.20
X_4	−0.50	0.06	0.21	−0.71	−0.07	0.11	−0.66	0.01	0.60	−0.70	−0.46	−0.91	−0.03	−0.68	−0.06	0.49	−	−	−	−0.60	0.05	−0.42	−0.10	0.42	−0.80	−0.78	0.17	−0.53	0.46	0.26
X_5	0.96	−0.05	0.19	0.69	−0.15	−0.45	0.96	0.12	0.15	0.96	−0.01	0.94	0.19	0.97	−0.20	−0.09	0.81	−0.18	0.49	0.95	−0.24	0.11	0.99	−0.03	−0.03	0.99	−0.03	0.97	0.21	0.07
X_6	0.93	−0.18	0.29	0.97	0.07	0.19	0.96	0.14	0.19	0.99	0.08	0.96	0.12	0.99	0.00	0.06	−0.29	−0.84	0.19	0.98	−0.13	0.08	0.97	0.07	0.07	0.97	0.06	0.96	0.25	0.07
X_7	0.31	0.88	0.29	−0.22	0.95	0.05	0.65	0.45	−0.22	−0.50	0.80	−0.60	0.74	0.13	0.89	−0.43	−0.13	0.59	0.52	−0.10	0.51	0.83	0.38	0.83	0.28	0.21	0.96	−0.26	−0.24	0.92
X_8	0.67	−0.35	0.59	0.97	0.08	0.19	0.95	0.21	0.19	0.93	0.22	0.98	0.10	0.99	0.00	0.05	−0.93	−0.32	−0.06	0.99	0.00	0.04	0.92	0.13	0.16	0.97	0.07	0.98	0.16	0.08
X_9	0.35	0.90	0.13	−0.06	0.93	−0.24	0.78	0.48	−0.15	−0.37	0.90	−0.44	0.85	0.26	0.85	−0.44	−0.08	0.50	0.75	−0.15	0.42	0.87	0.47	0.77	0.15	0.22	0.96	−0.11	−0.22	0.96
X_{10}	−0.99	0.03	−0.03	0.90	0.01	−0.35	0.99	−0.10	0.10	−0.92	0.08	0.91	0.06	−0.84	−0.35	−0.36	0.97	0.23	−0.02	0.99	−0.11	0.04	0.99	−0.10	−0.08	0.99	−0.08	0.79	−0.58	−0.01
X_{11}	−0.99	0.06	0.01	−0.84	0.01	−0.44	−0.97	0.15	−0.17	−0.99	−0.09	−0.95	−0.04	−0.97	0.22	0.09	−0.70	0.20	0.49	−0.17	−0.93	0.17	−0.99	0.08	0.07	−0.97	0.10	−0.95	−0.29	−0.03
X_{12}	0.87	0.11	−0.31	−0.42	−0.11	−0.30	−0.84	−0.41	0.02	0.77	−0.21	−0.34	−0.36	0.80	0.14	0.44	0.26	−0.69	0.59	0.12	0.75	−0.42	−0.88	0.42	0.12	−0.97	0.02	−0.82	0.47	−0.06
X_{13}	1.00	−0.04	0.01	0.99	0.02	0.07	0.99	−0.04	0.15	0.99	0.02	0.98	0.09	0.97	−0.22	−0.09	0.95	0.22	−0.14	1.00	−0.02	0.02	0.99	−0.06	−0.06	1.00	−0.06	0.94	0.32	0.03
X_{14}	0.99	−0.06	−0.01	0.84	−0.01	0.44	0.97	−0.15	0.17	0.99	0.09	0.95	0.04	0.97	−0.22	−0.09	0.70	−0.20	−0.49	0.17	0.93	−0.17	0.99	−0.08	−0.07	0.97	−0.10	0.95	0.29	0.03
X_{15}	−0.95	0.01	−0.15	−0.43	0.17	0.59	−0.76	0.50	−0.26	−0.98	−0.05	−0.80	0.05	−0.92	0.09	0.30	−0.24	0.81	−0.16	−0.88	−0.07	0.02	−0.48	0.75	−0.02	−0.89	−0.06	−0.24	−0.87	−0.21
X_{16}	1.00	−0.04	0.01	0.99	0.05	0.02	0.99	−0.07	0.12	0.99	0.03	0.99	0.09	0.92	−0.32	−0.18	0.97	0.23	−0.06	0.99	−0.07	0.03	0.99	−0.09	−0.07	0.99	−0.07	0.99	0.11	0.02

X_1:农业机械数量,X_2:耕地每百平方公里农业机械数量,X_3:粮食出口占商品出口百分比,X_4:粮食进口占商品进口百分比,X_5:粮食生产指数,X_6:GDP(2000 年美元不变价格),X_7:GDP 年增长率,X_8:人均 GDP,X_9:人均 GDP 年增长率,X_{10}:农村人口,X_{11}:农村人口百分比,X_{12}:农村人口增长率,X_{13}:城市人口数,X_{14}:城市人口百分比,X_{15}:城市人口增长率,X_{16}:总人口;F_1:第一主成分,F_2:第二主成分,F_3:第三主成分;“−”表示对应因素的数据缺失

http://www.ecologica.cn

表 4　世界主要国家耕地变化影响因素主成分载荷(Ⅱ)

Table 4　The primary factors loadings of the arable land driving forces for the major countries of the world (Ⅱ)

	日本 Japan	墨西哥 Mexico			尼日利亚 Nigeria			巴基斯坦 Pakistan			菲律宾 Philippines			俄罗斯 Russia			乌克兰 Ukraine				坦桑尼亚 Tanzania		美国 United States			越南 Vietnam		
	F_1	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3	F_4	F_1	F_2	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3
X_1	-	0.92	-0.01	-0.07	0.99	0.03	0.03	1.00	-0.01	0.02	0.96	-0.05	-0.23	0.98	0.07	-0.05	0.47	0.82	0.13	-0.11	0.91	0.36	-0.89	0.42	0.00	0.81	-0.40	0.25
X_2	-	0.92	-0.01	-0.04	0.99	0.02	-0.02	0.99	-0.01	0.03	0.95	-0.04	-0.26	0.98	0.05	-0.04	0.43	0.84	0.09	-0.13	0.90	0.40	-0.54	0.81	0.07	0.80	-0.55	0.17
X_3	-0.93	-0.94	-0.08	-0.17	-0.74	-0.32	0.51	-0.42	-0.37	0.80	-0.96	0.06	-0.09	-0.42	0.43	0.49	0.22	0.59	0.60	0.37	-0.92	0.26	-0.95	0.00	-0.04	-0.98	-0.01	0.05
X_4	-0.76	0.03	0.10	0.99	0.73	-0.17	0.02	-0.63	-0.33	-0.04	-0.83	-0.01	-0.28	0.77	-0.23	0.41	-0.06	0.34	-0.39	0.78	-0.85	-0.13	-0.94	0.24	-0.02	0.81	0.13	0.48
X_5	0.74	0.97	0.05	-0.16	0.94	0.00	0.24	0.99	-0.04	0.05	0.99	0.06	-0.06	-0.85	0.36	0.04	-0.57	0.33	0.50	-0.48	0.91	0.13	0.95	0.17	0.10	0.98	0.04	0.10
X_6	0.97	0.97	0.06	-0.12	0.96	0.11	-0.05	0.99	0.00	0.06	0.98	0.08	-0.05	-0.99	0.06	-0.02	-0.98	0.04	0.18	0.06	0.98	-0.15	0.96	0.25	0.08	0.97	0.15	-0.02
X_7	0.97	-0.56	0.78	-0.11	-0.38	0.82	0.36	-0.23	0.90	0.32	-0.18	0.93	-0.05	-0.61	-0.77	-0.05	-0.39	0.73	-0.20	0.04	0.91	0.33	-0.22	-0.06	0.95	0.65	0.39	-0.61
X_8	0.97	0.95	0.12	0.04	0.47	0.35	-0.60	0.99	-0.01	0.06	0.84	0.15	0.12	-0.99	0.06	-0.03	-0.98	0.02	0.15	0.05	0.98	-0.17	0.97	0.21	0.09	0.98	0.15	-0.03
X_9	-0.79	-0.22	0.95	-0.03	-0.44	0.79	0.36	-0.22	0.92	0.17	0.11	0.89	0.26	-0.67	-0.72	-0.05	-0.48	0.67	-0.31	0.00	0.89	0.37	-0.42	-0.10	0.88	0.67	0.07	-0.72
X_{10}	-0.98	0.97	0.06	0.12	0.99	0.02	0.02	0.99	-0.06	0.12	0.87	-0.04	0.44	0.92	0.26	0.13	0.99	0.04	0.10	0.02	0.99	-0.05	0.24	-0.94	-0.03	0.97	0.17	0.09
X_{11}	-1.00	-0.99	-0.05	-0.03	-1.00	-0.04	-0.03	-0.98	0.07	-0.17	-0.99	0.01	0.07	-0.98	0.17	0.00	0.99	-0.01	-0.10	-0.03	-0.99	0.03	-0.92	-0.38	-0.08	-0.99	-0.09	-0.05
X_{12}	-0.45	-0.95	-0.08	-0.20	-0.51	0.36	-0.69	-0.90	-0.21	0.17	-0.91	0.12	-0.31	0.15	0.37	-0.86	0.06	0.43	-0.65	-0.45	0.83	-0.37	-0.40	0.78	-0.10	-0.49	0.77	0.16
X_{13}	1.00	0.99	0.04	-0.11	0.99	0.01	0.12	0.99	-0.03	0.11	0.99	0.03	-0.13	0.99	-0.03	0.04	0.96	0.08	0.20	0.05	0.99	-0.08	0.97	0.24	0.07	0.99	0.12	0.04
X_{14}	1.00	0.99	0.05	0.03	1.00	0.04	0.03	0.98	-0.07	0.17	0.99	-0.01	-0.07	0.98	-0.17	0.00	-0.99	0.01	0.10	0.03	0.99	-0.03	0.92	0.38	0.08	0.99	0.09	0.05
X_{15}	-0.93	-0.99	-0.03	0.09	-0.75	-0.37	-0.14	-0.82	-0.22	0.35	-0.29	-0.17	0.91	-0.49	0.45	0.19	0.92	-0.20	-0.10	-0.10	0.78	-0.56	0.70	-0.30	-0.02	-0.18	0.93	0.30
X_{16}	1.00	0.99	0.05	-0.10	0.99	0.01	0.08	0.99	-0																			

X_1—农业机械数量，X_2—耕地每百平方公里农业机械数量，X_3-粮食出口占商品出口百分比，X_4—粮食进口占商品进口百分比，X_5—粮食生产指数，X_6—GDP(2000 年美元不变价格)，X_7—GDP 年增长率，X_8—人均 GDP，X_9—人均 GDP 年增长率，X_{10}—农村人口，X_{11}—农村人口百分比，X_{12}—农村人口增长率，X_{13}—城市人口数，X_{14}—城市人口百分比，X_{15}—城市人口增长率，X_{16}—总人口；F_1—第一主成分，F_2—第二主成分，F_3—第三主成分，F_4—第四主成分；“-”表示对应因素的数据缺失

http://www.ecologica.cn

表 5　耕地总量、人均耕地与主成分的相关性系数

Table 5　The correlation coefficient for the total arable land, per capital arable land and the primary factors

国家 Countries	耕地总量 Total amount of arable land				人均耕地 Per capital arable land			
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_1	F_2	F_3	F_4
阿根廷 Argentina	0.831**	−0.170	0.295*	—	−0.848**	−0.107	0.297*	—
澳大利亚 Australia	0.609**	−0.045	−0.240	—	−0.906**	−0.029	−0.059	—
孟加拉国 Bangladesh	−0.871**	−0.118	0.109	—	−0.972**	0.154	−0.072	—
巴西 Brazil	0.980**	0.133	—	—	−0.366*	0.521**	—	—
加拿大 Canada	0.934**	0.035	—	—	−0.991**	−0.045	—	—
中国 China	−0.509*	−0.519*	−0.218	—	−0.952**	0.138	0.120	—
刚果民主共和国 Democratic Republic of Congo	0.902**	−0.256	0.270	—	−0.994**	0.036	−0.076	—
埃及 Egypt	0.345*	−0.759**	0.255	-	−0.917**	−0.363*	0.108	—
埃塞俄比亚 Ethiopia	0.906**	0.357	0.153	—	0.060	0.870**	0.365	—
印度 India	−0.004	−0.323*	—	—	−0.958**	0.129	—	—
印度尼西亚 Indonesia	0.568**	0.388*	−0.123	—	−0.936**	0.203	−0.061	—
日本 Japan	−0.979**	—	—	—	−0.994**	—	—	—
墨西哥 Mexico	0.950**	0.056	−0.156	—	−0.967**	−0.058	−0.101	—
尼日利亚 Nigeria	0.836**	0.117	0.115	—	−0.958**	−0.065	0.099	—
巴基斯坦 Pakistan	0.884**	−0.100	0.156	—	−0.952**	0.112	−0.174	—
菲律宾 Philippines	0.468**	−0.150	0.672**	—	−0.975**	−0.007	−0.139	—
俄罗斯 Russia	0.946**	0.145	−0.119	—	0.020	0.497	−0.302	—
坦桑尼亚 Tanzania	0.878**	−0.186	—	—	−0.951**	−0.097	—	—
乌克兰 Ukraine	0.804**	0.210	0.506	0.072	−0.993**	−0.029	−0.008	−0.009
美国 United States	−0.860**	−0.464**	−0.115	—	−0.981**	−0.164	−0.077	—
越南 Vietnam	0.669*	−0.147	0.345	—	−0.178	−0.292	0.386	—

* * 在 0.01 水平上显著相关; * 在 0.05 水平上显著相关;F_1 为第一主成分,F_2 为第二主成分,F_3 为第三主成分,F_4 为第四主成分;“—”表示无相应的主成分因子

大农业种植面积、增加乙醇生产赢利,成为巴西砍伐森林、增加耕地的主要动因[3,15]。据 FAO 统计数据,在 1990—2007 年间,巴西森林面积从 $574.8\times10^6 hm^2$ 锐减到 2007 年的 $526.1\times10^6 hm^2$,年均减少 $286.7\times10^4\ hm^2$,森林面积的减少速度远高于世界平均速度。由于粮食生产向乙醇生产的转变,巴西粮食出口量明显下降,在 1961—2007 年间,粮食出口占商品出口百分比从 71.15% 急剧减少到 26.35%。人均耕地增加则与人口、耕地总量同时增加有关。1961 年,巴西人口为 7495.3 万人,而到 2007 年人口则增加到 1.9 亿,比 1961 年增加了 156.65%,略低于耕地总量增加的速度,从而出现人均耕地略有增加的现象。

3.2　耕地总量和人均耕地同时减少

耕地总量和人均耕地同时减少的国家包括孟加拉国、日本、俄罗斯和美国;其中,孟加拉国、日本和美国耕地总量减少比例低于人均耕地减少比例,而俄罗斯耕地总量减少比例略高于人均耕地减少比例。

孟加拉国作为南亚次大陆国家,是传统的农业国[16],地貌类型以肥沃、平坦的冲积平原为主,非常适于农业和渔业。综合分析表 5 相关性结果、表 3 中第一主成分因子载荷和孟加拉国统计资料可以发现,近几十年来孟加拉农业机械化水平和粮食进出口比例有所提升,但是随着城镇化和工业化的发展,其城市人口比例急剧增加、城市化扩张导致耕地面积大量减少的趋势则更为明显。在 1961—2007 年间,孟加拉国人口从 5539.8 万人迅速增加到 1.58 亿,城市化人口比例从 5.32% 上升到了 26.66%,而耕地面积却减少了 102.7 万 hm^2,减少了 11.93%,

日本在二战后其经济实现了快速复苏与发展,GDP(2000 年不变价格)从 1961 年 7500 亿美元迅速增长到 2007 年的 52012 亿美元,经济发展造成了工业用地和城市用地面积扩大,进而导致了耕地总量的迅速减少;同期,日本人口从 9405 万人增加到 1.27 亿,在耕地总量减少的背景下,人口增长更进一步加剧了日本人

均耕地的数量降低。从而出现了日本耕地总量、人均耕地和农村人口呈现显著正相关,而与 GDP、城市人口呈现显著负相关的现象(表 4、表 5)。

美国既是世界的头号经济强国,也是耕地面积最多的国家。根据表 4、表 5 可以看出,美国耕地总量变化和 GDP、城市人口比例呈现负相关,与粮食进出口和农村人口比重呈现正相关。这种现象表明,随着美国的经济发展、城市化水平的提高,耕地面积有所减少,但是其减少的幅度并不大;这是由于在经济发展过程中,美国重视农地和生态保护,强调土地资源的可持续利用,耕地保护不仅是政府职责,也是公民自觉的义务[17]。美国人均耕地明显减少,则主要是由于美国人口尤其是城市人口不断攀升的原因。在研究时段内,美国人口从 1.89 亿增长到 3.09 亿,其中,城市人口从 1.29 亿增长到 2.45 亿。

俄罗斯作为世界上面积最大的国家,其经济在前苏联解体后曾严重衰退,近 10 余年间在大量出售资源的情况下得以迅速复苏,城市化过程进一步加快,大量人口涌入城市[18],呈现出近郊区耕地减少和远郊区耕地荒芜的现象,耕地总量和经济发展表现为显著负相关(表 4、表 5)。城市化和耕地闲置等使俄罗斯耕地总量在 1992—2007 年间迅速下降了 7.90%。与此相对应,在 1992—2007 年间,俄罗斯女性比例平均为 53.33%,粗出生率平均为 9.6‰,粗死亡率平均为 14.9‰[1],男女比例失调、人口出生率不断下降与人口死亡率居高不下,导致俄罗斯人口在 1992—2007 年间下降了 4.54%。在耕地总量和人口同时减少的背景下,俄罗斯出现了人均耕地减少速度显著高于耕地总量减少速度的现象。

3.3 耕地总量减少而人均耕地增加

在整个研究时段内,乌克兰耕地总量减少了 2.78%,但是人均耕地却增加了 8.32%。耕地总量变化和人口总数呈正相关,而与经济发展、城市人口比例呈现负相关(表 4、表 5)。乌克兰耕地总量减少与目前乌克兰正在经历的市场经济变革、推行市场经济和城市化有关,而弃耕撂荒现象也是耕地减少的重要原因之一[19-20]。人均耕地增加则主要是由于乌克兰人口持续减少所导致。1992 年,乌克兰人口为 5157.2 万人,而到 2007 年,乌克兰人口却锐减到 4599.2 万人,净减少 558 万人[1]。乌克兰人口持续减少的主要原因是乌克兰人口比例严重失调、出生人口远少于死亡人口,人口持续减少所导致。根据世界银行数据,2007 年乌克兰女性比例为 53.86%,粗出生率为 10.2‰,而粗死亡率则高达 16.4‰。

3.4 耕地总量增加而人均耕地减少

耕地总量增加而人均耕地减少的情况有 15 个国家,包括阿根廷、澳大利亚、加拿大、中国、刚果民主共和国、埃及、埃塞俄比亚、印度、印度尼西亚、墨西哥、尼日利亚、巴基斯坦、菲律宾、坦桑尼亚和越南。耕地总量增加而人均耕地减少的现象表明,这些国家耕地总量增加速度低于人口总量增加速度。综合分析表 3—5 可以发现,除埃塞俄比亚之外,其余国家的人均耕地和 GDP、总人口、城市人口均呈现负相关,反映出这些国家伴随着经济增长、城市化和人口增长,人均耕地表现为急剧下降的态势。埃塞俄比亚作为世界最不发达的国家之一,20 世纪 80 年代由于其政局不稳而导致经济发展滞后;但在近 10 余年来,经济水平和人口总量持续增加,耕地总量起伏不定,从而表现出人均耕地和城市化、经济发展不相关的现象。

进一步分析这些国家的人口变化数据可以发现,在 1961—2007 年间,除了埃塞俄比亚由于研究的年限较短(1993—2007 年)人口增加百分比仅为 47.12% 之外,其余国家人口增加百分比都超过了 80%,最高接近 300%。其中,阿根廷、澳大利亚、加拿大的人口增加百分比在 80%—100% 之间,中国、埃及、印度、印度尼西亚、墨西哥、越南的人口增加百分比在 100%—200% 之间,坦桑尼亚、刚果民主共和国、巴基斯坦、尼日利亚、菲律宾的人口增加百分比在 200%—300% 之间。在人口激增的背景下,这些国家人均耕地数量表现出急剧下降的趋势。

在人口增加因素的驱动下,增加耕地总量、满足粮食安全需求是这些国家的必然选择;但是,由于国情不同,不同国家耕地总量变化幅度差异明显。综合分析表 3—5 可以发现,阿根廷、澳大利亚、加拿大、刚果民主共和国、埃塞俄比亚、墨西哥、尼日利亚、巴基斯坦、坦桑尼亚和越南等国家耕地总量变化和经济发展、城市化发展水平呈现正相关,反映出这些国家在经济发展中开发后备资源增加耕地所做出的努力和成效。但是,对

于中国、菲律宾、印度尼西亚、印度、埃及而言,耕地总量和经济发展、城市化发展水平的相关程度较低甚至负相关,反映出这些国家在增加耕地面积的过程中,面临着后备资源短缺或者耕地非农化的挑战。因而,提高机械化水平和粮食生产指数,调整粮食进出口比例往往是这些国家在维护粮食安全过程中的必然选择。

4　结论与讨论

(1)从20 世纪 60 年代到2007 年间的不同时期内,本研究所选择的21 个国家中,有越来越多的国家耕地总量在减少,这种现象清晰地反映出越来越多国家正面临着耕地短缺的挑战。而对于人均耕地而言,除了巴西和乌克兰两个国家外,其余 19 个国家人均耕地都出现了下降趋势;这种现象显示,世界粮食危机正处于不断加重的趋势中。

(2)对于耕地总量和人均耕地同时增加、耕地总量和人均耕地同时减少、耕地总量减少而人均耕地增加、耕地总量增加而人均耕地减少的四种情况,城市化、人口增长和经济发展一直是影响耕地总量、人均耕地变化的重要因素;但是,由于不同国家土地利用潜力不同、政局稳定程度不同,不同国家的影响因素也有明显差别。其中,扩大农业种植面积、增加乙醇生产赢利,成为巴西砍伐森林、增加耕地的主要动因;城市化与工业化则是孟加拉国、日本、俄罗斯和美国耕地减少的重要原因;而乌克兰耕地总量减少和人均耕地增加则主要是由于人口锐减和城市化发展所致。对于其他 15 个国家而言,城市化、经济发展和人口激增导致了人均耕地的显著降低;同时,人口增长也成为这些国家增加耕地总量、保障粮食安全的重要动力;但是,由于不同国家后备土地资源状况有较大差距,这些国家的耕地增长幅度差异明显。

(3)本研究共涉及到21 个国家,涵盖了 5 大洲不同经济发展水平的国家。在探讨耕地变化的影响因素中,尽管作者尝试分析了耕地变化的可能原因,识别了这些国家耕地变化的主要影响因素;但是由于专业知识所限,对相关国家耕地变化的影响因素分析尚显的不够深入和全面,在进一步的研究中有待于深入和细化。此外,在进一步的研究中,尚需要探讨耕地面积变化与粮食生产、粮食进出口、粮食供需平衡的关系,以期为明晰人口-粮食生产与需求关系,探讨不同国家的可能粮食危机服务。

References:

[1] The Statistical Database of the Food and Agriculture Organization (FAO). [2012-03-08]. http://faostat.fao.org/.

[2] The United Nations Population Fund. State of world population: from conflict and crisis to renewal. New York: UNFPA, 2010.

[3] World Bank. Rising global interest in farmland: can it yield sustainable and equitable benefits? Washington DC: World Bank, 2010.

[4] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food insecurity in the world: addressing food insecurity in protracted crises. Rome: FAO, 2010.

[5] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food insecurity in the world: how does international price volatility affect domestic economies and food security. Rome: FAO, 2011.

[6] Wu Y, Yang G S, Wan R R. Advances in researches on relations between cultivated land change and socio- economic development. Progress in Geography, 2008, 27(1): 90-98.

[7] Wang F, Tang H J. Research progress of cultivated land resource security in China. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(3): 471-475.

[8] Tao F L, Yokozawa M, Liu J Y, Zhang Z. Climate change, land use change, and China's food security in the twenty-first century: an integrated perspective. Climatic Change, 2009, 93(3/4): 433-445.

[9] Zhao W W. International comparison of land use research. Journal of Earth Environment, 2010, 1(3): 249-256.

[10] Wirsenius S, Azar C, Bendes G. How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030? Agricultural Systems, 2010, 103(9): 621-638.

[11] Wolf J, Bindraban P S, Luijten J C, Vleeshouwersa L M. Exploratory study on the land area required for global food supply and the potential global production of bioenergy. Agricultural Systems, 2003, 76(3): 841-861.

[12] de Ridder N. Land quality, agricultural productivity, and food security: biophysical processes and economic choices at local, regional, and global levels. Agricultural Systems, 2005, 83(3): 331-332.

[13] Brown L R. Who Will Feed China? Wake-Up Call for Small Planet. New York: WW Norton and Company, 1995.

[14] The Statistical Database of the World Bank. [2012-03-08]. http://data.worldbank.org/.

[15] Gibbs H K, Ruesch A S, Achard F, Clayton M K, Holmgren P, Ramankutty N, Foley J A. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2010, 107(38): 16732-16737.

[16] Wang Z L. Bangladesh land management agencies. Land and Resources Information, 2011, (5): 13-17.

[17] Liu Z Y. The farmland protection implications of the United States in the urbanization process and its implementation for China. World Agriculture, 2010, (6): 28-30.

[18] Valetov T. Migration and the household: urban living arrangements in late 19th-to early 20th-century Russia. The History of the Family, 2008, 13(2): 163-177.

[19] Baumann M, Kuemmerle T, Elbakidze M, Ozdogan M, Radeloff V C, Keuler N S, Prishchepov A V, Kruhlov I, Hostert P. Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine. Land Use Policy, 2011, 28(3): 552-562.

[20] Li X H. "Why the "breadbasket of Europe" has not enough food? -Reasons analysis of Ukraine's agricultural crisis. East European, Russian and Central Asian Studies, 1996, (6): 34-38.

参考文献:

[6] 吴业, 杨桂山, 万荣荣. 耕地变化与社会经济发展关系研究进展. 地理科学进展, 2008, 27(1): 90-98.

[7] 王枫, 汤惠君. 中国耕地资源安全研究进展. 中国农学通报, 2011, 27(3): 471-475.

[9] 赵文武. 土地利用研究的国际比较. 地球环境学报, 2010, 1(3): 249-256.

[16] 王正立. 孟加拉国土地管理机构. 国土资源情报, 2011, (5): 13-17.

[17] 刘志扬. 美国在城市化过程中实施耕地保护对中国的启示. 世界农业, 2010, (6): 28-30.

[20] 李兴汉. "欧洲粮仓"的粮食为何少了? 试析乌克兰农业危机原因. 东欧中亚研究, 1996, (6): 34-38.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 20 October, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Characteristics of nitrous oxide (N_2O) emission from a headstream in the upper Taihu Lake Basin ····· YUAN Shufang, WANG Weidong (6279)
Nutrient dynamics of the litters during standing and sediment surface decay in the Min River estuarine marsh ····· ZENG Congsheng, ZHANG Linhai, WANG Tian'e, et al (6289)
Diversity and distribution of endophytic bacteria isolated from *Caragana microphylla* grown in desert grassland in Ningxia ····· DAI Jinxia, WANG Yujiong (6300)
Spatial distribution of *Trabala vishnou gigantina* Yang pupae in Shaanxi Province, China ····· ZHANG Yiqiao, ZONG Shixiang, LIU Yonghua, et al (6308)
Effects of drought stress on *Cyclobalanopsis glauca* seedlings under simulating karst environment condition ····· ZHANG Zhongfeng, YOU Yeming, HUANG Yuqing, et al (6318)
Ecosystem diversity in Jinggangshan area, China ····· CHEN Baoming, LIN Zhenguang, LI Zhen, et al (6326)
Niche dynamics during restoration process for the dominant tree species in montane mixed evergreen and deciduous broadleaved forests at Mulinzi of southwest Hubei ····· TANG Jingming, AI Xuenru, YI Yongmei, et al (6334)
Effects of different day/night warming on the photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters of *Sinocalycanthus chinensis* seedlings ····· XU Xingli, JIN Zexin, HE Weiming, et al (6343)
The effect of simulated chronic high wind on the phenotype of *Salsola arbuscula* ····· NAN Jiang, ZHAO Xiaoying, YU Baofeng (6354)
Responses of N and P stoichiometry on mulching management in the stand of *Phyllostachys praecox* ····· GUO Ziwu, CHEN Shuanglin, YANG Qingping, et al (6361)
Tree-ring-based reconstruction of the temperature variations in February and March since 1890 AD in southern Jiangxi Province, China ····· CAO Shoujin, CAO Fuxiang, XIANG Wenhua (6369)
Diel variations and seasonal dynamics of soil respirations in subalpine meadow in western Sichuan Province, China ····· HU Zongda, LIU Shirong, SHI Zuomin, et al (6376)
Effects of fire disturbance on litter mass and soil carbon storage of *Betula platyphylla* and *Larix gmelinii-Carex schmidtii* swamps in the Xiaoxing'an Mountains of Northeast China ····· ZHOU Wenchang, MU Changcheng, LIU Xia, et al (6387)
Variance analysis of soil carbon sequestration under three typical forest lands converted from farmland in a Loess Hilly Area ····· TONG Xiaogang, HAN Xinhui, WU Faqi, et al (6396)
Soil-property and plant diversity of highway rocky slopes ····· PAN Shulin, GU Bin, LI Jiaxiang (6404)
Effects of slope position on soil microbial biomass of *Quercus liaotungensis* forest in Dongling Mountain ····· ZHANG Di, ZHANG Yuxin, QU Laiye, et al (6412)
Responses of water quality to landscape pattern in Taihu watershed: case study of 3 typical streams in Yixing ····· WANG Ying, ZHANG Jianfeng, CHEN Guangcai, et al (6422)
Study on the fairness of resource-environment system of Jiangxi Province based on different methods of Gini coefficient ····· HUANG Heping (6431)
Simulation of the spatial pattern of land use change in China: the case of planned development scenario ····· SUN Xiaofang, YUE Tianxiang, FAN Zemeng (6440)
Arable land change dynamics and their driving forces for the major countries of the world ····· ZHAO Wenwu (6452)
Denitrification characteristics of an aerobic denitrifying bacterium *Defluvibacter lusatiensis* str. DN7 using different sources of nitrogen ····· XIAO Jibo, JIANG Huixia, CHU Shuyi (6463)
Study on sustainable development in nanjing based on ecological footprint model ····· ZHOU Jing, GUAN Weihua (6471)
Applying input-output analysis method for calculation of water footprint and virtual water trade in Gansu Province ····· CAI Zhenhua, SHEN Laixin, LIU Junguo, et al (6481)
Correlation analysis of spatial variability of Soil available nitrogen and household nitrogen inputs at Pujiang County ····· FANG Bin, WU Jinfeng, NI Shaoxiang (6489)
Characteristics of the fish assemblages in the intertidal salt marsh zone and adjacent mudflat in the Yangtze Estuary ····· TONG Chunfu (6501)
A comparison study on the secondary production of macrobenthos in different wetland habitats in Shenzhen Bay ····· ZHOU Fufang, SHI Xiuhua, QIU Guoyu, et al (6511)
Regurgitant from *Orgyia ericae* Germar induces calcium influx and accumulation of hydrogen peroxide in *Ammopiptanthus mongolicus* (Maxim. ex Kom.) Cheng f. cells ····· GAO Haibo, ZHANG Shujing, SHEN Yingbai (6520)
Behavior characteristics and habitat adaptabilities of the endangered butterfly *Teinopalpus aureus* in Mount Dayao ····· ZENG Juping, ZHOU Shanyi, DING Jian, et al (6527)
Community structure and dynamics of fig wasps in syconia of *Ficus microcarpa* Linn. f. in Fuzhou ····· WU Wenshan, ZHANG Yanjie, LI Fengyu, et al (6535)

Review and Monograph

Review and trend of eco-compensation mechanism on river basin ····· ZHANG Zhiqiang, CHENG Li, SHANG Haiyang, et al (6543)
Definition and research progress of sustainable consumption: from industrial ecology view ····· LIU Jingru, LIU Ruiquan, YAO Liang (6553)
The estimation and application of the water footprint in industrial processes ····· JIA Jia, YAN Yan, WANG Chenxing, et al (6558)
Research progress in ecological risk assessment of mining area ····· PAN Yajing, WANG Yanglin, PENG Jian, et al (6566)

Scientific Note

Litter amount and its dynamic change of four typical plant community under the fenced condition in desert steppe ····· LI Xuebin, CHEN Lin, ZHANG Shuoxin, et al (6575)
Effects of planting densities and modes on activities of some enzymes and yield in summer maize ····· LI Hongqi, LIN Haiming, LIANG Shurong, et al (6584)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933　　CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址: 100085 北京海淀区双清路 18 号　**电　　话**: (010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@ rcees. ac. cn　**网　　址**: www. ecologica. cn

编辑部主任　孔红梅　　**执行编辑**　刘天星　段　靖

生　态　学　报
(SHENGTAI　XUEBAO)
(半月刊　1981 年 3 月创刊)
第 32 卷　第 20 期　(2012 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32　No. 20 (October, 2012)

编　　辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www. ecologica. cn shengtaixuebao@ rcees. ac. cn
主　　编	冯宗炜
主　　管	中国科学技术协会
主　　办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085
出　　版	科学出版社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:1R00717
印　　刷	北京北林印刷厂
发　　行	科学出版社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg. net
订　　购	全国各地邮局
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号

Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www. ecologica. cn Shengtaixuebao@ rcees. ac. cn
Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg. net
Domestic	All Local Post Offices in China
Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China

ISSN 1000-0933　CN 11-2031/Q　国内外公开发行　国内邮发代号 82-7　国外发行代号 M670　定价 70.00 元