

气候变化对家庭牧场复合系统的影响及其牧民适应

李西良¹, 侯向阳^{1*}, Leonid Ubugunov², 丁勇¹, 丁文强^{1,3},
尹燕亭^{1,3}, 运向军¹, 张勇¹

(1. 中国农业科学院草原研究所, 内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 俄罗斯科学院西伯利亚分院生物公共实验研究所,
俄罗斯联邦布里亚特共和国 乌兰乌德 670047; 3. 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730020)

摘要:家庭牧场土—草—畜—人复合生态系统是北方草原应对气候变化的基本单元, 研究其适应性是促进牧区可持续发展的科学基础之一。以草业系统论构建家庭牧场气候变化适应性的研究方法, 基于问卷调查研究了内蒙古草原 10 个旗县 599 个家庭牧场对气候变化的响应过程。结果表明, 1) 放牧地、打草场、饲料地、购草作为家庭牧场草料供给途径存在明显的区域分异, 饲料地、购草之间具有替代效应; 2) 以干旱为主的极端气候是气候变化影响家庭牧场的关键因子, 雪灾、沙尘暴、大风的影响在内蒙古各地呈现分异格局; 3) 牲畜、草场是气候变化作用于家庭牧场经营的主要介质, 而通过土壤、人群、设施等要素对家庭牧场影响相对较小; 4) 购草、卖畜是牧户应对极端气候的主要适应行为, 分别为保畜与减畜策略, 比较而言, 保畜策略更为常见。研究认为, 家庭牧场复合系统对气候变化的响应发生于草畜—经营界面, 草、畜 2 因子是反馈过程的关键节点。

关键词:家庭牧场; 气候变化; 牧民适应; 响应策略

中图分类号: S812.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-5759(2013)01-0148-09

气候变化是当前全球性的热点议题^[1], 日益受到学界、政府及公众的普遍关注^[2,3], 在适应成为继阻止、减缓后的最新应对方式之际^[4,5], 气候变化适应性研究应运而生, 社会经济视角的研究尺度主要有区域与家庭 2 种^[6]。在内蒙古地区, “双权一制”的实施催生家庭牧场成为草地农业生产、应对气候变化的基本单元^[7], 由于北方草原降水稀少, 空间异质性、时间变异性、生态系统非平衡性特征突出^[8,9], 气候变化下它成为首当其冲的响应者^[10], 这同时为研究牧区气候变化适应性提供了背景条件。故以北方草原家庭牧场为研究尺度, 剖析其气候变化适应性, 对揭示人类对气候变化适应机制^[11]、提出草原适应性管理的新模式^[12]具有重要意义。

国内外对家庭尺度气候变化适应性研究多从脆弱性评价、适应行为^[13]及“感知—适应”关系^[14]入手, 通过对农牧民经营受气候趋势性变动及极端气候影响的辨识, 探究响应的策略^[15]。Seres^[16]研究认为, 不同农户对干旱的适应措施的不同与感知强度有关, 但在南非、中国等地深入研究发现二者并非简单的决定关系^[17-19], 通过模型研究, Deressa 等^[20]认为教育水平、性别、年龄、户主健康状况、气候信息、社会资本等均会影响农民对气候变化适应措施的选取, 缺乏适应信息、资金限制是造成适应困难的 2 个主要障碍, 且农牧户对气候变化的适应方式因具体环境而异, 可通过调整农时、节水灌溉、改变作物品种、外出打工等方式来应对气候的暖旱化趋势及极端气候事件^[21,22]。通览国内外研究, 对牧区的研究鲜有报道^[23], 特别在国内, 尚未见对家庭牧场尺度气候变化适应行为的专题研究。

本研究以北方温性草原为研究区域, 在内蒙古不同草原类型区选择 10 个典型旗县, 通过对 599 个家庭牧场调查研究, 拟回答以下问题: 1) 家庭牧场草料供给途径的区域分异格局及其受气候变化的何种关键因子的影响; 2) 气候变化作用于家庭牧场经营过程的主要介质及影响方式; 3) 家庭牧场响应关键气候因子变化的行为策略。通过研究, 以为揭示人类适应气候变化机制提供牧区案例及工作基础, 从而为构建北方草原气候变化适应性管理模式提供依据。

收稿日期: 2012-01-04; 改回日期: 2012-03-20

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(1610332011018, 1610332012201, 1610332012002)和内蒙古自然科学基金重大项目(2010ZD08)资助。

作者简介: 李西良(1986-), 男, 河南柘城人, 在读硕士。E-mail: lixiliang0824@126.com

* 通讯作者。E-mail: houxy16@126.com

1 材料与方法

1.1 研究地区概况

研究地位于内蒙古自治区中西部地区,选择 10 个典型旗县(图 1),分属不同的草原类型,阿拉善左旗(AZ)、阿拉善右旗(AY)为草原化荒漠区,鄂托克旗(ET)、杭锦旗(HJ)、乌审旗(WS)为沙地,苏尼特左旗(SZ)、苏尼特右旗(SY)、四子王旗(SW)为荒漠草原区,锡林浩特市(XL)、镶黄旗(XH)为典型草原。研究区自西向东年降水量从 100 mm 至 300 mm 间逐渐增多,几十年来,该区气候变化显著,温度显著升高,春季降水量呈增加趋势,但夏季、全年降水量下降,加之受温度影响蒸发量加大,整体而言,研究区暖旱化趋势明显^[24],极端气候事件增多^[25],为该区家庭牧场经营带来了影响。

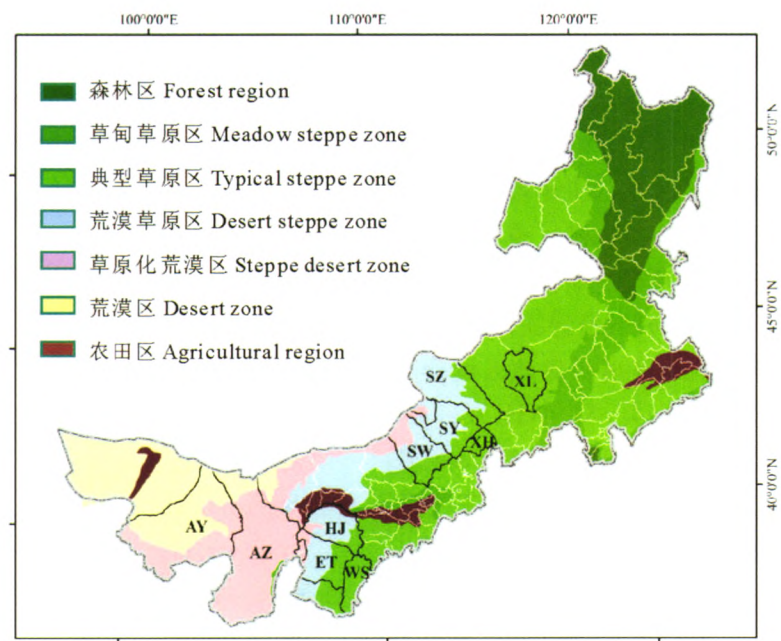


图 1 研究地区分布示意图
Fig. 1 Distribution of 10 counties for research

XL: 锡林浩特市 Xilinhot City; XH: 镶黄旗 Xianghuang; SZ: 苏尼特左旗 Sonid Left Banner; SY: 苏尼特右旗 Sonid Right Banner; SW: 四子王旗 Siziwang Banner; AZ: 阿拉善左旗 Alxa Left Banner; AY: 阿拉善右旗 Alxa Right Banner; HJ: 杭锦旗 Hangjin Banner; ET: 鄂托克旗 Etoke Banner; WS: 乌审旗 Wushen Banner.

1.2 数据获取

1.2.1 样本确定 采用分层随机抽样方法,按可行性、代表性等原则遵照抽样原理在每个旗县一般抽取 2 个样本苏木(乡),每个苏木(乡)抽取 3 个样本嘎查(村),在样本嘎查内根据牧民名册抽取约 10 个家庭牧场进行调查。对 10 个旗县的调查,共获取 599 个有效样本。

1.2.2 调查内容 牧户调查于 2010 年 4—10 月进行,课题组成员分赴样本点实地入户问卷调研,内容涉及以下几项:1)家庭牧场基本经营情况,包括放牧地、打草场、饲料地面积,牲畜基本情况,饲草料支出,家庭牧场经营年收支;2)牧民对气候变化趋势及极端气候事件的认识,调查牧民对当地最严重的极端气候类型的判断;3)牧民对土、草、畜、人、基础设施等家庭牧场复合系统组成要素如何受气候变化影响的判断;4)家庭牧场经营对气候变化的响应策略,并从政策措施、技术手段、合作方式 3 个角度调查牧民对外界干预适应措施的评价。

1.3 数据处理方法

以 SAS 8.1 软件进行统计分析,利用 ArcGIS 9.3、SAS 8.1、Microsoft Office Excel 2003 等软件绘图。
通过描述性统计方法分析家庭牧场单元放牧地、打草场、饲料地的面积,以及购草支出占总支出的百分比,研究草料供给格局的基本特征;对草料供给区域分异格局采用 Complete linkage clustering 方法进行聚类分析;采用双变量 Pearson 相关分析法,对家庭牧场饲料地面积与购草支出占总支出的比例之间的替代效应进行分析。

对影响家庭牧场主要气候因子辨识、气候变化作用于家庭牧场的影响方式、牧户响应气候变化的行为策略、外力适应手段等的考察,以受访牧户的选择比率表征,计算公式:

$$x=\frac{m}{n}\times 100$$

式中, x 为考察对象受牧户选择的比率, m 为选择某项考察对象的样本数, n 为总样本数;上述指标在内蒙古草原的区域分异程度采用各地牧户选择比率 x 的变异系数 CV 表征,计算公式:

$$CV=\frac{\sqrt{S}}{\bar{x}}$$

式中, S 为各地区考察对象牧户选择比率的方差, $\bar{x}$ 为牧户选择比率的平均值。

2 结果与分析

2.1 气候变化对家庭牧场经营的影响

2.1.1 家庭牧场草料供给特征的区域格局 家庭牧场作为社会—经济—生态复合系统,物流、能流是其得以存续、运转的动力基础,气候变化的干预效应从家庭牧场的物质供给与能量流动中得以体现。表 1 从放牧地、打草场、饲料地面积及购买草料金额占总支出比例等 4 个方面分析了 10 个旗县草料供给特征,通过聚类分析可见(图 2),各地草料供给呈现明显的区域分异格局,AZ、AY、SZ、SY、SW 为一类,XL、XH 为一类,ET、HJ、WS 为一类。户均放牧地面积以 AZ、AY 及 SZ、SY、SW 为大,在 1 000.00 hm² 左右,而 ET、HJ、WS 及 XL、XH 户均面积较小,在 200.00 hm² 左右;打草场主要存在于 XL、XH 2 地,其余地区仅少量存在;饲料地主要存在于 ET、HJ、WS 3 地,户均面积为 3.00 hm² 左右,其他地区面积较小;购买草料是牧民家庭重要的支出项目之一,约占总支出的30.00%

左右,不同地区分异明显,ET、HJ、WS 3 地比例较低,仅约为 5.00%,远低于其他地区。采用 Pearson 相关方法分析显示,饲料地面积与购草支出间呈现极显著负相关关系($r=-0.80,P<0.01$),二者在家庭牧场草料供给中具有替代效应。

2.1.2 影响家庭牧场的关键气候因子及其区域分异 气候因子趋势性变化与极端气候事件增多是气候变化的 2 个核心内容,本课题组对内蒙古草原区湿润度指数、降水距平百分比等的已有分析表明^[24],本研究所在的中西部地区呈现暖旱化趋势,近 40 年来气象干旱不断加剧,由于极端气候对家庭牧场社会—经济—生态复合系统物质供给、能量流动的干预强度大于气候因子趋势性变化,故气候变化对家庭牧场的影响主要表现为极端气候事件。各地最严重的极端气候呈现区域分异,绝大多数牧民均认为是旱灾,而对大风、沙尘暴、雪灾认识则不尽一致(图 3)。分析各地对 4 种极端气候认知的牧民比例的变异性,变异系数分别为 10.99%,98.69%,49.28%,111.87%,后三者的区域分异性更加明显。

综合 10 地 599 户牧民的调查结果(图 3),平均有 87.26%的受访户认为干旱是最严重的极端气候类型,仅 SZ、SY 2 地比例相对较低(71.67%);沙尘暴、大风、雪灾依次被列为第二、三、四严重的极端气候类型,分别平均有 49.67%,24.48%,10.78%的牧民作出此选择,与前面分析极端气候认知的区域分异程度比较可知,各类型极端气候的严重程度与其区域分异程度呈反向关系。具体而言,各极端气候类型区域分异特征为,沙尘暴在草原化荒漠区 AZ(60.00%)、AY(86.67%)及荒漠草原区 SZ(80.00%)、SY(63.33%)较为严重,大风在荒漠草原区 SZ(53.33%)、SY(78.33%)较为严重,雪灾在典型草原 XL(26.67%)、XH(16.67%)及 ET(14.29%)、AY(35.00%)较为严重,其他地区认知度相对较低,不同草原类型植被、降水、温度、地理等自然本底的差异可能造成

表 1 研究地区 2009 年家庭牧场草料供给

Table 1 Households' forage supply of research areas in 2009

地区 Area	放牧地 Pasture (hm ²)	打草场 Mowing grassland (hm ²)	饲料地 Food patch (hm ²)	购草支出 Buying fodder (%)
AZ	881.65	1.81	0.15	27.92
AY	1 626.43	0.00	0.03	19.67
ET	252.37	2.58	3.18	6.68
HJ	133.11	0.85	2.24	5.89
WS	114.42	1.08	4.82	4.70
SZ	1 101.61	0.00	0.51	23.42
SY	719.13	0.08	0.15	41.62
SW	576.17	0.01	0.42	36.90
XL	295.07	20.16	0.14	44.63
XH	136.90	11.08	0.49	38.82

了气候变化背景下极端气候类型的区域分异。

2.1.3 对家庭牧场经营影响的作用方式 家庭牧场是由土、草、畜、人、基础设施等要素构成的社会—经济—生态复合系统,气候变化对其作用的方式是通过影响这些要素来体现。表 2 分析了旱灾、雪灾 2 种极端气候类型对家庭牧场“土—草—畜—人”系统组成要素的影响,受访牧户对旱灾、雪灾胁迫致使侵蚀土壤、不利牧草生长、影响牲畜健康、人类患病、破坏围栏等方面进行了判断,综合分析发现牧民对旱灾影响的关注度均为牲畜(96.82%)>牧草(92.53%)>土壤(21.83%)>人群(16.17%)>围栏(3.99%);牧民对雪灾影响的关注度明显低于旱灾,除对牲畜关注度较高外(77.00%),对土壤、牧草、人类、基础设施等其余要素的关注度均低于 10.00%。因此,牲畜、牧草是气候变化作用于家庭牧场经营的主要介质。

分析不同地区牧民对同一极端气候类型、同一家庭牧场系统组成要素认知的区域分异程度(表 2),其中旱灾对牲畜(CV=4.90%)、牧草(CV=6.11%),雪灾对牲畜(CV=21.24%)影响的分异度较低,相对趋于一致;其余,旱灾、雪灾对土壤、人群、围栏产生影响的判断具有较大的区域分异性(CV>100.00%),但规律不明显,与前面对主要极端气候类型区域分异的结果未能产生吻合,且被关注度较低,表明土壤、人类、基础设施等系统要素不是气候变化对家庭牧场经营过程影响的主要作用方式。

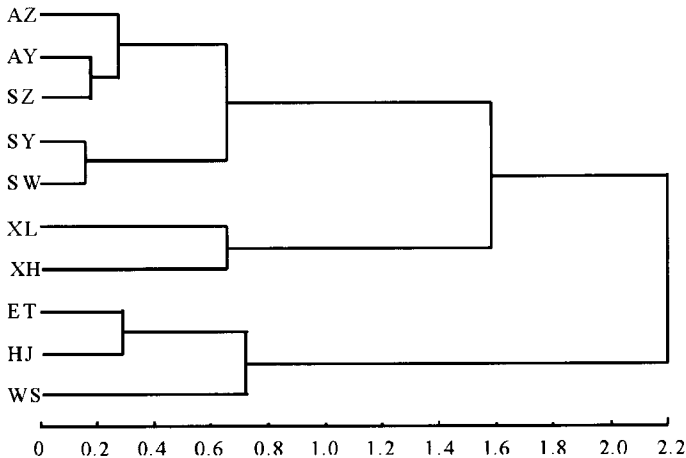


图 2 家庭牧场草料供给区域分异格局
Fig. 2 Regional differentiation pattern
in households' forage supply

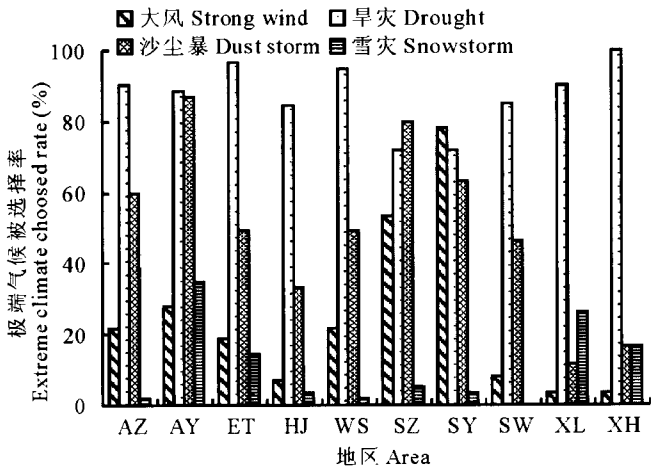


图 3 研究地区各种极端气候类型严重程度排序
Fig. 3 Extreme climate events of research areas

表 2 极端气候事件对家庭牧场“土—草—畜—人”系统的影响方式

Table 2 Impacts of extreme climate events on soil—grass—livestock—people system										%
地区 Areas	土壤 Soils		草场 Pasture		牲畜 Livestock		人群 People		围栏 Barriers	
	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾
	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow
AZ	0.00	0.00	98.31	3.33	100.00	83.33	1.69	3.33	0.00	0.00
AY	0.00	0.00	100	6.78	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ET	31.25	7.69	96.88	19.23	100.00	73.08	15.63	23.08	6.25	42.31
HJ	25.00	0.00	97.22	21.43	88.89	85.71	8.33	0.00	0.00	0.00
WS	23.53	0.00	94.12	0.00	88.24	58.33	35.29	8.33	5.88	33.33
SZ	1.45	0.00	85.51	7.25	100.00	76.81	8.70	2.90	0.00	0.00
SY	4.84	0.00	90.32	3.28	100.00	98.36	11.29	4.92	0.00	1.64
SW	10.00	0.00	83.33	0.00	96.67	75.00	6.67	3.33	0.00	0.00
XL	62.96	0.00	88.89	16.67	100.00	46.67	44.44	0.00	18.52	0.00
XH	59.26	0.00	90.74	6.82	94.44	72.73	29.63	0.00	9.26	20.45
均值 Mean	21.83	0.77	92.53	8.48	96.82	77.00	16.17	4.59	3.99	9.77
变异 Variance	107.88	316.23	6.11	92.61	4.90	21.24	93.33	153.45	154.70	165.93

2.2 牧民对气候变化的适应行为

2.2.1 对极端气候事件的响应策略 表 3 描述的是研究地区牧户对当地极端气候的响应策略,主要表现为卖畜、购草、走场、打工、圈养等 5 种类型,其中走场是牧户在遭遇强灾时带牲畜到轻灾或无灾地区暂时避灾的适应行为。表 3 综合分析了具有某类型适应行为的牧户占总受访户的比例,可知牧户对旱灾响应的主次顺序为购草(90.26%)>卖畜(85.56%)>走场(57.77%)>圈养(46.26%)>打工(11.49%);而对雪灾响应不同于旱灾,其主次顺序为圈养(89.37%)>购草(88.66%)>卖畜(42.93%)>走场(23.35%)>打工(18.23%)。对比来看,购草均是牧民适应旱灾、雪灾的最主要的适应行为,但比之于旱灾,牧户响应雪灾时以卖畜、走场 2 种策略的牧户比例仅为旱灾的 50%,且雪灾时比旱灾更倾向于圈养牲畜,外出打工策略被采用的比例不高。

2 种极端气候类型的不同响应策略呈现出区域分异格局。采用率较高的购买草料(旱灾、雪灾)、出售牲畜(旱灾)、圈养牲畜(雪灾)策略分异性不明显(表 3),对 10 地分析的变异系数在 10.00%左右。而其他策略则呈现一定的区域分异格局(CV>50.00%),雪灾下出售牲畜策略在沙地草原的 ET、HJ、WS 更为常见;旱灾下的走场行为主要在研究区东部 XL、XH、SZ、SY、SW 较普遍;外出打工少被采用,且主要集中在沙地草原区 HJ、WS 2 地;旱灾下圈养策略西部地区 AZ、AY、ET、HJ、WS 5 地明显比研究区东部 5 地 SZ、SY、SW、XL、XH 更易被牧户采用。

表 3 牧民对极端气候事件的响应策略

Table 3 Herders' response strategies to extreme climate events

%

地区 Areas	卖畜 Selling livestock		购草 Buying fodder		走场 Go out for grazing		打工 Do work for other		圈养 Captivity	
	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾	旱灾	雪灾
	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow	Drought	Heavy snow
AZ	86.42	43.53	92.19	89.43	55.33	13.37	4.26	4.26	74.82	92.67
AY	96.67	16.95	98.33	100.00	31.67	13.56	3.33	5.08	78.33	98.31
ET	84.38	61.54	100.00	100.00	25.00	15.38	6.25	15.38	46.88	76.92
HJ	94.44	71.43	94.44	100.00	30.56	42.86	30.56	35.71	100.00	92.86
WS	82.35	83.33	76.47	91.67	23.53	58.33	29.41	58.33	70.59	91.67
SZ	75.36	34.78	95.65	88.41	92.75	33.33	14.49	20.29	20.29	85.51
SY	91.94	8.20	69.35	100.00	77.42	6.56	8.06	6.56	16.13	100.00
SW	70.00	33.33	98.33	93.33	93.33	33.33	16.67	33.33	16.67	91.67
XL	88.89	46.67	85.19	53.33	81.48	10.00	0.00	3.33	18.52	80.00
XH	85.19	29.55	92.59	70.45	66.67	6.82	1.85	0.00	20.37	84.09
均值 Mean	85.56	42.93	90.26	88.66	57.77	23.35	11.49	18.23	46.26	89.37
变异 Variance	9.64	55.03	11.29	17.33	48.92	75.46	96.39	103.65	69.20	8.44

2.2.2 牧民对政策层面适应措施的评价 家庭尺度的气候变化适应包括牧户自适应和外力适应 2 种主要方式,为探究政策等外界因子对牧民适应气候变化有效干预的可能方面,从政策措施、技术手段、合作方式 3 个角度调查牧民对外界干预适应措施的评价(图 4)。从对 599 个家庭牧场的分析可以看出,在政策措施方面草原承包(45.06%)最受欢迎,它促使形成以家庭牧场为尺度的能动适应气候变化的积极单元,其他有效政策依次为草畜平衡(37.31%)>划区轮牧(36.30%)>全年禁牧(29.22%)>春季休牧(23.68%);在技术手段方面,牧民认为畜种改良(58.23%)、气候信息(51.63%)对适应气候变化最有效果,畜种改良可提高牲畜适应新的气候状况的能力,掌握气候信息可增强应对的主动性,而舍饲技术及传统本地知识等并未引起牧民注意;从应对气候变化的牧民合作方式来看,传统的邻里互助(37.41%)与新型的专业协会(32.63%)被牧民认为是极端气候事件下最主要的互助方式,故积极推进牧区专业协会发展,并与传统协作方式有效结合,是草原区家庭牧场适应气候变化的手段之一。

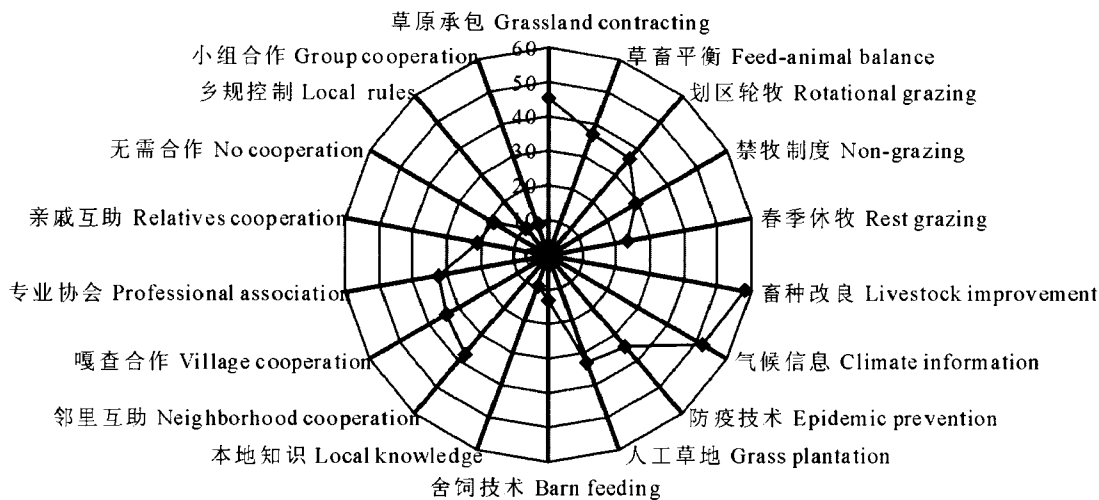


图 4 政策层面适应措施受认可的牧民比例

Fig. 4 Herders' evaluation on adaptation measures at policy level

3 讨论

3.1 气候变化影响家庭牧场经营过程的作用机理

近 30 年来,“双权一制”在内蒙古草原的实施催生了家庭牧场的产生,使其成为草原利用与保护的基本单元^[7],亦是北方草原应对气候变化的积极单元。家庭牧场是由土、草、畜、人、基础设施等要素组成的社会—经济—生态复合系统^[7],通过界面进行逐层耦合而完成草业系统的发育^[26,27],物质供给、能量流动提供了家庭牧场“土—草—畜—人”系统发育、运转的基本维持机理。本研究对内蒙古中西部不同草原类型 10 个典型旗县 599 个家庭牧场草料供给情况分析发现,放牧地、打草场、饲料地、购买草料是家庭牧场物质供给的 4 个主要途径,但呈现明显的区域分异格局。由于天然草原放牧地是系统运转所需物质的基本来源,区域分异的产生机制可能在于打草场、饲料地、购买草料等其他物质供给途径上的差别,ET、HJ、WS 受政府推广家庭牧场优化模式之故饲料地面积较大,由于其与购买草料之间的替代效应,使得购草支出占总支出比例明显偏低($<10.00\%$),XL、XH 处在降水丰富、草质较好的典型草原,打草场面积较大,而其他 5 地则缺乏这些条件,因此分异格局分别受政府政策、自然因素的驱动。

有研究表明,近 40 年来内蒙古气候变化显著,温度升高,气象干旱程度不断加剧^[24],影响植被演替敏感性及草地生产能力^[28,29],西部地区 1987 年以来极端降水事件频次增多^[25],由于极端事件比气候趋势性变化对家庭牧场等社会经济主体的影响更清晰可辨^[5],导致气候变化对家庭牧场影响主要以极端气候的方式进行,王子平^[30]研究认为人的需要的满足是一个连续过程,灾害是人的需要过程的非正常中断,这很好地说明了北方草原家庭牧场受气候变化的影响机理,家庭牧场饲草供给渠道的差异可能会导致极端气候下的物质供给、能量流动呈现不同的脆弱性。本调查更进一步研究发现,牲畜、草场是极端气候作用于家庭牧场经营过程最主要的介质,通过影响牲畜健康、牧草生长来降低家庭牧场系统的物质供应及能级水平,进而干预原有草业系统的耦合效应,而土壤、人类、基础设施则不是气候变化影响家庭牧场的主要介质,这在已有对青藏高原的有关研究中也得到了体现^[31]。但本研究尚未触及家庭牧场“土—草—畜—人”复合系统物质供给、能量流动受气候变化干预效应的定量描述,是未来值得重视的研究问题。

3.2 家庭牧场适应气候变化的策略选择

人类适应是一古老命题^[11],比之动植物的基因适应,人类存在社会—文化适应机制,方兴未艾的环境心理学、人类生态学、生态人类学等已对之展开探讨^[32,33],气候变化适应归根结底是人类环境适应机制的个例。本研究认为,家庭牧场经营中对气候变化适应存在牧户能动适应与外界干预适应 2 种主要方式,分析发现能动响应以购买草料为最主要的适应行为,其次为走场、处理牲畜。因气候变化作用于家庭牧场使得物流、能流过程非正常中断^[30],通过牧草、牲畜等作用介质降低家庭牧场复合系统的能级水平,打破草、畜间原有物流、能流的平衡关

系,牧民的适应行为即为围绕维持系统能流、物流的平衡出发,本研究发现可通过2种方式来实现,其一是购草、走场的保畜策略,目的是在于在畜量一定时通过增加草量来维持能流畅通,其二是处理牲畜的减畜策略,它在旱灾(85.56%)、雪灾(42.93%)时也很常见,目的在草量一定时通过减少畜量来维持平衡。保畜与减畜策略分别从不同角度来达到草与畜间物质、能量的平衡关系,这在有关对牧民响应草地退化的研究结果^[34,35]在机理上可得相互验证,但2种策略对家庭牧场当下及未来经营的意义显然不同,丁勇等^[36]基于可持续发展评价研究认为家庭牧场生产经营决策差异是造成牧户生产收益、生活水平、可持续发展力明显分异的关键动因,故深刻研究保畜、减畜策略的选择机制及其效应对揭示家庭牧场适应气候变化的机理具有重要意义,尚需更深入的具体研究。

3.3 家庭牧场尺度适应性研究的意义与方法

家庭是社会视角气候变化适应性研究的2个最主要的尺度之一^[6],但其研究尚显不足^[5],草原牧区尤甚^[12]。2011年IPCC特别评估报告更加强调人类适应的迫切^[4],鉴于北方草原具重要的生态系统服务及草地农业生产功能^[26,37],在气候暖干化趋势下面临着比全球更强烈的反应^[38],对畜牧生产构成冲击,且在北方草原,家庭牧场尚为新生事物,为伴随“双权一制”、替代游牧制度而形成,目前研究较为薄弱^[7,36],因此气候变化下家庭牧场复合系统的适应性研究是摆在研究人员面前的重要课题,方法构建亦成关键。本研究即以草业系统为框架,剥离家庭牧场复合系统土、草、畜、人、设施等要素,从气候变化对系统要素的影响,来切入家庭牧场适应性的研究,发现草、畜2因子是气候变化影响及家庭牧场反馈的关键节点,此过程主要发生于草畜一经营界面。由于草业系统是通过界面逐级耦合而完成系统发育^[26,27],故从家庭牧场草业系统的角度构建气候变化适应性的研究方法,是可取的视角,与农区的同类研究不尽相同^[17-19,39],这由研究对象及内容的差异所致。家庭牧场草业系统具有复合性^[7],既有经济、社会属性,又是草地农业生态系统的基本构件^[26],畜牧经营行为包含对草原区降水高度时空异质性^[8]的适应机制,这亦是开展家庭牧场尺度气候变化适应性研究,并构建其研究方法的依据所在。

参考文献:

- [1] IPCC. IPCC WGI Fourth Assessment Report Climatic Change: the Physical Science Basis[M]. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.
- [2] 刘燕华. 适应气候变化: 东亚峰会成员国的战略、政策与行动[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [3] 侯扶江, 南志标, 朱伟云, 等. 气候变化对畜牧业的影响值得高度重视[J]. 科学中国人, 2011, (5): 25-26.
- [4] IPCC. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
- [5] 沈月琴, 汪浙锋, 朱臻, 等. 基于经济社会视角的气候变化适应性研究现状和展望[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(2): 299-304.
- [6] Slegers M F W. "If only it would rain": Farmers' perception of rainfall and drought in semi-arid central Tanzania[J]. Journal of Arid Environments, 2008, 72(2): 106-123.
- [7] 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.
- [8] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [9] 李文军, 张倩. 解读草原困境——对于旱半干旱草原利用与管理若干问题的认识[M]. 北京: 经济科学出版社, 2009.
- [10] Diffenbaugh N S, Giorgi F, Raymond L. Indicators of 21st century socioclimatic exposure[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007, 104(51): 20195-20198.
- [11] Grothmann T, Patt A. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change[J]. Global Environment Change, 2005, 15: 199-213.
- [12] 侯向阳, 尹燕亭, 丁勇. 中国草原适应性管理研究现状与展望[J]. 草业学报, 2011, 20(2): 262-269.
- [13] Marin A. Riders under storms: Contributions of nomadic herders' observations to analysing climate change in Mongolia[J]. Global Environment Change, 2010, 20: 162-176.
- [14] Mertz O, Mbow C, Reenberg A, et al. Farmers' perception of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel[J]. Environment Management, 2009, 43: 804-816.

- [15] Byg A, Salick J. Local perpectives on a global phenomenon-climate change in eastern Tibetan villages[J]. *Global Environment Change*, 2009, 19: 156-166.
- [16] Seres C. Agriculture in upland regions is facing the climatic change: transformations in the climate and how the livestock farmers perceive them: strategies for adapting the forage systems[J]. *Fourrages*, 2010, 204: 297-306.
- [17] 吕亚荣, 陈淑芬. 农民对气候变化的认知及适应性行为分析[J]. *中国农村经济*, 2010, (7): 75-86.
- [18] Aymone G G, Hassan R M, Claudia R. Modelling farmers' adaptation strategies for climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa[J]. *Agrekon*, 2010, 43(2): 217-234.
- [19] 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[J]. *应用生态学报*, 2011, 31(6): 709-714.
- [20] Deressa T T, Hassan R M, Ringler C, *et al.* Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia[J]. *Global Environment Change*, 2009, 19: 248-255.
- [21] 丁勇, 侯向阳, 尹燕亭, 等. 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调查研究[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(14): 104-112.
- [22] Below T B, Mutabazi K D, Kirschke D, *et al.* Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables[J]. *Global Environment Change*, 2012, 22: 223-235.
- [23] 李西良, 侯向阳, 丁勇, 等. 北方草原牧民对极端干旱感知的季节敏感性研究[J]. *农学学报*, 2012, 2(10): 26-31.
- [24] 丁勇. 温带草原气候变化及其植被 NDVI 的响应——以内蒙古为例[R]. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [25] 尤莉, 戴新刚, 张宇. 1961—2008 年内蒙古降水极端事件分析[J]. *气候变化研究进展*, 2010, 6(6): 411-416.
- [26] 任继周. 草地农业生态系统通论[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 2004.
- [27] 任继周, 南志标, 郝敦元. 草业系统中的界面论[J]. *草业学报*, 2000, 9(1): 1-8.
- [28] 李飞, 赵军, 赵传燕, 等. 中国西北干旱区潜在植被模拟与动态变化分析[J]. *草业学报*, 2011, 20(4): 42-50.
- [29] 黄德青, 于兰, 张耀生, 等. 祁连山北坡天然草地上生物量及其与土壤水分关系的比较研究[J]. *草业学报*, 2011, 20(3): 20-27.
- [30] 王子平. 灾害社会学[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998.
- [31] 张秀云, 姚玉璧, 邓振镛, 等. 青藏高原东北边缘牧区气候变化及其对畜牧业的影响[J]. *草业科学*, 2007, 24(6): 66-73.
- [32] 周鸿. 人类生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [33] 杨庭硕. 生态人类学导论[M]. 北京: 民族出版社, 2007.
- [34] 阎建忠, 张懿铨, 朱会义, 等. 大渡河上游不同地带居民对环境退化的响应[J]. *地理学报*, 2006, 61(2): 146-156.
- [35] Du C J, Zhang Y L, Liu L S, *et al.* Herdsmen's adaptation to alpine grassland degradation: A case study of Dalag County, China[J]. *Resources Science*, 2009, 31(6): 973-979.
- [36] 丁勇, 牛建明, 侯向阳, 等. 基于可持续发展评价的家庭牧场生产经营分异研究[J]. *草业科学*, 2010, 27(11): 151-158.
- [37] 刘兴元, 龙瑞军, 尚占环. 草地生态系统服务功能及其价值评估方法研究[J]. *草业学报*, 2011, 20(1): 167-174.
- [38] 任继周, 梁天刚, 林慧龙, 等. 草地对全球气候变化的响应及其碳汇潜势研究[J]. *草业学报*, 2011, 20(2): 1-22.
- [39] 刘华民, 王立新, 杨劼, 等. 气候变化对农牧民生计影响及适应性研究——以鄂尔多斯市乌审旗为例[J]. *资源科学*, 2012, 34(2): 248-255.

Effects of climate change on household compound ecosystems and herders' adaptation

LI Xi-liang¹, HOU Xiang-yang¹, Leonid Ubugunov², DING Yong¹, DING Wen-qiang^{1,3},
YIN Yan-ting^{1,3}, YUN Xiang-jun¹, ZHANG Yong¹

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

2. Institute of General and Experimental Biology of Siberia Branch of Russian Academy of
Science, Ulan-ude 670047, Russia; 3. College of Pastoral Agriculture Science
and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China)

Abstract: The household compound ecological system is the basic unit which responded to climate change in the northern grasslands of China, and research on climate change adaptability is necessary to promote sustainable development in pastoral areas. With the guidance of grassland system theory and using questionnaire surveys, the response and adaptation of 599 households to climate change in Inner Mongolia, China were studied. 1) The methods of forage supply which including grazing land, mowing grassland, forage land and buying fodder in households are regionally different; 2) Extreme events, especially drought, are the key factors influencing the household compound ecological system, but there are different patterns of influence from heavy snow, sandstorms and strong winds; 3) Climate change influences the households mainly through pasture and livestock rather than soil, human and infrastructure; 4) Buying fodder and selling livestock are the main adaptive strategies. The response of the household compound systems to climate change occurs at the grassland and livestock-management interface where forage and livestock are the key nodes in the feedback process.

Key words: households; climate change; herders' adaptation; response strategies