引用格式:汪海欧,於琰,吕明辉等.胶州湾地区居民对气候变化的感知与适应研究[J].资源科学,2017,39(1):157-167. [Wang H O, Yu L, Lv M H, et al. The perception and responses of climate change in Jiaozhou Bay area[J]. Resources Science, 2017, 39(1): 157-167]. DOI: 10.18402/resci.2017.01.16

胶州湾地区居民对气候变化的感知与适应研究

汪海欧¹, 於琰², 吕明辉³, 张晓美³, 康童茜¹, 杨书运¹

(1. 安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036; 2. 国家气候中心, 北京 100081;

3. 中国气象局公共气象服务中心, 北京 100101)

摘要: 海岸带地区是全球气候变化的“敏感区”和“脆弱带”, 未来可能面临更高的气候变化风险, 在海岸带地区开展气候变化适应举措更具现实性和紧迫性。本研究基于“感知-适应”分析框架, 以胶州湾地区居民为研究对象, 采用问卷调查数据, 结合气象观测数据, 分析了该地区1980-2010年气候变化及极端气候事件变化的事实、当地居民的感知及其与气候变化事实的偏差; 在此基础上, 进一步分析气候变化感知与适应之间的关系。分析表明胶州湾地区近30年气温显著上升, 降水变幅增大, 极端气候事件发生频率增加。当地居民对气候变化有较高的认知度, 但对具体气候要素的感知与实际变化存在一定的偏差。考虑到参考时段的关系, 居民对极端事件的感知与事实一致性程度较高。居民对气候变化的感知与适应存在较好的对应关系, 但对极端气候事件的感知与适应措施的应用程度表现为负相关关系。总体而言, 胶州湾地区气候变化适应措施的采用程度不高, 适应措施的采用比例和适应措施的多样化程度仍有提升空间。

关键词: 气候变化; 极端气候事件; 感知; 适应措施; 问卷调查; 胶州湾地区

DOI: 10.18402/resci.2017.01.16

1 引言

气候变化已经并将持续对人类社会和自然生态系统产生重大影响。继阻止、减缓后, 适应被认为是应对气候变化的当务之急, 并且对已经发生的气候变化更具现实意义^[1]。中国气候复杂, 气候变化及其影响的区域差异显著, 适应的决策和行动也须因地制宜地进行。国内外的研究表明, 居民对气候变化的感知与认识对制定气候变化适应相关规划和决策, 以及保障区域社会经济可持续发展具有重要的指导意义^[2,3]。目前, 中国气候变化适应多为“自上而下”的规划和行动, 气候变化适应的对策大多基于气候变化的观测分析和影响评估, 对区域社会-生态系统的变化和响应关注不够, 即对地方上“自下而上”的适应举措关注不足, 致使地方上的适应规划和适应管理缺乏系统性和针对性, 甚至导致

地方适应行动的缺失或不足。

适应是指自然或人类系统对新的变化或变化的环境进行的调整过程。人类是气候变化适应的重要主体, 人群感知是气候变化适应和响应行为形成的重要信息基础, 也是气候变化适应机制产生的重要过程之一^[4,5]。适应策略是气候变化适应性研究的核心, 感知研究的目的在于揭示适应的形成机制^[6]。基于“感知-适应”框架, 国内外学者已开展一些研究, 其中, 在地方和区域尺度上的气候变化适应在国内外都有涉猎, 特别是在气候变化脆弱性较高的地区和行业, 主要涉及与气候变化密切相关的农业生产、畜牧或水产养殖等领域^[7]。研究发现^[8], 农民对气候变化波动性感知明显, 易将牲畜患病、作物减产等归咎于气候变化, 并会采取改换作物品种等适应措施进行应对; 在一定程度上, 当地居民

收稿日期: 2016-05-13; 修订日期: 2016-10-08

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(41201198)。

作者简介: 汪海欧, 女, 安徽六安人, 硕士生, 主要研究方向为气候变化感知与适应。E-mail: 850013704@qq.com

通讯作者: 杨书运, E-mail: yangshy@ahau.edu.cn

能较好地感知气候变化,但也存在一定的感知偏差与人群分异^[2]。在家庭尺度上,“感知-适应”关系研究框架已经初具雏形,力图通过对气候变化的感知来揭示居民对气候变化的响应及适应过程;对决策者而言,气候变化适应策略的制定很大程度上取决于居民对气候变化的感知情况。总体来说,关于居民对气候变化的感知及采取适应性行为的研究,国外开展的较早。随着气候变化适应工作的需要,国内的研究也逐渐开始细致和深入,但目前的研究区域相对集中、研究对象相对单一,其中研究对象主要以受气候变化影响较大的农牧民为主,缺乏更广泛的实证研究,限制了跨区域跨行业的对比,进而影响到对气候变化感知与适应的全局认识^[7,9];另一方面,气候变化包含气候的趋势性变化与极端气候事件的变化两个方面,在目前的气候变化感知研究中,多侧重于对气候趋势性变化的感知研究,鲜有涉及对极端气候事件变化的感知研究。

鉴于此,本文以胶州湾地区为例,通过胶州湾地区不同生计居民的问卷调查结果及气候观测数据,分析居民主体对气候变化和极端气候事件的感知及其与气候变化事实的差异性,研究胶州湾地区居民采取气候变化适应举措的现状和不足,探索气候变化感知和气候变化适应之间的关系,力求为气候变化感知和适应研究提供海岸带地区的实证研究,同时也为地方政府及相关部门有针对性地开展气候变化适应举措提供参考。

2 研究区概况、数据来源与分析方法

2.1 研究区概况

胶州湾地区位于山东半岛南端、黄海之滨,地域范围为E119°30′~E121°00′、N35°35′~N37°09′,行政辖区包括青岛市及其所辖即墨、胶州、胶南、平度、莱西5个县级市。区域陆地总面积约为10 654km²,海域面积约为13 800km²,海岸线(含所属海岛岸线)总长为816.98km,占山东省海岸线的1/4多。2014年底,区域总人口约870万人^[10],平均城镇化率77.7%。胶州湾地区气候温和,属北温带季风气候,受海洋环境的调节,海洋性气候特征显著,雨量充沛,温度适中,四季分明,年平均气温12.2℃,是中国北方沿海的典型代表,也是中纬度海岸带海洋性气候最强的地区。近几十年来,该地区

社会经济发展迅速,城镇化比例较高,但“三农”比重较大,农村人口占户籍人口约64%^[11]。在气候变化和人类活动的共同影响下,胶州湾地区增温显著,极端事件趋多趋强,干旱发生概率高达70%^[12],是一个典型的受自然变化和人类活动双重影响的半封闭海湾^[13-15]。

2.2 数据来源

本研究所使用的数据包括问卷调查数据和气象数据两部分:

(1)调查数据来自于2014年7月在青岛及其所辖区、县、市实地开展的问卷调查。采用针对性和随机性相结合的抽样方式获取样本,以一对一问卷访谈法收集数据。结合当地生计特点,有选择地确定调查地点(行政村或社区),在明确调查地点后随机选择调查户。调查地点分布在胶州湾沿海地区、青岛市区及其所辖县市等地,主要包括城阳区、北宅街道、店集镇、营海镇、王哥庄镇、惜福镇、店埠镇、云山镇、六汪镇和泊里镇,行政区划上以自然村/社区为主,问卷调查样本的选取力求体现空间分布的均衡性和生计方式的代表性,调查点分布见图1。具体调查对象包括胶州湾北部地区的纯农户50户、

图1 研究区及调查点分布

Figure 1 Research area and the locations of questionnaire survey

2017年1月

中部地区经济作物种植户20户、城乡结合部20户、南部经济作物种植户20户、水产养殖户10户以及一些相对分散的受访对象30户,共150户。问卷内容包括受访者对气候变化的感知和响应情况、气候变化对家庭生计的影响、农户水平上种植/养殖的变化情况、对极端气候事件的经历和感受情况、地方政府及相关机构在应对气候变化方面所采取的措施、受访者的家庭基本情况等六个方面。

调查共发放问卷150份,收回有效问卷142份,问卷回收率94.7%。受访居民以农村户籍居民为主,占80%,其中男性居民居多,占74%,受访者年龄大部分在30~60岁之间,学历多数为初中学历,但也不乏高学历居民,受访居民高中及以上占27.5%,总体文化素质较高。受访居民基本特征见表1。

(2)气象数据选取1980–2010年胶州湾地区及其周边共15个气象站点的逐日气温和降水观测数据,数据来自国家气象信息中心^[16]。

2.3 分析方法

所有数据均经过质量检验和控制,个别年份的缺测数据通过建立其他站点的回归方程给予补齐。温度、降水的变化程度采用气候倾向率表示,单位分别为℃/10a、mm/10a,斜率用最小二乘法确定。首先,分别计算各站点各年份的年均温、年降水量及其距平值和线性倾向率,采用ArcGIS软件根据站点经纬度新建点文件,将各项气候要素指标的多年平均值输入对应点的属性表中,用反距离权重

表1 受访居民基本特征

Table 1 The general characteristics of respondents

基本特征	分类	人数	比重/%
性别	男	105	74.0
	女	37	26.0
年龄	≤30岁	5	3.5
	30~39岁	25	17.6
	40~49岁	46	32.4
	50~59岁	38	26.8
	≥60岁	28	19.7
学历	高中及以上	39	27.5
	初中	66	46.5
	小学及以下	37	26.0
从业状况	种植业	99	69.7
	养殖户	14	9.9
	其他	29	20.4

插值法得到温度和降水的空间分布图。气候变化不仅仅是气候要素平均值的变化,还导致了极端气候事件的变化。极端气候事件是指小概率的气候事件,具有破坏力大、突发性强和难以预测等特点^[17]。本研究主要分析胶州湾地区的干旱、暴雨、高温日数的变化特征。其中,干旱变化趋势采用持续干旱日数进行分析^[18];高温的标准采用日最高气温≥35℃^[19,20],年高温日数为该年所有高温日的累计;暴雨指标采用24小时内测站降雨量≥50mm^[21]。且持续干旱日数、暴雨日数和高温日数等各项指标计算的是胶州湾及周边各站点的平均值。

受访者对气候变化及极端气候事件的感知与事实的差异程度采用相对感知强度来进行定量分析,相对感知强度越高,表明居民对气候变化感知的准确度越高。首先对调查问卷中受访者的回答进行赋值,本文根据气候要素和极端气候事件本身的变化特点、频率的高低或程度的大小进行,将增加、没变化、减少、不知道4个选项分别赋值为3、2、1和0,计算相对感知强度。赋值相当于给不同选项的受访者进行加权平均,一方面消除选择项本身的不连续性,及不同类别受访者数量的不一致性;另一方面也反映受访居民对某一具体特征的综合倾向,可在一定程度上优于以频率为基础的分析^[22,23]。相对感知强度的计算公式为^[24,25]:

$$G_j = \frac{\sum_i P_i N_{ij}}{\sum_i N_{ij}} \quad (1)$$

式中 G_j 为受访者对某一要素的变化特征 j 问题相对感知强度的平均值; P_i 为受访者对该问题持第 i 种观点的得分; N_{ij} 为受访者对 j 问题持第 i 种观点的人数; n 为 j 问题的选项个数。

相对感知强度为最大感知强度的百分比,即:

$$\bar{G}_j = (G_j/n) \times 100\% \quad (2)$$

3 结果与分析

3.1 胶州湾地区气候变化的主要特征

1980–2010年胶州湾地区平均气温整体呈上升趋势,线性增速为0.53℃/10a,年平均气温为12.7℃,气温距平在-1.4℃~1.1℃之间波动。区域增温趋势明显($P<0.01$, $R^2=0.5183$),且高于全国同期平均增

温水平^[1]。从近30年的平均温度距平来看,胶州湾地区在1997年之前,是一个相对的冷期,1997年后增温尤为显著(图2a)。从空间上来看(图2b),胶州湾地区增温呈东高西低的空间分布,区域内年均温的线性倾向率为 $(0.35\sim 0.63)^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,增温的高值区位于青岛市北与即墨市南地区,增温的低值区位于区域西北部的平度市、环胶州湾地区和胶南市南部。

相对温度的变化而言,降水的变化趋势不明显,年平均降水量呈微弱的增加趋势(图3a)。从年代际来看,降水也有增加趋势,特别是20世纪90年代后降水增加尤为显著。从空间格局上来看(图3b),年降水量线性倾向率为 $(37.2\sim 102.5)\text{mm}/10\text{a}$ 之间,区域降水总体上均有所增加,降水线性倾向率最高区位于青岛市、平度市;低值区位于莱西市及平度市西北部和胶州市。

3.2 主要极端气候事件的变化特征

近30年来,胶州湾地区持续干旱日数波动幅度较大,但总体上变化趋势不明显,线性倾向率为 $0.98\text{d}/10\text{a}$ (图4)。从持续干旱日数变化趋势和5a滑

图4 1980–2010年胶州湾地区持续干旱日数变化趋势

Figure 4 The change trend of duration drought days in Jiaozhou Bay area from 1980 to 2010

图2 1980–2010年胶州湾地区平均气温的时空变化

Figure 2 The spatio-temporal changes of mean temperature in Jiaozhou Bay area from 1980 to 2010

图3 1980–2010年胶州湾地区平均降水量的时空变化

Figure 3 The spatio-temporal changes of annual mean precipitation in Jiaozhou Bay area from 1980 to 2010

2017年1月

动平均曲线可见,胶州湾地区存在持续干旱日数高值与低值交替发生的现象,其中1984-1990年持续干旱日数波动幅度最大,出现了近30年胶州湾地区持续干旱日数的最高值(49)和最低值(16);21世纪以后,持续干旱日数总体处于一个相对偏低期,且波动幅度较小。

从暴雨日数变化特征分析得出(图5a),线性倾向率为0.5d/10a($R^2=0.118$),变化趋势不明显。从年代变化特征来看,暴雨日数呈现出明显的年代变化特征,1980年代和2000年代变化趋势明显,波动幅度较大,尤以2000年以来表现更为明显,而1990年代,暴雨日数变化趋势较为稳定,在平均值附近小幅度波动。本文还对降水日数的变化进行了分析,近30年来,胶州湾地区降水日数呈减小趋势,暴雨日数占雨日数的比例相应呈增加趋势,其中2000年代,暴雨日数发生次数占43.2%,也就是说胶州湾地区近30年降水年内分布的均匀性降低,雨量趋于集中,尤其是2000年以后,从而导致了胶州湾地区近30年的旱涝发生频率有所增加,他人的研究结果也有同样的发现^[26,27]。

从高温日数的变化趋势分析得出(图5b),高温日数的线性倾向率为0.7d/10a($R^2=0.076$),没有通过显著性检验。研究时段内,胶州湾地区高温日数的年际变化幅度较大,波动明显,最大值为1997年的8.3,而最小值仅为0(1985年、1993年、2003年);值得注意的是,高温日数的主要变化发生在2000年代,该时段内高温日数发生次数占近30年(1980-2010年)的47.3%,高温发生频率明显增加。

3.3 居民对气候变化和极端气候事件变化的感知

由表2可见,认为气温升高的居民占56.34%,半数以上居民的感知与气温变暖的事实一致。与实际的降水变化趋势对比发现,多数受访者(约80%)对降水变化趋势的感知与事实不符。事实上,由于该时段胶州湾地区的干旱和高温日数是增加的,从人体感知的角度来说,容易造成感知的偏差。当然,造成感知差异还可能与气候变化的空间异质性和居民个体感知的差异性有关^[28,29]。通过对1980-2010年不同时间段的降水数据分析发现,居民对近30年降水变化的感知结果与2003-2010年间的降水变化趋势相吻合,即年降水量减少。换言之,居民对短期降水的趋势感知较深刻、准确,所谓居民对长期降水趋势的判断可能受可参考时段的影响,多依据对最近几年的降水变化情况感知来判断较长期的降水总体趋势。

对于旱变化情况的感知分析表明,42.75%的居民认为干旱增加了,而32.06%的居民认为干旱减少了(表2),与事实切合度较高。对暴雨的感知,将近

表2 胶州湾地区居民对气候变化和极端气候事件变化的感知

Table 2 The perception of respondents with different perceptions to climate change and the change of extreme weather events in Jiaozhou Bay area (%)				
比例	增加	减少	没变化	不知道
温度	56.34	4.93	23.24	15.49
降水	19.72	38.73	25.35	16.20
干旱	42.75	32.06	16.03	9.16
暴雨	10.17	72.88	8.48	8.47
高温	51.04	27.09	14.58	7.29

图5 1980-2010年胶州湾地区暴雨、高温日数变化特征

Figure 5 The changing characteristics of torrential rain days and high temperature days in Jiaozhou Bay area from 1980 to 2010

72.88%的居民认为暴雨日数减少了,与暴雨日数微弱增加的事实相悖。对高温的感知,约半数的居民(51.04%)能够准确感知高温变化趋势。

根据受访居民对极端气候事件变化的感知情况分析可知,胶州湾地区居民印象比较深刻的极端气候事件有干旱、暴雨、高温、雾霾、台风等。根据受访者认为的极端气候发生频率高低程度的统计结果发现,胶州湾地区居民认为极端气候事件发生频率由高到低依次是干旱、高温、雾霾、暴雨,分别为95.0%、70.1%、48.6%、43.5%(图6)。

从居民对极端气候事件的发生频率的感知分析来看,居民对于干旱发生频率变化的感知最强烈,有95.0%的居民认为干旱是当地最为频发的气象灾害,其次是高温、雾霾和暴雨。从近30年的变化趋势来看,居民的感知与事实的一致性程度并不高,但从最近10年看,也就是2010年以后,居民的感知与事实的一致性程度则比较高。居民感受强烈和记忆深刻的气象灾害往往与个人的经历以及灾害发生时间有密切的关系,大部分居民感知深刻的灾害往往都是造成严重影响或者是近期发生的灾害或极端气候事件,即居民对造成严重后果的或近期发生的极端气候事件的记忆要比没有造成严重后果的或发生较早的事件记忆更为清晰和深刻,造成这种感知现象的原因主要归咎于居民对极端气候事件的记忆和感知受到可参照时间长度的影响^[30]。

3.4 居民感知与气候变化事实的差异程度分析

居民对不同气候要素和极端气候事件的相对感知强度存在差异,其中对于温度变化的相对感知强度最大,为55%,其次是高温(52%),再次是干旱

图6 受访者对极端气候事件发生频率的感知情况

Figure 6 The perception of respondents to the frequencies of extreme weather events

(48%),对于降水和暴雨的相对感知强度较低,分别为37%和30%(图7)。由此可以看出,居民对与温度有关的变化感知强度较高,而与降水有关的变化感知强度较低。居民对气象灾害的相对感知强度平均为47.7%,认为气象灾害没有变化的居民占42.9%,其次是增加,占32.4%。总体上来说,居民对温度变化的感知较强,对降水变化的感知相对较弱,对气象灾害的感知强度相对较大,与事实差异较小,表明居民对气象灾害感知的相对准确程度较高。

居民对不同气候要素和极端气候事件的相对感知强度受多方面因素的影响,如性别、年龄、文化水平、生活环境、从事行业等等(图8)。除了干旱以

图7 受访者对气候变化和极端气候事件的相对感知强度

Figure 7 The relative perception intensity of respondents to climate change and the change of extreme weather events

图8 不同主体特征对气候变化和极端气候事件相对感知强度的差异

Figure 8 The difference of perception to climate change and the change of extreme events according to different characteristic factors

2017年1月

外,男性对气候变化的相对感知强度都略高于女性,这可能是因为女性受社会传统意识的影响和约束,在获取信息等方面的能力稍逊于男性,与Tenge的研究结果一致^[31];从年龄上来看,由于气候变化是长期的变化,40~59岁的群体对气候变化的相对感知强度相对较高,而30岁及以下群体的相对感知强度较低;从学历分布上来看,除了对暴雨的相对感知强度与学历呈正比例外,对温度、降水、干旱、高温相对感知强度都是初中学历略高;从从事行业来看,因种植/养殖业是受气候变化影响的敏感性和脆弱性行业,对温度、降水、暴雨的感知,种植业和养殖户的相对感知强度差异较小,对于干旱、高温的感知,种植业的相对感知强度都是明显高于养殖户。此外,居民对温度要素的相对感知强度总体上要高于降水要素。

3.5 胶州湾地区居民气候变化适应现状分析

现有研究已经表明居民对气候变化的感知是气候变化适应的重要信息基础。通过对胶州湾地区居民采取气候变化适应措施的调查结果分析显示,胶州湾地区84.5%的居民知道气候变化,且高达91.5%的居民切身感受到了气候变化给他们的生产生活带来的影响,主要包括气候变化影响了谋生方式、经济收入、身体健康等。而对种植或养殖方式产生影响的因素,高达61.8%与气候变化有关,主要包括温度、降水和气象灾害的影响。由此可以看出,种植或养殖业是受气候变化影响的敏感性和脆弱性行业,适应气候变化的相关研究更具重要性和紧迫性。

从居民适应措施的具体比例来看(表3),居民采取气候变化适应措施的程度总体不高,约41.6%的居民没有采取任何措施来应对气候变化。对于采取措施的居民来说,约31.7%的居民仍继续以前的生产生活方式,但稍有调整和改变,约26.7%的居

民认为自己采取了充分的适应措施。总体上,采取适应措施的居民仅占1/4左右,比例较低。适应措施的具体类别包括购买保险、从事其他职业弥补、改变谋生方式、寻求政府帮助。除了措施“稍有调整和改变”采取比例较高,其他措施的采用比例都相对偏低(低于10%)。

针对以种植/养殖业为主的居民的调查分析进一步表明,从事种植/养殖业的居民采取适应措施的比例高于其他居民,但仍有约37.2%的居民没有采取任何气候变化适应措施。其中,在采取适应措施的居民中,32.6%是以“投入更多的生产资料”来应对,属于事后应急型的被动适应策略,而以“改变种植/养殖方式”和“更换品种”等适应方式占42.7%,其他的适应措施,如“购买保险”和“改变生计”等风险分摊措施也有所应用,其中“购买保险”占12.4%，“从事其他职业弥补”及“改变生计”占10.9%。

通过进一步对居民所采取措施的满意度调查得出,胶州湾地区大多数居民(61.6%)对适应措施的满意程度较高,但采取的措施种类较为单一,且多数适应措施源自传统的生产生活经验,不能满足适应气候变化的需要。总体上,适应措施的应用比例和适应措施的多样化程度仍有一定的提升空间。

3.6 居民感知强度及其对气候变化适应的影响

居民对气候变化的感知是响应和适应的内在基础,但从感知到采取适应行动还受很多因素的影响,如经济水平、教育程度、信息接受程度,以及职业特征等等,并非感知强度越高,采取适应措施的比例就越高。从表4可以得出,总体而言,对气候变化的相对感知强度越高,采取适应措施的比例也越高,二者有较好的一致性,但对极端气候事件的感知强度与采取适应措施的比例二者之间的对应关系较差,如种植户对极端气候事件的感知强度较高,而采取适应措施的比例则较低,相反养殖户对极端气候事件的感知强度较低,但采取适应措施的比例较高,这与不同职业从业人员的其他群体特征如经济水平、教育程度以及对相关信息的掌握程度有关,同时也与目前已经采取的适应措施大多为针对气候变化的适应措施,而鲜有针对极端气候事件而采取的适应措施也有一定关系。此外,本文还分析了家庭年收入(万元)与采取适应比例之间的关

表3 胶州湾地区居民采取的气候变化适应举措

Table 3 The adaptation measures have been applied to coping with climate change in Jiaozhou Bay area

适应措施	改变谋生方式	从事其他职业弥补	稍有调整和改变	寻求政府帮助	购买保险	没有采取任何措施
人数	7	11	45	6	14	59
比例/%	4.9	7.7	31.7	4.2	9.9	41.6

表4 受访居民的感知强度与采取适应措施比例的对比

Table 4 The contrast to perceived intensity of surveyed residents and the proportion residents with adaptation measures

		气候变化(温度、降水)		极端气候事件(干旱、高温、暴雨)	
		相对感知强度	采取措施的比例	相对感知强度	采取措施的比例
性别	男	49.8	59	42.6	29.5
	女	35.8	56.8	46	27
年龄	≤ 30岁	25	40	38.3	40
	30~39岁	48	80	35	24
	40~49岁	48.9	60.9	45.2	34.8
	50~59岁	51	52.6	44.3	36.8
	≥60岁	38	46.4	49.7	10.7
学历	高中及以上	39.6	64.1	45.2	38.5
	初中	47.4	62.1	42.2	27.3
	小学及以下	38.3	47.2	38.6	19.4
从事行业	种植	49.5	57.6	45.4	26.3
	养殖	54.5	71.4	27.9	42.9
	其他	33.5	63.6	50.2	22.7

系,二者呈显著正相关关系,即家庭年收入越高,居民采取适应措施的比例越大。不难理解,适应气候变化和极端气候事件需要一定的资金要求,对于那些家庭年收入较高的居民,他们有意愿和资金来采取一定的措施。如果当地政府给予气候变化适应方面的指导,该比例则进一步提高。

表5表明居民对气候变化的相对感知强度与其采取气候变化适应措施存在一定的关系。从具体的气候要素和极端气候事件来看,居民对温度、降水变化的感知直接影响到他们的应对,相对感知强度与采取措施的比例呈显著正相关关系,分别通过95%和90%的显著性检验;而居民对极端气候事件的相对感知强度和采取措施的比例呈现出负相关关系,即居民在应对气象灾害时,相对感知强度越高,采取措施的比例反而越低,这与灾害的突发性和难以应对的特征有一定的关系。此外,如前所述,也与通常的气候变化适应措施是针对气候要素均值的变化而非极值的变化也有一定的关系,同时

也表明了对极端气候事件的适应难度要更高于对气候变化的适应。

4 结论

(1)胶州湾地区1980-2010年近30年气候变化明显,气温显著上升,高于同期全国平均增温幅度;降水变化趋势不明显,但降水变幅增大;干旱、暴雨、高温等极端气候事件均呈微弱增加趋势,自2000年以来,增加趋势尤为明显。

(2)胶州湾地区居民对气候变化有较高的认知度,其中对气温变化的感知与事实较为一致,但对降水变化的感知则与事实存在差异。居民感知的极端气候事件发生频率由高到低依次是干旱、高温、雾霾、暴雨。考虑到居民对气象灾害感知与参照时间的关系,胶州湾地区居民对极端气候事件的感知与事实一致性程度较高。

(3)居民对不同气候要素和极端气候事件的相对感知强度存在差异,对与温度要素的相对感知强度总体上要高于对降水要素的感知。其中对于温度变化的相对感知强度最大,为55%,对降水变化的感知强度则较低,为37%。对极端气候事件的相对感知强度由高到低依次为高温(52%)、干旱(48%)、暴雨(30%),其中对高温和干旱的感知情况与事实切合度较高,而对降水和暴雨的感知与事实相悖。

(4)不同主体特征的受访者对气候变化及极端气候事件的相对感知强度存在一定差异。从性别

表5 居民对气候变化的感知程度与适应措施的应用程度的相关分析

Table 5 The correlation analysis between the resident perception to climate change and the proportion of adaptation measures applied

相对感知强度与适应比例的相关系数					
应对气候变化		应对极端气候事件			
温度	降水	干旱	暴雨	高温	
相关系数	0.621**	0.475*	-0.542**	-0.127	-0.428

注: *、**为分别通过90%、95%的显著性检验。

2017年1月

上而言,男性的感知程度略高于女性;年龄上除了 ≤ 30 岁偏低,其他年龄阶段差异不大;学历上以初中学历感知强度最高,其次是高中及以上,小学及以下相对感知强度最低;从事行业对相对感知强度影响不大,但从事种植或养殖业的居民感知强度稍高于其他职业的人群。

(5)胶州湾地区居民约1/4已经采取了气候变化适应措施,但适应措施相对单一,主要为传统的生产生活经验应对,风险分摊类的适应措施应用比例不高。适应措施的采用程度与学历、职业、家庭经济状况和政府是否给予指导等因素有关,其中学历、家庭经济状况与采取措施的比例呈正相关,养殖户的采取适应措施的比例稍高于其他群体,此外,政府给予指导的居民也表现出更为积极的适应倾向。适应措施的应用比例和适应措施的多样化程度仍有提升空间。

(6)总体上,居民对气候变化的相对感知强度与其采取气候变化适应措施表现为正相关关系,特别是居民对温度、降水的感知与采取适应措施的比例呈显著正相关关系;而居民对极端气候事件的相对感知强度和采取措施的比例表现为负相关关系。极端气候事件的适应难度更高于气候变化的适应难度。

5 讨论

感知的偏差可能导致适应缺乏或不足,因此有必要对感知偏差的可能原因进行深入的分析。就本研究而言,除了文中所提出来的感知偏差原因,如信息导向、参考时段、气候变化的空间异质性和居民个体感知的差异等等,还有气象因素的自身波动会在一定程度上影响居民对其的感知正确性,如与降水相关的要素年际波动较小,变化趋势不容易准确感知。他人研究也表明,当降水变化幅度较小时,当地居民的感知与实测数据变化的偏差往往也较大,易导致人群在感知上表现得较为模糊^[30]。

本文的研究对象仅仅涉及了普通人群,作为适应与防御灾害的弱势群体,应对气候变化,自适应行为是远远不够的,需要进行外力适应,建议地方政府和相关机构应加大对气候变化适应的宣传和科普,在适应气候变化方面给予更多的技术指导。对于外力适应方式,有待以后从政策措施、技术手

段、合作方式三个方面做进一步的分析研究。此外,相对于气候变化,灾害是一个突发性快过程,对于灾害的适应与防御更需要专业机构的预测、预警和政府管理部门的积极参与,这些都需要在今后气候变化适应研究和实际应用予以关注。

参考文献(References):

- [1] 《气候变化国家评估报告》编写委员会. 第三次国家气候变化评估报告[M]. 北京: 科学出版社, 2014. [The Committee of the National Climate Change Assessment Report. The Third Time of the National Climate Change Assessment Report[M]. Beijing: Science Press, 2014.]
- [2] 云雅如, 方修琦, 田青. 乡村人群气候变化感知的初步分析: 以黑龙江省漠河县为例[J]. 气候变化研究进展, 2009, 5(2): 117-121. [Yun Y R, Fang X Q, Tian Q. Peasants' perception on climate change—a case study on Mohe County in Heilongjiang Province[J]. *Research Progress on Climate Change*, 2009, 5(2): 117-121.]
- [3] 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, 22(4): 913-922. [Han Y, Hou X Y. Perceptions and adaptation strategies of herders in desert steppe of Inner Mongolia to climate change[J]. *Applied Ecology*, 2011, 22(4): 913-922.]
- [4] 李西良. 北方草原牧户对气候变化及气象灾害的感知与适应研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013. [Li X L. Herders' Perception and Adaptation to Climate Change and Meteorological Disaster in Northern Grassland of China[D]. Beijing: China Academy of Agricultural Sciences, 2013.]
- [5] 赵雪雁. 农户对气候变化的感知与适应研究综述[J]. 应用生态学报, 2014, 25(8): 2440-2448. [Zhao X Y. Review on farmer's climate change perception and adaptation[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2014, 25(8): 2440-2448.]
- [6] Grothmann T, Patt A. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change[J]. *Global Environmental Change—human and Policy Dimensions*, 2005, 15(3): 199-213.
- [7] 李西良, 侯向阳, 丁勇, 等. 天山北坡家庭牧场尺度气候变化感知与响应策略[J]. 干旱区研究, 2014, 31(2): 285-293. [Li X L, Hou X Y, Ding Y, et al. Herdsmen's perception and adaptation to climate change in Northern Slope of the Tianshan Mountains at household pasture scale[J]. *Arid Zone Research*, 2014, 31(2): 285-293.]
- [8] Temesgen T D, Rashid M H, Claudia R, et al. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the

- Nile Basin of Ethiopia [J]. *Global Environmental Change*, 2009, 19 (2): 248–255.
- [9] 宋佃星. 秦岭南北气候变化响应与适应研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2012. [Song D X. Research on the Response and Adaptation of Climate Change in North and South of Qinling[D]. Xi'an: Shanxi Normal University Geography, 2012.]
- [10] 青岛统计信息网. 2015 青岛统计年鉴[EB/OL]. (2015–08–19) [2015–10–25]. <http://www.stats-qd.gov.cn/statsqd/news/201581915222599496.shtml>. [Qingdao Statistical Information Network. The statistical Yearbook of Qingdao in 2015[EB/OL]. (2015–08–19) [2015–10–25]. <http://www.stats-qd.gov.cn/statsqd/news/201581915222599496.shtml>.]
- [11] 农村工作处. 青岛农业概况 2012[EB/OL]. (2013–07–30) [2015–10–25]. http://www.qingdaoagri.gov.cn/website/showInfoPage?infoid=2013073016584504978506&infotype=xwzx_zygk. [Rural Essence. The Agriculture Survey of Qingdao in 2012[EB/OL]. (2013–07–30) [2015–10–25]. http://www.qingdaoagri.gov.cn/website/showInfoPage?infoid=2013073016584504978506&infotype=xwzx_zygk.]
- [12] 半岛都市报. 76 天无雨, 全市严重干旱[EB/OL]. (2010–12–06) [2015–10–28]. http://news.bandao.cn/news_html/201012/20101206/news_20101206_1019301.shtml. [The Metropolis Daily of Peninsula. No Rainfall in 76 Days, a Severe Drought in the City [EB/OL]. (2010–12–06) [2015–10–28]. http://news.bandao.cn/news_html/201012/20101206/news_20101206_1019301.shtml.]
- [13] 孙松, 张永山, 吴玉霖, 等. 胶州湾初级生产力周年变化[J]. 海洋与湖沼, 2005, 36(6): 481–486. [Sun S, Zhang Y S, Wu Y L, et al. Annual variation of primary productivity in Jiaozhou Bay[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2005, 36(6): 481–486.]
- [14] 李乃胜, 于洪军, 赵松龄, 等. 胶州湾自然环境与地质演化[M]. 北京: 海洋出版社, 2006. [Li N S, Yu H J, Zhao S L, et al. The Natural Environment and Geological Evolution in Jiaozhou Bay [M]. Beijing: China Ocean Press, 2006.]
- [15] 张洪海, 杨桂朋. 胶州湾及青岛近海微表层与次表层中二甲基硫(DMS)与二甲巯基丙酸(DMSP)的浓度分布[J]. 海洋与湖沼, 2010, 41(5): 683–691. [Zhang H H, Yang G P. Distribution of Di methyl sulfide (DMS) and Di methyl sulphonio pription (DMSP) in the microlayer and subsurface water in Jiaozhou Bay and Qingdao coastal water[J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2010, 41(5): 683–691.]
- [16] 国家气象信息中心. 中国高密度台站地面基本气象要素日值数据集[EB/OL]. (2011–04–01) [2014–12–20]. <http://data.cma.cn/site/index.html>. [National Meteorological Information Center. Daily data set of basic meteorological elements of high density stations in China[EB/OL]. (2011–04–01) [2014–12–20]. <http://data.cma.cn/site/index.html>.]
- [17] 任福民, 高辉, 刘绿柳, 等. 极端天气气候事件监测与预测研究进展及其应用综述[J]. 气象, 2014, 40(7): 860–874. [Ren F M, Gao H, Liu L L, et al. Research progress on extreme weather and climate events and their operational applications in climate monitoring and prediction[J]. *Meteorological*, 2014, 40(7): 860–874.]
- [18] 黄小燕, 王小平, 王劲松, 等. 中国大陆 1960–2012 年持续干旱日数的时空变化特征[J]. 干旱气象, 2014, 32(3): 326–333. [Huang X Y, Wang X P, Wang J S, et al. Spatial and temporal characteristics of the consecutive dry days in recent 53 years in Mainland China[J]. *Meteorological Drought*, 2014, 32(3): 326–333.]
- [19] 邹瑾, 王启. 山东夏季高温异常变化特征分析[J]. 山东气象, 2005, 25(1): 5–8. [Zou J, Wang Q. Inter decadal variability of summer high-temperature anomaly in Shandong Province[J]. *Shandong Weather*, 2005, 25(1): 5–8.]
- [20] 施洪波. 华北地区高温日数的气候特征及变化规律[J]. 地理科学, 2012, 32(7): 866–871. [Shi H B. Climatic characteristics and the spatio-temporal variation of high temperature days in North China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(7): 866–871.]
- [21] 李庆宝, 黄容, 孙桂平, 等. 青岛地区暴雨时空分布统计分析[J]. 海洋通报, 2008, 27(4): 44–52. [Li Q B, Huang R, Sun G P, et al. Statistical analysis of the spatial and temporal distribution of storms in Qingdao[J]. *Marine Bulletin*, 2008, 27(4): 44–52.]
- [22] 郭连云, 李保华, 赵年武, 等. 海南地区公众对气候变化及农作物播种期变化的感知差异分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(26): 225–230. [Guo L Y, Li B H, Zhao N W, et al. Perceptual differences of the public in Hainan prefecture on changes of climates and crop-sowing periods[J]. *China Agriculture Science Bulletin*, 2014, 30(26): 225–230.]
- [23] 邓茂芝, 王英巍, 毛炜峰, 等. 阿克苏流域公众气候变化感知及适应措施选择的差异分析[J]. 干旱区研究, 2012, 29(1): 17–26. [Deng M Z, Wang Y W, Mao W Y, et al. Analysis on differences of perceptions and adaptation measure choices about climate change in the Aksu River Basin[J]. *Arid Zone Research*, 2012, 29(1): 17–26.]
- [24] 郁耀闯, 周旗, 王长燕. 陕北地区公众气候变化感知的时空变异[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2011, 41(1): 134–138. [Yu Y C, Zhou Q, Wang C Y. Spatio-temporal variation of public perception on climate change in Northern Shaanxi[J]. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 2011, 41(1): 134–138.]
- [25] 周旗, 郁耀闯. 关中地区公众气候变化感知的时空变异[J]. 地理研究, 2009, 28(1): 45–54. [Zhou Q, Yu Y C. Spatio-temporal variation of public perception on climate change in the Guanzhong area[J]. *Research on Geography*, 2009, 28(1): 45–54.]
- [26] 苑文华, 张玉洁, 孙茂璞, 等. 山东省降水量与不同强度降水日数变化对干旱的影响[J]. 干旱气象, 2010, 28(1): 35–40. [Yuan W H, Zhang Y J, Sun M P, et al. Impacts of annual precipitation and rainy days with different grades variation on drought disaster

2017年1月

- in Shandong Province[J]. *Meteorological Drought*, 2010, 28(1): 35–40.]
- [27] 张军岩, 於琨, 于格, 等. 胶州湾地区近50年气候变化特征分析及未来趋势预估[J]. 资源科学, 2011, 33(10): 1984–1990. [Zhang J Y, Yu L, Yu G, *et al.* Analysis of climate change during the period 1959–2008 and climatic projection during the period 2011–2030 over the Jiaozhou Bay[J]. *Resources Science*, 2011, 33(10): 1984–1990.]
- [28] 卞莹莹, 宋乃平. 农牧交错带不同生计方式农户对生态环境的感知和适应—以宁夏盐池县皖记沟村为例[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2014, 40(2): 210–222. [Bian Y Y, Song N P. Farmers' environmental perception and adaptation of different livelihood strategies in ecotone: A case of Wanjigou village, Yanchi County, Ningxia[J]. *Journal of Zhejiang University (Agriculture & Life Sciences)*, 2014, 40(2): 210–222.]
- [29] 靳乐山, 魏同洋, 胡振通. 牧户对气候变化的感知与适应—以内蒙古四子王旗查干补力格苏木为例[J]. 自然资源学报, 2014, 29(2): 211–220. [Jin L S, Wei T Y, Hu Z T. Herdsmen's perceptions and adaption to climate change: A case study in Chaganbulige, Siziwang Banner, Inner Mongolia[J]. *Natural Resources*, 2014, 29(2): 211–220.]
- [30] 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[J]. 地理研究, 2011, 30(10): 1753–1764. [Hou X Y, Han Y. Herder's perceptions and adaptation of climate change in typical areas of Inner Mongolia[J]. *Geographical Research*, 2011, 30(10): 1753–1764.]
- [31] Tenge J, De Graaff, Hella J P. Social and economic factors affecting the adoption of soil and water conservation in West Usambara highlands, Tanzania[J]. *Land Degradation and Development*, 2004, 15(2): 99–114.

The perception and responses of climate change in Jiaozhou Bay area

WANG Haiou¹, YU Li², LV Minghui³, ZHANG Xiaomei³, KANG Tongqian¹, YANG Shuyun¹

(1. College of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2. National Climate Center, Beijing 100081, China; 3. China Meteorological Administration Public Meteorological Service Center, Beijing 100101, China)

Abstract: The coastal transition zone is a sensitive and vulnerable area to climatic and environmental change, and combined with disturbance from human activities could face a higher risk of climate change impacts in future. Climate change adaptation is critical in vulnerable areas. Based on the perception-adaptation-analysis framework and taking the Jiaozhou Bay area, China as a case study, we combined questionnaire and meteorological data to analyze climate change and extreme events over the last 30 years. Drought, torrential rain, high temperature, the deviation between perceptions and fact, and the relationship between perception and adaptation were analyzed. We found that nearly 30 years ago the temperature increased rapidly, higher than the national average warming rate; precipitation increased in amplitude and extreme weather events occurred frequently in Jiaozhou Bay. Residents have higher awareness to climate change, but the perception of specific climate factors and actual changes are different. Considering the influence of the reference period, the perception to extreme events is in high accordance with climate change. There is a good corresponding relationship between the perception of climate change and the adaptation to climate change, the perception of extreme weather events and climate adaptation are negatively correlated. In general, adaptation to climate change in the Jiaozhou Bay area remains unpopular and there are gaps in the application of popularity and diversification of adaptation measures.

Key words: climate change; extreme weather events; perception; adaptation; questionnaire; Jiaozhou Bay