

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

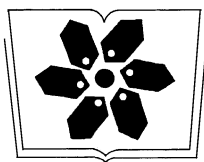
Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 17 期 Vol.33 No.17 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 17 期 2013 年 9 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 植物角质层蜡质的化学组成研究综述 曾 琼, 刘德春, 刘 勇 (5133)
- 中国滨海盐沼湿地碳收支与碳循环过程研究进展 曹 磊, 宋金明, 李学刚, 等 (5141)

个体与基础生态

- 秸秆隔层对盐碱土水盐运移及食葵光合特性的影响 赵永敢, 逢焕成, 李玉义, 等 (5153)
- 盐地碱蓬二型性种子及其幼苗对盐渍环境的适应性 刘 艳, 周家超, 张晓东, 等 (5162)
- 不同抗旱性花生品种的根系形态发育及其对干旱胁迫的响应 丁 红, 张智猛, 戴良香, 等 (5169)
- 夏季苹果新梢生理指标与抗苹果绵蚜的关系 王西存, 周洪旭, 于 毅, 等 (5177)
- 花期海蓬子对盐胁迫的生理响应 刘伟成, 郑春芳, 陈 琛, 等 (5184)
- 白蜡多年卧孔菌生物学特性及驯化栽培 鲁 铁, 图力古尔 (5194)
- 重度火烧迹地微地形对土壤微生物特性的影响——以坡度和坡向为例
..... 白爱芹, 傅伯杰, 曲来叶, 等 (5201)
- 秸秆还田与施肥对稻田土壤微生物生物量及固氮菌群落结构的影响 刘骁蓓, 涂仕华, 孙锡发, 等 (5210)
- 大穗型小麦叶片性状、养分含量及氮素分配特征 王丽芳, 王德轩, 上官周平 (5219)
- 复合不育剂 EP-1 对小鼠空间记忆与焦虑行为的影响 王晓佳, 秦婷婷, 胡 霞, 等 (5228)

种群、群落和生态系统

- 小兴安岭阔叶红松混交林林隙特征 刘少冲, 王敬华, 段文标, 等 (5234)
- 高寒矮嵩草群落退化演替系列氮、磷生态化学计量学特征 林 丽, 李以康, 张法伟, 等 (5245)
- 中亚热带人工针叶林生态系统碳通量拆分差异分析 黄 昆, 王绍强, 王辉民, 等 (5252)
- 高寒山区一年生混播牧草生态位对密度的响应 赵成章, 张 静, 盛亚萍 (5266)
- 乳山近海大型底栖动物功能摄食类群 彭松耀, 李新正 (5274)

景观、区域和全球生态

- 采伐干扰对大兴安岭落叶松-苔草沼泽植被碳储量的影响 牟长城, 卢慧翠, 包 旭, 等 (5286)
- 西南喀斯特地区轮作旱地土壤 CO₂ 通量 房 彬, 李心清, 程建中, 等 (5299)
- 干湿季节下基于遥感和电磁感应技术的塔里木盆地北缘绿洲土壤盐分的空间变异性
..... 姚 远, 丁建丽, 雷 磊, 等 (5308)
- 东北温带次生林和落叶松人工林土壤 CH₄ 吸收和 N₂O 排放通量 孙海龙, 张彦东, 吴世义 (5320)
- 新疆东部天山蝶类多样性及其垂直分布 张 鑫, 胡红英, 吕昭智 (5329)
- 玉米农田空气动力学参数动态及其与影响因子的关系 蔡 福, 周广胜, 明惠青, 等 (5339)

天山北坡家庭牧场复合系统对极端气候的响应过程..... 李西良,侯向阳,丁 勇,等 (5353)

大城市边缘区景观破碎化空间异质性——以北京市顺义区为例..... 李 灿,张凤荣,朱泰峰,等 (5363)

资源与产业生态

基于 GLBM 模型的中国大陆阿根廷滑柔鱼鱿钓渔业 CPUE 标准化 陆化杰,陈新军,曹 杰 (5375)

三峡库区古夫河水质时空分异特征..... 冉桂花,葛继稳,苗文杰,等 (5385)

城乡与社会生态

汉、藏、回族地区农户的环境影响——以甘肃省张掖市、甘南藏族自治州、临夏回族自治州为例.....

..... 赵雪雁,毛笑文 (5397)

研究简报

中国近海浮游动物群落结构及季节变化..... 杜明敏,刘镇盛,王春生,等 (5407)

海洋污染物对菲律宾蛤仔的免疫毒性..... 丁鉴锋,闫喜武,赵力强,等 (5419)

衰亡期沉水植物对水和沉积物磷迁移的影响..... 王立志,王国祥 (5426)

伊洛河流域外来草本植物分布格局..... 郭屹立,丁圣彦,苏 思,等 (5438)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-09



封面图说: 帽儿山次生林林相——帽儿山属于长白山山脉的张广才岭西坡,松花江南岸支流阿什河的上游,最高海拔 805m,由侏罗纪中酸性火山岩构成,是哈尔滨市附近的最高峰,因其貌似冠状而得名。东北林业大学于 1958 年在此建立了实验林场。山上生长着松树、榆树、杨树及各种灌木等,栖息着山鸡、野兔等野生动物,在茂密的草地上还生长有各种蘑菇。其地带性植被为温带针阔混交林,目前状况为天然次生林。部分地方次生林转变为落叶松人工林后,落叶松林地的凋落物层影响了林地土壤水分的格局。

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

DOI: 10.5846/stxb201206030804

李西良, 侯向阳, 丁勇, 尹燕亭, 运向军, 穆怀彬. 天山北坡家庭牧场复合系统对极端气候的响应过程. 生态学报, 2013, 33(17): 5353-5362.

Li X L, Hou X Y, Ding Y, Yin Y T, Yun X J, Mu H B. The response process to extreme climate events of the household compound system in the northern slope of Tianshan Mountain. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(17): 5353-5362.

天山北坡家庭牧场复合系统对极端气候的响应过程

李西良^{1,2}, 侯向阳^{1,*}, 丁 勇¹, 尹燕亭^{1,3}, 运向军¹, 穆怀彬¹

(1. 中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特 010010; 2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081;

3. 兰州大学草地农业科技学院, 兰州 730020)

摘要:在草原牧区, 家庭牧场作为取代游牧制度而产生的新生事物, 其对极端气候响应过程的研究尚未见报道。以“极端气候敏感性-影响途径-响应方式”为分析框架, 基于问卷调查方法, 研究了天山北坡山地草原牧民对极端气候的响应过程。结果表明: 1) 天山北坡 1980—2009 年冬季雪灾、秋季旱灾风险趋于增大, 家庭牧场草料储备不足、畜种结构经济驱动型增加了对极端气候的敏感性; 2) 旱灾、雪灾是影响家庭牧场的主要极端气候类型, 其作用介质为牲畜和草场; 3) 自适应与外力适应是牧户响应极端气候的 2 种主要形式, 其中购买草料是最主要的响应策略; 4) 通过 Probit 模型估计显示, 极端气候认知、家庭特征、资产状况与牧户间适应行为选择有显著的关系。研究认为, 家庭牧场对极端气候短期响应的反馈过程主要围绕草、畜 2 因子展开, 基于降水波动的周期性, 牧户长期响应形成了家庭牧场生产周期。

关键词:气候变化适应性; 极端气候响应; 家庭牧场生产周期; 天山北坡

The response process to extreme climate events of the household compound system in the northern slope of Tianshan Mountain

LI Xiliang^{1,2}, HOU Xiangyang^{1,*}, DING Yong¹, YIN Yanting^{1,3}, YUN Xiangjun¹, MU Huaibin¹

1 Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Hohhot 010010, China

2 Graduate School of Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China

3 College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China

Abstract: The household pasture is a new alternative grazing pattern, replacing nomadic way. The study on the response process of household compound system to extreme climate has not been reported. Taking "extreme climate sensitivity-impact way-response mode" as the analysis framework, the herders' response process to extreme climate is conducted in the northern slope of Tianshan Mountain by means of questionnaire. The results show that: 1) The risk index of winter snowstorm and autumn drought increased with years in 1980—2009. Moreover, the less forage and feed structure driven by market economy make the household pasture more sensitive to extreme climate; 2) Drought and snowstorm are the main extreme climate types which influence households by livestock and pasture; 3) Self-adaption and external adaption are the main response model of herder to extreme climate, and buying forage is the main response strategy; 4) Probit model shows that the herders' adaptive behaviors have significant relationship with extreme climate perception by herders, family characteristics and properties. The results indicate that the short-term response and feedback of household to extreme climate events primarily involved two factors, grass and livestock. In addition, the long-term response of herder to the periodic precipitation fluctuations promotes the formation of production cycle of household pasture.

基金项目:国家自然科学基金项目(70933004; 71103185); 公益性行业(农业)科研专项(201003019); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(1610332012201; 1610332012002); 内蒙古自然科学基金重大项目(2010ZD08)

收稿日期: 2012-06-03; 修订日期: 2012-10-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: houxy16@126.com

Key Words: climate changes adaptability; extreme climate response; household production cycle; northern slope of Tianshan Mountain

气候变化是当前全球性的热点议题^[1],既阻止、减缓之后,适应被认为是人类应对气候变化的明智之举^[2],2011 年 IPCC 特别报告明确指出,气候变化导致极端气候事件增多^[3],故对极端气候响应机理成为适应性研究的核心问题之一,是亟待回答的科学问题。家庭与区域是社会视角气候变化适应性 2 个主要研究尺度^[4],涉及领域是与气候因子密切相关的农牧业等方面^[5]。在天山北坡山地草原地带,草原承包政策及牧民定居工程的实施,催生以家庭牧场为基本单元适应气候变化格局的形成。故以天山北坡山地草原家庭牧场为尺度,研究家庭牧场复合系统对极端气候的响应过程,对揭示人类适应机制^[6]、提出草地适应性管理新模式^[7]具有重要意义。

家庭牧场是复合生态系统,由多要素组成的物质循环、能量流动、信息传递、价值增生体系^[8],它是草原承包政策实施后,取代游牧制度而产生的新生事物,其历史进程仅几十年,研究尚且薄弱。对牧户极端气候响应的研究,国内仅有对内蒙古不同草原类型区牧户适应气候变化的报道^[9-10],表明适应行为受家庭禀赋影响^[11]。在相关领域,国内外对农户的研究多从适应行为^[12-13]及“感知-适应”关系^[14-15]入手,通过对农户经营受气候趋势性、极端气候影响的厘定,探究响应策略^[16];基于灾害系统理论,有从致灾因子、孕灾环境、承灾体等角度^[17]阐释牧区旱灾、雪灾成灾机理的报道,如郝璐等从区域尺度以脆弱性分析框架研究了内蒙古牧区雪灾脆弱性的空间分异^[18]。梳理国内外文献,牧户尺度鲜有研究,家庭牧场复合系统对极端气候响应过程的研究未见报道。

本文以“极端气候敏感性—影响途径—响应方式”为分析框架,基于对新疆昌吉市、呼图壁县、玛纳斯县 182 个家庭牧场的问卷调查,研究天山北坡山地草原家庭尺度响应极端气候的过程,拟主要回答以下问题:1) 山地草原家庭牧场复合系统对极端气候的敏感性;2) 家庭牧场受何种关键气候因子的影响及其作用途径;3) 家庭牧场对极端气候的自适应与外力适应行为;4) 不同家庭牧场适应策略分异特征及其影响因素。通过研究,以期增添对家庭牧场研究的素材,并贡献人类气候变化适应过程的牧区案例,从而为提出草原气候变化适应性管理新模式提供依据。

1 研究地区与方法

1.1 研究地区

天山北坡指天山山脉中段和东段的山区、山前冲积扇、准噶尔盆地南部沙质草地,行政区划涉及乌鲁木齐市、昌吉回族自治州、克拉玛依市、塔城地区、博尔塔拉蒙古自治州,随海拔高度形成山地荒漠、荒漠草原、山地草原、草甸草原、山地草甸、高寒草甸、稀疏植被的不同草地类型垂直带谱。本研究选择天山北坡中段昌吉州境内的昌吉市、呼图壁县、玛纳斯县,位于东经 85°34'—91°32',北纬 43°06'—45°20',年平均气温 6.8℃左右,年均降水 200mm 左右。该地区牧民定居工程及草原承包政策的落实,催生家庭牧场成为天山北坡草地利用与保护的基本单元,可利用山前平原区的农业资源,具有农牧系统耦合效应。

1.2 数据获取

研究采用数据包括气象数据和牧户调查数据 2 部分,其中气象数据由国家气象信息中心授权使用,调查数据来自课题组 2010 年 8 月的实地入户问卷访谈调研。

国家气象台站蔡家湖站(编号 51365)、石河子站(编号 51356)、乌鲁木齐站(编号 51463)的地理位置距研究区最近,由于 3 台站气象数据在年、月等尺度的时间序列特征具较好的同步性和趋势特征,年均气温两两地区区间的 Pearson 相关系数为 0.96、0.94、0.92($P < 0.01$),年降水量两两地区区间的相关系数为 0.76、0.64、0.79($P < 0.01$),故选取其一站点蔡家湖站(编号:51365)为代表站点,利用 1980—2009 年气温、降水、风速等的年值、月值数据进行研究。

以山地草原家庭牧场为研究对象,采用分层随机抽样的方式获取样本,以问卷访谈法收集数据。选取

“天山北坡”中段山地草原地带昌吉市、呼图壁县、玛纳斯县 3 县,每县取 2 个草原牧业乡,每乡取 3 个村,每村随机抽取 10 个家庭牧场,对经营者进行访谈,回收问卷 182 份,式中有有效问卷 180 份,有效率 98.90%。调研内容涉及:1)牧户家庭基本信息、2009 年收支情况、草场面积、牲畜存栏量;2)极端气候对家庭牧场土、草、畜、人、设施的影响;3)牧户对极端气候旱灾、雪灾的适应行为。

1.3 数据处理

以线性回归分析方法判断气候因子全年、秋季、冬季降水在时间序列上的变化趋势及变率,式中,数据以距平百分比表征,公式为 $P_a = 100 \times (P - P_{\text{均}}) / P_{\text{均}}$,其中 P_a 、 P 、 $P_{\text{均}}$ 分别表示降水距平百分比、当年降水量、多年平均降水量,降水的变率采用气候倾向率指标,以一次方程来定量表征气候倾向率,其公式为 $y(t) = a_0 + a_1 t$,则趋势变化率为 $dy(t)/dt = a_1$,将 $a_1 \times 10$ 称为气候倾向率,其单位是 ($\%/10a$),方程中的系数采用最小二乘法确定。不同地区间牧户响应策略的相似性分析采用 Pearson 相关分析法。

为分析研究地区 180 个家庭牧场对极端气候的主要适应策略卖畜、买草、转场等的分异特征及其影响因素,采用 Probit 模型方法进行研究,基本计量经济模型为:适应行为 = f (家庭变量,资产变量,认知变量,地区变量),旱灾、雪灾模型中各有卖畜、购草、转场 3 个因变量,分别与 17 个解释变量进行模型估计。其中,适应行为、认知变量、地区变量为二值虚拟变量,包括极端气候类型旱灾、雪灾下卖畜、买草、转场行为的有无,定义有 = 1,无 = 0;旱灾、雪灾对侵蚀表层土壤、不利牧草供给、危害牲畜健康、影响人群活动、破坏基础设施等影响,定义是 = 1,否 = 0;地区变量分析昌吉市、呼图壁、玛纳斯,分析每一变量时,均定义其为 1,其余为 0;家庭变量中文化,定义小学及以下为 0,定义初中及以上为 1;家庭变量中年龄、人口、劳动力,以及资产变量中草场面积、收入、支出采用连续数据。

前述的数据分析采用统计分析软件 SAS9.1、STATA10.0 及 Microsoft Excel 2003 进行统计处理与图表绘制。

2 家庭牧场对极端气候的敏感性分析

脆弱性 = f (暴露度,敏感性,适应能力) 函数是气候变化及灾害系统研究的主要分析工具之一,因为承灾体脆弱性是成灾的重要机制,故揭示家庭牧场对极端气候响应的完整过程,需要从始点解析其对极端气候的敏感性,本文从气候、草料、牲畜、经营等家庭牧场的环境因子及系统要素入手来分析。

2.1 气候环境因子

利用 1980—2009 年降水量的年值、月值数据,以降水距平百分比分析了天山北坡年、季尺度降水时间序列特征(图 1)。图 1 表明,全年降水以 3.32%/10a 的速率增加,以季度分析显示,秋季降水减少,减幅为 -9.95%/10a,近 30 年来降水距平为负的年份多在最近几年,秋季成为对该地家庭牧场构成水分胁迫的主要时间,旱灾压力增大,其它 3 季降水均呈增加趋势,冬季增幅(22.01%/10a)明显大于春季(8.91%/10a)和夏季(2.01%/10a),近年冬季降雪增多,是雪灾的多发年段。因此,秋季干旱与冬季雪灾的增多是天山北坡家庭牧

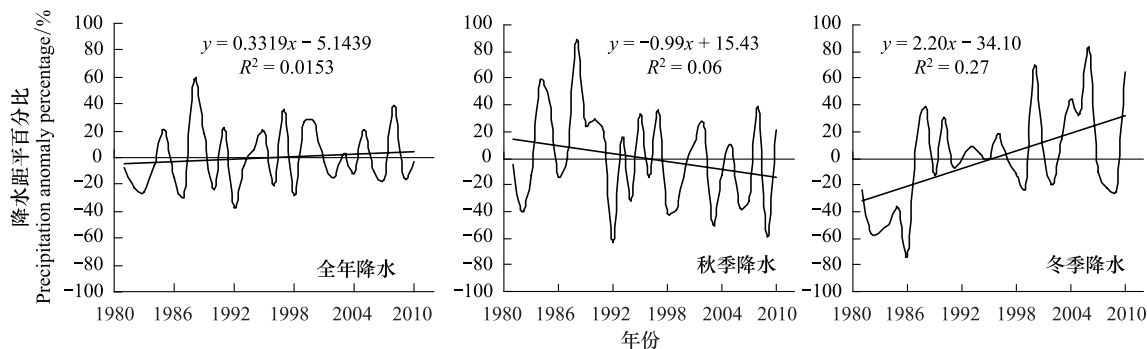


图 1 研究地区 1980—2009 年降水距平百分比时间序列特征

Fig.1 Precipitation anomaly percentage of four seasons in 1980—2009

场对极端气候响应的敏感性环境因子。

2.2 草料供给因子

牧草作为极端气候作用于家庭牧场复合系统的 2 个主要介质之一,它是物流、能流的关键环节,推动了系统的存续、运转,极端气候对家庭牧场复合生态系统的影响会通过物流、能流体现。表 1 分析了家庭牧场草料供给特征,包括天然放牧地、打草场、饲料地、购买草料等方面,由表可见,草料供给渠道在各地具有类似的特征,户均放牧地 34.57 hm²,通过转换标准羊单位计算草地承载牲畜量,显示天山北坡山地草原具较高的承载量,玛纳斯县(4.35 羊单位/hm²)>昌吉市(3.33 羊单位/hm²)>呼图壁县(3.12 羊单位/hm²)。

表 1 家庭牧场草料供给构成
Table 1 Forage supply of research areas at household level

地区 Area	放牧地/hm ² Pasture	打草场/hm ² Mowing Grassland	饲料地/hm ² Food Patch	购草支出/% Buying Fodder
昌吉市	34.15	0.27	0.60	13.53
呼图壁	40.17	0.42	0.73	22.84
玛纳斯	29.38	0.58	0.87	20.43
平均 Mean	34.57	0.43	0.74	18.93

在草地高承载力下,打草场、饲料地、购买草料成为家庭牧场草料供给的重要渠道(表 1),户均饲料地 0.74 hm²,主要种植苜蓿、玉米、苏丹草、大麦等 4 种牧草,当地购草支出占总支出的 18.93%,购买草料主要是农区剩余资源秸秆、棉籽、棉花杆、番茄渣、油渣等,农牧耦合效应使得天山北坡家庭牧场成本节约。因购草、饲料地、打草场等草料供给渠道的多元化,降低了对天然放牧地的依赖性,从而减弱家庭牧场对极端气候胁迫的敏感性,但农牧耦合的资源便利却又降低牧民草料储备意识,调查表明,有 46.67%的牧户平时草料储备不足,导致家庭牧场间极端气候敏感性的分异格局。

2.3 家畜生产因子

表 2 反映的是天山北坡家庭牧场牲畜结构特征,从养殖率综合分析来看,绵羊和奶牛分别有 81.67%、62.78%的家庭养殖,其它依次为肉牛(49.44%)、马(36.66%)、山羊(17.22%)、骆驼(3.33%),但存在地区差异,昌吉市奶牛、玛纳斯县肉牛的养殖率明显高于 3 地均值。从单畜种户均养殖规模看,奶牛、肉牛、马等大畜的养殖率虽然很高,但户均规模相对较小(表 2)。总体显示,调查的 180 个牧户中,共有牲畜 20057 个羊单位,依次为绵羊(55.97%)>肉牛(15.95%)>奶牛(13.74%)>山羊(9.19%)>马(4.91%)>骆驼(0.24%)。对比山地草原的自然地理特征,当地牲畜结构的形成并非纯粹由自然环境驱动,可归结为市场利益驱动型,由于天山北坡家庭牧场主导畜种绵羊、奶牛、肉牛对灾害的适应力弱于小畜种山羊、骆驼,一定程度上增加了对极端气候的暴露度和敏感性。

表 2 天山北坡家庭牧场畜种构成
Table 2 Livestock structure of family ranch in Northern Tianshan Mountain

畜种 Animal species	昌吉市		呼图壁		玛纳斯	
	养殖率/%	户均畜数/个	养殖率/%	户均畜数/个	养殖率/%	户均畜数/个
绵羊 Sheep	71.67	63.84	85.00	83.98	88.33	79.19
奶牛 Cow	83.33	3.92	68.33	4.88	36.67	7.05
肉牛 Beef cattle	20.00	5.58	48.33	6.31	80.00	8.13
马 Horse	28.33	2.76	38.33	3.35	43.33	2.81
山羊 Goat	31.67	67.11	8.33	63.20	11.67	36.00
骆驼 Camel	0.00	0.00	1.67	1.00	8.33	1.20

2.4 人类经营因子

图 2 是对牧户家庭收支情况的分析,对收入构成综合分析可见,由家畜出售、毛绒出售、牛奶出售 3 者构

成的畜牧业收入占总收入的 80.19%,其中家畜出售是收入的主体,昌吉市、呼图壁、玛纳斯分别为 55.09%、64.93%、76.33%,而昌吉市牛奶收入比重相对较大(26.17%);从支出构成来看,食品、购草、教育、医疗是最主要的支出项,共占总支出的 70.37%,将支出构成分生活支出、生产支出 2 部分,生活支出(食品、教育、医疗、通讯、其它)占 61.24%,用于家庭牧场再生产的生产性支出(草料、能源、水电、雇工、草场租用)占 38.76%。在牧户经营与生活中,对草原畜牧业的高依赖性,以及畜牧再生产的资金投入力度是极端气候对家庭牧场复合系统敏感性的社会因素,反映了牧户对极端气候的应对能力。

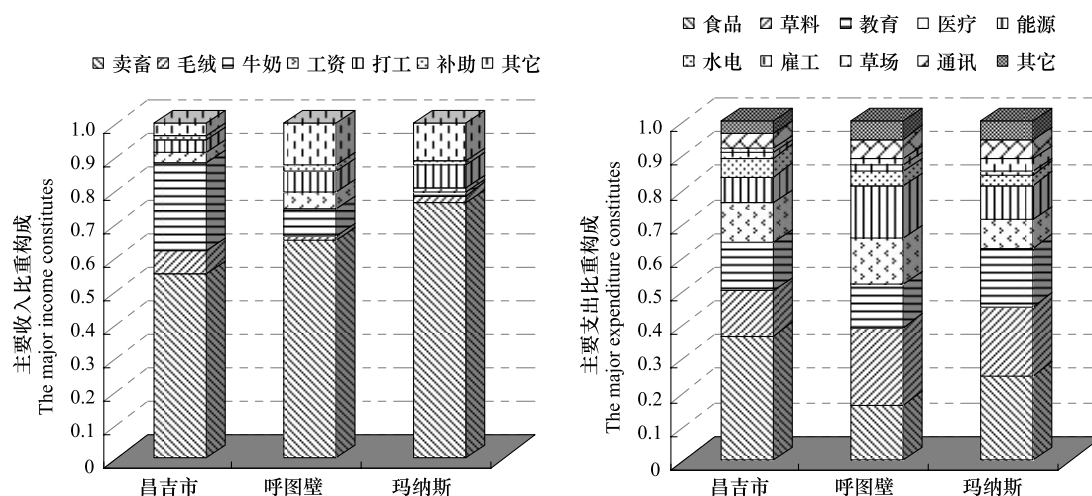


图 2 家庭牧场经营主要收支构成

Fig.2 The income and expenditure of the households

3 极端气候对家庭牧场的影响途径

3.1 影响家庭牧场的极端气候类型辨识

图 3 描述了天山北坡山地草原牧民对当地最严重极端气候类型的判断,以辨识最易对家庭牧场复合生态系统构成冲击的致灾因子,从图 3 可以看出,旱灾、雪灾被认为是最主要的极端气候类型,平均分别占 74.44%、73.33%的牧民做出选择,较而言之,大风、沙尘暴则对其生产经营影响较小,平均仅 0.61%、0.06%的受访者选择。比较 3 地情况,昌吉市牧民对雪灾认知度 53.33%,玛纳斯县牧民对旱灾认知度 46.67%,各低于另外 2 地的认知度,天山北坡极端气候类型存在一定的空间变异。

3.2 极端气候对家庭牧场的作用方式

前面分析知,旱灾、雪灾是对天山北坡家庭牧场复合系统影响最大的极端气候类型(图 3),由于家庭牧场复合系统由土、草、畜、人、设施等组分有机构成,故极端气候对家庭牧场的影响通过以这些系统组分为介质来体现。表 3 分析的是极端气候旱灾、雪灾对家庭牧场土壤、牧草、牲畜、人群、设施的影响,受访牧户从极端气候侵蚀土壤表层、影响牧草生长、危害家畜健康、致使人群患病、破坏基础设施等角度进行了判断。表 3 可见,牧户对旱灾影响的关注度为牲畜(78.33%)>牧草(76.11%)>人群(26.67%)>土壤(18.89%)>设施(1.11%),牲畜、草场所受关注度远高于其它要素;比较而言,牧户对雪灾影响的关注度低于旱灾,且主要集中于关注牲畜(74.44%),对土壤、牧草、人群、设施关注较少。综合来看,极端气候——旱灾、雪灾作为突变性的外界致灾因子,牲畜、牧草是其作用于家庭牧场“土-草-畜-人”复合系统的主要介质,而通过其它要素包括

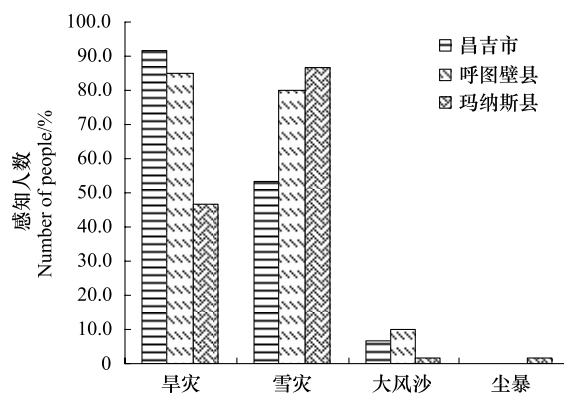


图 3 牧民对当地最严重极端气候类型的判断

Fig.3 The extreme climate type by herders

土壤、人群、基础设施等则不是主要的影响方式。

表 3 极端气候对家庭牧场复合系统的作用方式/%

Table 3 The impact ways of extreme weather events on household compound ecosystem

系统要素 Elements	极端气候 Extreme climate	昌吉市	呼图壁	玛纳斯	平均 Mean
土壤 Soil	旱灾	6.67	23.33	26.67	18.89
	雪灾	0.00	8.33	8.33	5.56
草场 Pasture	旱灾	65.00	80.00	83.33	76.11
	雪灾	16.67	1.67	11.67	10.00
牲畜 Livestock	旱灾	63.33	81.67	90.00	78.33
	雪灾	60.00	81.67	81.67	74.44
人群 People	旱灾	16.67	36.67	26.67	26.67
	雪灾	5.00	13.33	25.00	14.44
设施 Infrastructure	旱灾	0.00	0.00	3.33	1.11
	雪灾	3.33	0.00	8.33	3.89

4 家庭牧场对极端气候的适应行为

自适应与外力适应是家庭牧场尺度响应极端气候的 2 种主要形式,前者是牧户根据自身资源属性,通过调整生产行为来避灾的自我能动响应策略,后者是政府政策等外界手段对家庭牧场避灾、减灾的的效应,称之为外界干预适应,从这 2 个角度来揭示家庭牧场复合系统对极端气候——旱灾、雪灾的适应行为。

4.1 家庭牧场对极端气候的自我能动响应

表 4 从卖畜、购草、圈养、转场、打工等 5 种类型分析了天山北坡家庭牧场对极端干旱、降雪的自适应策略。由表可知,3 个地区的灾害响应策略具有较高的相似度,进一步通过 Pearson 相关分析表明,相关系数 r (昌吉市,呼图壁) = 0.90, r (昌吉市,玛纳斯) = 0.93, r (昌吉市,呼图壁) = 0.95,均为极显著水平相关 ($P < 0.01$)。综合分析采取某一适应行为的牧户比例,发现旱灾胁迫下的响应策略主次顺序为购草 (81.67%) > 卖畜 (65.00%) > 圈养 (45.00%) > 转场 (35.00%) > 打工 (23.33%); 而牧户对雪灾响应与旱灾不同,购草 (86.11%) 和圈养 (82.78%) 为首选,卖畜采用率仅为 48.33%,比旱灾低 16.67%,转场和打工的采用率在 30% 以下。

表 4 家庭牧场对极端气候事件的能动适应/%

Table 4 Herders' response to extreme climate events/%

适应行为 Adaptive behavior	极端气候 Extreme climate	昌吉市	呼图壁	玛纳斯	平均 Mean
卖畜 Selling livestock	旱灾	61.67	65.00	68.33	65.00
	雪灾	55.00	46.67	43.33	48.33
购草 Buying Fodder	旱灾	70.00	80.00	95.00	81.67
	雪灾	71.67	86.67	100.00	86.11
圈养 Captivity	旱灾	40.00	40.00	55.00	45.00
	雪灾	65.00	85.00	98.33	82.78
转场 Go out for grazing	旱灾	28.33	45.00	31.67	35.00
	雪灾	30.00	28.33	26.67	28.33
打工 Do work for other/cm	旱灾	33.33	10.00	26.67	23.33
	雪灾	30.00	26.67	28.33	28.33

4.2 家庭牧场对极端气候的外界干预适应

从政策措施、技术手段、合作方式 3 个方面分析了家庭牧场对极端气候的外力适应,从图 4 可以看出,牧

民对各种外力适应手段的评价呈现明显分异,技术手段整体受认可度高于政策措施与合作方式,通过外力向家庭牧场生产经营的关键技术输入比政策管理手段和牧民合作应对极端气候可能更有效果。从政策措施方面来看,草畜平衡(67.78%)、划区轮牧(57.78%)、草原承包(40.00%)较受欢迎,这些制度措施催生了以家庭牧场为单元积极、灵活应对极端气候的格局形成,利于草地可持续利用,降低极端气候脆弱性,增强抗灾能力;受访牧户认为在技术手段方面,畜种改良(82.22%)、人工草地(66.67%)对增强极端气候适应能力最有效,而传统本地知识则未受重视(6.67%);牧民的合作抗灾机制是适应极端气候的重要一环,调查发现,仅有2.78%的受访者认为无需合作,邻里互助(57.78%)、专业协会(51.67%)、亲戚互助(44.44%)三者最有效,专业协会作为牧区新生的合作方式对家庭牧场适应极端气候具有很大潜力。

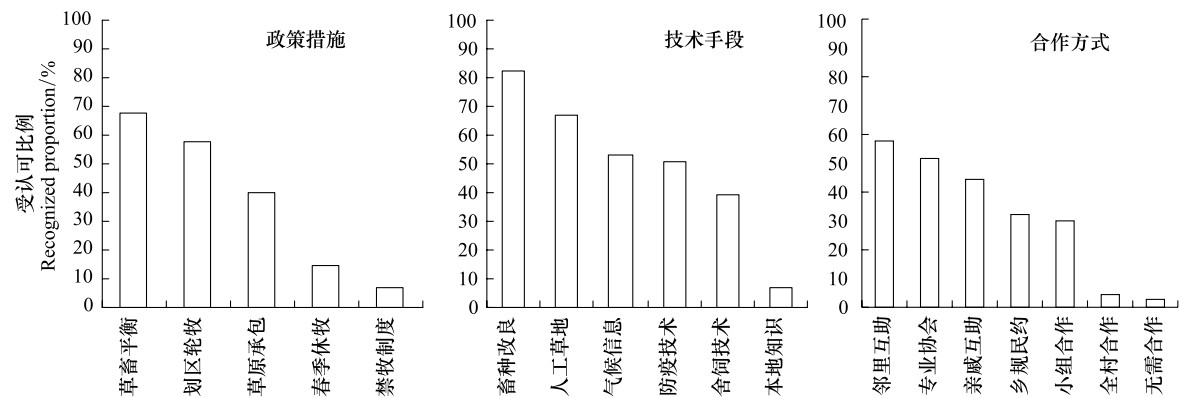


图4 外力适应措施受牧民认可比例
Fig.4 Herders' acceptance to adaptive measures from outside

表5 不同家庭牧场适应行为影响因素的 Probit 模型估计 Z 值(N=180)

Table 5 Herders' adaptive behavior influence factors by Probit model estimate(N=180)		卖畜 Selling livestock		购草 Buying Fodder		转场 Go out for grazing	
一级变量 Level one variables	二级变量 Level two variables	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾
家庭变量 Family variables	年龄	-0.49	-0.68	-0.26	0.98	0.52	-1.31
	文化	-1.86 *	2.05 **	0.28	1.07	0.03	0.66
	人口	1.70 *	-1.74 *	1.25	-0.65	1.77 *	2.33 **
	劳动力	0.76	-2.32 **	-0.19	0.29	1.73 *	0.34
资产变量 Assets variables	草场面积	-0.28	-1.38	-0.57	-1.28	-1.83 **	-1.97 **
	饲料地面积	-0.01	2.30 **	0.58	0.36	-1.35	0.98
	总收入	-2.24 **	-1.74 *	0.68	0.76	-0.39	1.95 *
	畜牧收入	-1.89 *	-1.76 *	0.55	-0.65	-1.32	-0.34
认知变量 Perception variables	总支出	1.99 **	0.91	0.73	0.67	-1.69 *	-1.73 *
	侵蚀土壤	1.16	0.91	-0.04	-0.18	2.54 **	0.83
	影响牧草	3.63 ***	1.88 *	4.93 ***	0.64	1.64 *	-0.43
	危害牲畜	4.76 ***	2.13 **	2.10 **	1.69 *	-0.49	-0.16
	影响人群	1.04	4.31 ***	-1.92 *	-0.76	-2.17 **	-3.70 ***
地区变量 Region variables	破坏设施	1.13	0.41	-0.83	-0.38	0.79	1.92 *
	昌吉市	1.02	2.29 **	-0.23	0.81	-1.68 *	1.17
	呼图壁	-0.60	-0.53	-0.23	0.95	2.76 **	-0.27
	玛纳斯	-1.18	-1.02	0.68	-0.45	-2.97 ***	-0.59

***、**、* 分别表示达到 1%、5%、10%显著性水平

4.3 家庭牧场间适应行为分异的影响因素

为进一步探究各家庭牧场对极端气候响应的影响因素,分析响应策略与家庭属性、牧户资产、极端气候认

知等的关系,从而辨识不同牧户间适应行为的差异,厘清牧民对极端气候影响的认知对适应行为的影响,采用 Probit 模型方法进行了研究,表 5 为模型估计结果。由表可见,整体而言,认知变量、资产变量、家庭变量对不同牧户间适应行为选择的决定性较强,而地区变量对牧户行为影响相对较弱,3 县牧户对极端气候响应呈现一定的趋同特征。

具体来看,对于家庭变量,文化、家庭人口、劳动力对牧户行为选择具有一定的影响,而未表现出因年龄不同而产生的行为分异,其中文化程度对适应行为的影响仅限于灾时卖畜,人口、劳动力对卖畜、转场行为有显著影响,可见不同属性特征的牧户在应对极端气候时表现出了行为分异;从资产变量的模型估计结果可见,其对卖畜行为的影响最为显著,草场面积越大、家庭收入越高的牧户越不会采用灾时卖畜行为,更倾向于保畜策略;从表 5 可知,牧民对极端气候影响的认知与其行为之间具有较强的关联,二者主要为正向关系,牧民对草场、牲畜认知变量越强烈,就更倾向于采取卖畜、购草、转场等适应行为。

5 讨论

5.1 家庭尺度气候变化适应性研究的方法取向

比之自然生态系统,基于社会视角的气候变化适应性研究较为稀少^[19],且多关注于适应主体对极端气候的响应^[20],这亦是本文的研究取向,已有的研究尚难以厘定气候的趋势性变动在社会经济特别是家庭尺度的反映^[8-16],是当前的研究空白,与自然生态系统的气候变化响应研究是相异的取向。脆弱性= $f(\text{暴露度,敏感性,适应能力})$ 函数是该领域的主要分析工具之一,指标评价研究法更为常见^[21-22],这与对灾害领域的方法借鉴有关。在灾害学领域,将灾情形成视为灾害系统各要素即致灾因子、孕灾环境、承灾体等综合作用的结果,并开展对致灾因子危险性、承灾体脆弱性、灾害恢复力等的研究^[23],力图以此揭示灾情的形成机理与恢复机制^[17],可见灾害机理本身就包含社会因素。在社会经济视角的气候变化适应性研究中,借用并发展了脆弱性分析框架,引入一些气候环境敏感性指标^[24],基于研究对象的客观属性,本文即从气候、草场、牲畜、人群等角度分析了对极端气候的敏感性,核心仍是将适应主体的灾害脆弱性作为理解极端气候对家庭牧场复合系统影响机理及其响应机制的关键。由于气候变化下灾害风险增加受到关注,气候变化适应本身就包含灾害适应的意涵,因此,气候变化适应性与灾害学在研究内容上不可避免地重叠,一定程度上衍生了方法取向的类似。

5.2 家庭牧场复合系统对极端气候的反馈机制

本文构建了家庭牧场复合系统对极端气候响应过程的分析框架,即极端气候敏感性—影响途径—响应方式,响应是跨时间的过程性行为。因家庭牧场复合系统由土、草、畜、人、设施等要素构成^[8],系统极端气候敏感性为各要素敏感性的集合,故在天山北坡家庭牧场中,气候变化引起的秋旱、冬雪灾害风险增强,以及当地家庭牧场草料储备欠缺,畜种结构的利益驱动型,可能增加了家庭牧场复合系统对极端气候的敏感性,由于敏感性是系统本身的属性,因此它可被理解为是响应的起点。本研究显示,牲畜、草场是极端气候作用于家庭牧场的主要介质,灾害通过影响牲畜存活、牧草生长,干预了家庭牧场的物流、能流过程,降低其物质供应及能级水平^[25],这是由家庭牧场脆弱性、极端气候危险性共同作用而形成,是响应过程的中间环节。而家庭牧场复合系统响应的终端环节——适应行为产生,与极端气候对系统的影响方式直接相关,本文表明,牧户能动适应行为主要是购草和卖畜,从草、畜 2 因子予以响应,与极端气候作用于家庭牧场的介质因子相同。因此,在极端气候胁迫下,围绕家庭牧场复合系统的 2 个主要因子草、畜的敏感性、极端气候影响、适应行为产生,构成了响应的过程,也是家庭牧场对极端气候的反馈机制,在理论层面,可归结为“压力-状态-响应”模型的范畴^[26]。本研究表明,牧户属性、家庭资产、极端气候认知对牧户的行为选择具有重要的影响,说明家庭牧场复合系统对极端气候响应过程受多重因素控制。

5.3 基于降水波动的家庭牧场生产周期

学界基于草原区降水的高年际变异性与空间异质性,研究提出了生态系统非平衡性理论^[27-28],认为降水是决定草原状况的首要因子,并以此在一定程度上阐释了游牧制度的人类生态学意涵^[29]。在天山北坡山地草原区,草原承包及牧民定居工程以来,催生以家庭牧场为生产单元的基本格局形成^[8],由于降水高度的时

空变性特征仍然存在,分析显示 1980—2009 年间当地全年及春、夏、秋、冬 4 季的降水的变异系数分别为 23.61%、40.50%、35.06%、36.97%、37.40%,气象波动的极端表现是气候灾害^[30],那么家庭牧场经营中不可避免地产生对降水周期性波动的适应机制。本研究发现,牧民应对极端气候首选是购草的保畜策略,由于天山北坡“草原-农田”耦合效应,成灾时可进行资源补给,通过改变草料供给渠道来保持草、畜间的物质平衡,这是牧户对极端气候的短期响应,可能当年经济核算并非最优,但维持畜群规模可保证一个降水周期内效益最大,这种基于气象波动的经济核算及其决策可称之为家庭牧场生产周期,是由气候与经济的联合驱动所致,为对当地气候的长期响应行为。家庭牧场并非纯粹的生产单元^[8],基于降水波动的生产周期行为,是家庭牧场复合系统生态学机制的体现,是未来研究的方向。

References:

- [1] IPCC. IPCC WGI fourth assessment report climatic change; the physical science basis. Geneva; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.
- [2] Reidsma P, Ewert F, Lansink A O, Leemans R. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses. *European journal of agronomy*, 2010,32 (1):91-102.
- [3] IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (SREX).Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
- [4] Slegers M F W. " If only it would rain " : Farmers' perception of rainfall and drought in semi-arid central Tanzania. *Journal of Arid Environments*, 2008,72;2106-2123.
- [5] Yuan B,Guo J P, Zhao J F, Ye M Z.Possible Impacts of Climate Change on Agricultural Production in China and Its Adaptation Countermeasures. *Agricultural Science & Technology*,2011,12(3): 420-425.
- [6] Grothmann T, Patt A. Adaptive capacity and human cognition;The process of individual adaptation to climate change.*Global Environment Change*, 2005,15:199-213.
- [7] Hou X Y,Yin Y T,Ding Y. An overview and prospects for grassland adaptive management in China. *Acta Prataculturae Sinica*,2011,20(2): 262-269.
- [8] Ding Y.The Study of Sustainable Development on Grazing Ecosystem of Natural Grassland; Household Perspective. Hohhot: Inner Mongolia University,2008.
- [9] Hou X Y, Han Y.Herdsmen's perceptions and adaptation of climate change in typical areas of Inner Mongolia.*Geographical Research*,2011,30(10):1753-1764.
- [10] Wang H, Hou X Y, Qin Y, Narisu.Herders' the perception for climate change and its countermeasures in the Alxa desert region;A case of study in the Alxa Left and Right Banner.*Pratacultural Science*,2011,28(9):1718-1723.
- [11] Han Y,Hou X Y. Perceptions and adaptation strategies of herders in desert steppe of Inner Mongolia to climate change.*Chinese Journal of Applied Ecology*,2011,22(4):913-922.
- [12] Thomas D, Twyman C, Osbahr H,Hewitson B. Adaptation to climate change and variability: farmer responses to intra-seasonal precipitation trends in South Africa. *Climatic Change*, 2007, 83;301-322.
- [13] Deressaa T T, Hassanb R M, Ringler C, Alemud T, Yesuf M. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*,2009,19 (2):248-255.
- [14] Mertz O, Mbow C, Reenberg A, Diouf A. Farmers' perception of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environment Management*,2009,43:804-816.
- [15] Byg A,Salick J. Local percepts on a global phenomenon-Climate change in Eastern Tibetan villages.*Global Environment Change*,2009,19: 156-166.
- [16] Ding Y, Hou X Y, Yin Y T, Qin Y, Wang H, Li X L.The Agricultural Households' Production and Operation Status Quo, and Their Perception and Response to Climate Change in the Agro-Pastoral Ecotone; Based on the Survey Research in Linxi County, Inner Mongolia.*Chinese Agricultural Science Bulletin*,2011,27(14):104-112.
- [17] Shi P J. Theory and practice on disaster system research in a fourth time.*Journal of Natural Disasters*,2005,14(6):1-7.
- [18] Hao L,Wang J A, Shi P J, Fan Y D. Vulnerability assessment of regional snow disaster of animal husbandry; taking pasture of Inner Mongolia as an example.*Journal of Natural Disasters*,2003,12(5):51-57.
- [19] Shen Y Q, Wang X F, Zhu Z, Lü Q J. Status quo and prospect of the research on adaptability to climate changes from a socio-economic perspective. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 2011, 28(02): 299-304.

- [20] Marin A. Riders under storms; Contributions of nomadic herders' observations to analysing climate change in Mongolia. *Global Environment Change*, 2010, 20: 162-176.
- [21] Chen P, Chen X L. Summary on research of coupled human-environment system vulnerability under global environmental change. *Progress in Geography*, 2010, 29(4): 454-462.
- [22] Paul McLaughlin, Thomas Dietz. Structure, agency and environment; Toward an integrated perspective on vulnerability. *Global Environmental Change*, 2008, 18: 99-111.
- [23] Xu X C, Ge Q S, Zheng J Y, Liu C W. Reviews of agricultural drought risk assessment. *Agricultural research in the arid areas*, 2010, 28(6): 263-270.
- [24] Yang T T, Wu X H, Li P, Shi H X, Yao G Z. Construction of the vulnerability evaluation index system for climate change in steppe area of northern China. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2012, 26(1): 113-116.
- [25] Wang Z P. *Disaster sociology*. Changsha: Hunan People's Press, 1998.
- [26] Xie H L, Li B, Liu L M. Assessment method of agroecosystem health of based on pressure-state-response model. *Research of Agricultural Modernization*, 2005, 26(5): 366-369.
- [27] Wu J G, Loucks O L. From balance of nature to hierarchical patch dynamics; A paradigm shift in ecology. *The Quarterly Review of Biology*, 1995, 70(4): 439-466.
- [28] Oba G, Stenseth N C, Lusigi W J. New perspectives on sustainable grazing management in arid zones of Sub-Saharan Africa. *Bioscience*, 2000, 50(1): 35-51.
- [29] Li W J, Zhang Q. *Unscrambling the grassland dilemma; understanding problems of grassland utilization and management in arid and semiarid areas*. Beijing: Economic Science Press, 2009.
- [30] Xu G C, Kang M Y, Marc Metzger, Li Y F. Ecological vulnerability research for Xilingol League, Northern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(5): 1643-1653.

参考文献:

- [7] 侯向阳, 尹燕亭, 丁勇. 中国草原适应性管理研究现状与展望. *草业学报*, 2011, 20(2): 262-269.
- [8] 丁勇. 天然草地放牧生态系统可持续发展研究——家庭牧场的视角[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2008.
- [9] 侯向阳, 韩颖. 内蒙古典型地区牧户气候变化感知与适应的实证研究. *地理研究*, 2011, 30(10): 1753-1764.
- [10] 王海, 侯向阳, 秦艳, 那日苏. 阿拉善荒漠区牧民对气候变化的感知与应对措施初探——以阿拉善左旗和阿拉善右旗为例. *草业科学*, 2011, 28(9): 1718-1723.
- [11] 韩颖, 侯向阳. 内蒙古荒漠草原牧户对气候变化的感知和适应. *应用生态学报*, 2011, 22(4): 913-922.
- [16] 丁勇, 侯向阳, 尹燕亭, 秦艳, 王海, 李西良. 半农半牧区农户生产现状及对气候变化的感知与应对——基于内蒙古林西县的研究. *中国农学通报*, 2011, 27(14): 104-112.
- [17] 史培军. 四论灾害系统研究的理论与实践. *自然灾害学报*, 2005, 14(6): 1-7.
- [18] 郝璐, 王静爱, 史培军, 范一大. 草地畜牧业雪灾脆弱性评价——以内蒙古牧区为例. *自然灾害学报*, 2003, 12(5): 51-57.
- [19] 沈月琴, 汪浙锋, 朱臻, 吕秋菊. 基于经济社会视角的气候变化适应性研究现状和展望. *浙江农林大学学报*, 2011, 28(2): 299-304.
- [21] 陈萍, 陈晓玲. 全球环境变化下人—环境耦合系统的脆弱性研究综述. *地理科学进展*, 2010, 29(4): 454-462.
- [23] 徐新创, 葛全胜, 郑景云, 刘成武. 农业干旱风险评估研究综述. *干旱地区农业研究*, 2010, 28(6): 263-270.
- [24] 杨婷婷, 吴新宏, 李鹏, 石红霄, 姚国征. 中国北方草原区县域气候变化脆弱性评价指标体系的构建与分析. *干旱区资源与环境*, 2012, 26(1): 113-116.
- [25] 王子平. *灾害社会学*. 长沙: 湖南人民出版社, 1998.
- [26] 谢花林, 李波, 刘黎明. 基于压力-状态-响应模型的农业生态系统健康评价方法. *农业现代化研究*, 2005, 26(5): 366-369.
- [29] 李文军, 张倩. 解读草原困境——对于干旱半干旱草原利用和管理若干问题的认识. 北京: 经济科学出版社, 2009.
- [30] 徐广才, 康慕谊, Marc Metzger, 李亚飞. 锡林郭勒盟生态脆弱性. *生态学报*, 2012, 32(5): 1643-1653.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 17 Sep. ,2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The overview and prospect of chemical composition of plant cuticular wax ZENG Qiong, LIU Dechun, LIU Yong (5133)
- Research progresses in carbon budget and carbon cycle of the coastal salt marshes in China
..... CAO Lei, SONG Jinming, LI Xuegang, et al (5141)

Autecology & Fundamentals

- Effects of straw interlayer on soil water and salt movement and sunflower photosynthetic characteristics in saline-alkali soils
..... ZHAO Yonggan, PANG Huancheng, LI Yuyi, et al (5153)
- Adaptations of dimorphic seeds and seedlings of *Suaeda salsa* to saline environments
..... LIU Yan, ZHOU Jiachao, ZHANG Xiaodong, et al (5162)
- Responses of root morphology of peanut varieties differing in drought tolerance to water-deficient stress
..... DING Hong, ZHANG Zhimeng, DAI Liangxiang, et al (5169)
- The relationship between physiological indexes of apple cultivars and resistance to *Eriosoma lanigerum* in summer
..... WANG Xicun, ZHOU Hongxu, YU Yi, et al (5177)
- Physiological responses of *Salicornia bigelovii* to salt stress during the flowering stage
..... LIU Weicheng, ZHENG Chunfang, CHEN Chen, et al (5184)
- Biological characteristics and cultivation of fruit body of wild medicinal mushroom *Perenniporia fraxinea*
..... LU Tie, BAU Tolgor (5194)
- The study of characteristics of soil microbial communities at high severity burned forest sites for the Great Xingan Mountains: an
example of slope and aspect BAI Aiqin, FU Bojie, QU Laiye, et al (5201)
- Effect of different fertilizer combinations and straw return on microbial biomass and nitrogen-fixing bacteria community in a paddy
soil LIU Xiaoqian, TU Shihua, SUN Xifa, et al (5210)
- Structural characters and nutrient contents of leaves as well as nitrogen distribution among different organs of big-headed wheat
..... WANG Lifang, WANG Dexuan, SHANGGUAN Zhouping (5219)
- Effects of EP-1 on spatial memory and anxiety in *Mus musculus* WANG Xiaojia, QIN Tingting, HU Xia, et al (5228)

Population, Community and Ecosystem

- Gap characteristics in the mixed broad-leaved Korean pine forest in Xiaoxing'an Mountains
..... LIU Shaochong, WANG Jinghua, DUAN Wenbiao, et al (5234)
- Soil nitrogen and phosphorus stoichiometry in a degradation series of *Kobresia humilis* meadows in the Tibetan Plateau
..... LIN Li, LI Yikang, ZHANG Fawei, DU Yangong, et al (5245)
- An analysis of carbon flux partition differences of a mid-subtropical planted coniferous forest in southeastern China
..... HUANG Kun, WANG Shaoqiang, WANG Huimin, et al (5252)
- The niche of annual mixed-seeding meadow in response to density in alpine region of the Qilian Mountain, China
..... ZHAO Chengzhang, ZHANG Jing, SHENG Yaping (5266)
- Functional feeding groups of macrozoobenthos from coastal water off Rushan PENG Songyao, LI Xinzhen (5274)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Effects of selective cutting on vegetation carbon storage of boreal *Larix gmelinii*-*Carex schmidtii* forested wetlands in Daxing'anling,
China MU Changcheng, LU Huicui, BAO Xu, et al (5286)
- CO₂ flux in the upland field with corn-rapeseed rotation in the karst area of southwest China
..... FANG Bin, LI Xinqing, CHENG Jianzhong, et al (5299)
- Monitoring spatial variability of soil salinity in dry and wet seasons in the North Tarim Basin using remote sensing and electromagn-
etic induction instruments YAO Yuan, DING Jianli, LEI Lei, et al (5308)
- Methane and nitrous oxide fluxes in temperate secondary forest and larch plantation in Northeastern China
..... SUN Hailong, ZHANG Yandong, WU Shiyi (5320)
- Butterfly diversity and vertical distribution in eastern Tianshan Mountain in Xinjiang
..... ZHANG Xin, HU Hongying, LÜ Zhaozhi (5329)

- Dynamics of aerodynamic parameters over a rainfed maize agroecosystem and their relationships with controlling factors CAI Fu, ZHOU Guangsheng, MING Huiqing, et al (5339)
- The response process to extreme climate events of the household compound system in the northern slope of Tianshan Mountain LI Xiliang, HOU Xiangyang, DING Yong, et al (5353)
- Analysis on spatial-temporal heterogeneities of landscape fragmentation in urban fringe area; a case study in Shunyi district of Beijing LI Can, ZHANG Fengrong, ZHU Taifeng, et al (5363)
- Resource and Industrial Ecology**
- CPUE Standardization of *Illex argentinus* for Chinese Mainland squid-jigging fishery based on generalized linear Bayesian models LU Huajie, CHEN Xinjun, CAO Jie (5375)
- Spatial-temporal differentiation of water quality in Gufu River of Three Gorges Reservoir RAN Guihua, GE Jiwen, MIAO Wenjie, et al (5385)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- Comparison environmental impact of the peasant household in han, zang and hui nationality region; case of zhangye, Gannan and Linxia in Gansu Province ZHAO Xueyan, MAO Xiaowen (5397)
- Research Notes**
- The seasonal variation and community structure of zooplankton in China sea DU Mingmin, LIU Zhensheng, WANG Chunsheng, et al (5407)
- Immunotoxicity of marine pollutants on the clam *Ruditapes philippinarum* DING Jianfeng, YAN Xiwu, ZHAO Liqiang, et al (5419)
- Influence of submerged macrophytes on phosphorus transference between sediment and overlying water in decomposition period WANG Lizhi, WANG Guoxiang (5426)
- Distribution patterns of alien herbs in the Yiluo River basin GUO Yili, DING Shengyan, SU Si, et al (5438)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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

本期责任副主编 张利权

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 33 卷 第 17 期 (2013 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 17 (September, 2013)

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	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
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
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	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
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	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
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	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



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 90.00 元