

农户生计对气候变化的恢复力研究综述

熊思鸿, 阎建忠, 吴雅

(西南大学资源环境学院, 重庆 400715)

摘要: 随着气候变化对自然生态环境和社会经济可持续发展影响的不断加剧, 恢复力逐渐成为应对气候变化的一种新理念。首先梳理了不同领域恢复力概念, 进而阐述了农户生计对气候变化的恢复力的科学内涵及研究框架。然后重点分析了农户生计对气候变化的恢复力在资本、政府机构、自组织能力和学习能力四方面的具体表现。最后从定性和定量两方面归纳了生计恢复力的度量方法。定性评价方法主要包括农户问卷调查、关键线人访谈、重点小组讨论、生计轨迹方法和案例分析等, 定量评价方法包括指标替代法、结构动力学分析法、贝叶斯网络模型法、基准线对比法等。未来研究应注重完善农户生计对气候变化的恢复力评价方法、加强农户生计对气候变化的恢复力动态研究并且开展区域间农户生计对气候变化的恢复力对比研究。

关键词: 恢复力; 气候变化; 生计; 可持续性; 适应

DOI: 10.11821/dlj020190720

1 引言

近几十年来, 气候变化及其对自然、社会和经济的影响逐渐成为世界各地面临和亟待解决的一项重大研究课题。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第五次评估报告^[1]指出: 全球气候正在发生以变暖为主要特征的变化且预估未来气候变暖仍将持续。与1986—2005年相比, 全球平均地表温度预计将升高0.3~0.7℃ (2016—2035年), 同时降水呈现“干者愈干、湿者愈湿”的趋势, 极暖事件增多, 极冷事件减少, 全球海平面进一步上升等。尽管温度升高会促进作物和牧草产量增加^[2], 但极端气候和天气事件增多, 如洪水直接导致疟疾发病率增加、人的死亡等^[3,4], 破坏性强, 对生计系统的影响更大, 特别是发展中国家将面临更严重的危害^[5]。恢复力 (resilience) 理论试图通过分析系统适应变化的能力, 为生态环境、自然资源管理以及社会经济可持续发展研究提供新的工具和理念^[6]。面对未来气候变化带来的不确定因素, 许多学者认为恢复力思想可能是增强生计、促进可持续发展的最优方式^[7-9]。

恢复力是指系统处理并响应灾害性事件、趋势或扰动, 进行结构重组, 保持其必要功能、结构和特性, 同时维持系统适应、学习和转型的能力^[10]。恢复力思想从早期的自然生态系统、社会经济系统发展到社会-生态复杂系统, 现已被广泛运用于灾害管理、气

收稿日期: 2019-08-20; 修订日期: 2019-10-10

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41571093); 国家自然科学基金国际 (地区) 合作与交流项目 (41761144081); 中国科学院战略性先导科技专项项目 (XDA20040201)

作者简介: 熊思鸿 (1994-), 女, 四川广安人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用规划。

E-mail: xiongsh03@foxmail.com

通讯作者: 阎建忠 (1972-), 男, 重庆忠县人, 研究员, 博士生导师, 研究方向为土地利用和乡村发展。

E-mail: yanjzswu@126.com

候变化、社会生态和可持续发展研究等多个领域^[11-14]。在日益严峻的气候变化背景下, 农户生计恢复力受到学界、各级政府机构和政策制定者等的高度重视^[15]。近年来, 学者们在国家、地区、社区、家庭等不同尺度开展了研究^[16-18], 主要关注气候变化对生计恢复力的影响、生计恢复力评估以及气候变化感知与适应策略如何提高生计恢复力等方面^[19-22]。农户作为农村系统最基本的生计单元和行为主体, 是气候扰动最直接的承受者, 其生计直接或间接受到气候变化的影响, 尤其是低收入国家的贫困农户。一方面, 贫困农户的生计极度依赖农、林、牧、渔等自然资源部门, 这些资源受气候变化的影响较大, 如水资源短缺、捕鱼量下降等^[23]; 另一方面, 气候变化会导致人类健康受损、牲畜死亡和基础设施破坏等, 造成贫困农户的人力、物质和社会等资本损失, 进一步加剧其生计脆弱性^[24,25]。对于这类生计难以维持的贫困农户而言, 生计恢复力可以帮助其实现生计的恢复。因此, 开展农户生计对气候变化的恢复力研究, 有助于理解气候变化(包括压力和冲击)对研究主体的扰动机制, 发现脆弱群体生计恢复的关键制约因素, 帮助农户在面临气候变化扰动时维持和改善生计^[26-28]。

目前, 关于系统梳理农户生计对气候变化恢复力的研究较少。农户生计对气候变化的恢复力是什么? 主要表现在哪些方面? 其决定因素有哪些以及如何被度量、维持和提升? 这些问题亟待厘清。因此, 本文在梳理不同领域恢复力的概念基础上, 阐述了农户生计对气候变化恢复力的科学内涵。基于生计恢复力分析框架和可持续生计框架提出了农户生计对气候变化的恢复力研究框架, 重点分析了农户生计对气候变化的恢复力表现和生计恢复力综合评估度量方法。最后提出了未来发展方向, 以期为政府制定科学有效的气候变化适应策略和中国生计系统恢复力的后续研究提供参考依据。

2 农户生计对气候变化的恢复力科学内涵和研究框架

2.1 农户生计对气候变化的恢复力科学内涵

恢复力概念于1973年首次被生态学家Holling引入生态领域后, 所关注的方面从早期的自然生态系统(如生态恢复力)发展到社会经济系统(社区恢复力、城市恢复力和企业恢复力等)以及社会-生态复杂系统(农业恢复力、粮食安全恢复力、灾害恢复力等)。不同学科背景下恢复力的内涵不同(表1)。综合各学科对恢复力的定义, 恢复力是指某个系统受到干扰时, 系统结构和功能保持不变, 接受干扰并重组的能力, 包括系统能吸收的扰动量, 系统自组织的能力以及激励并提高学习和适应能力的程度^[23,29]。综上所述, 恢复力要求系统应该具备以下能力: ①吸收外部变化带来的压力且能维持系统正常运转; ②系统能够适应变化、结构重组以及功能发展到更完备的状态, 系统可持续性提高; ③为应对未来可能发生的变化做好准备^[30,31]。

农户生计对气候变化的恢复力研究是在生计系统下进行的。厘清生计和生计恢复力的概念内涵有助于深入理解农户生计对气候变化的恢复力。目前生计较为普遍的定义是一种建立在能力、资本(包括储备物、资源、要求权和享有权)和活动基础之上的谋生方式^[43]。生计恢复力则被定义为不同尺度下生计对变化和扰动做出反应、恢复和学习, 并改进其生计模式以适应变化和挑战的能力^[44,45]。对农户而言, 生计直接或间接暴露在气候变化下, 即气候变化对家庭能力、资本或活动造成不利影响。农户生计对气候变化的恢复力是指农户生计对气候变化做出反应, 保持生计系统结构和功能不变, 同时维持适应、学习和转型的能力。

表1 不同领域恢复力的定义
Tab. 1 Definition of resilience in different fields

研究对象	举例	概念内涵	学科领域	文献来源
自然生态系统	海岸带恢复力	海岸带在变化的水文和地貌环境中保持实际和潜在功能的自组织能力。	生态学	[32]
	生态恢复力	生态系统受到扰动后仍维持其重要特征（包括生物组成、结构、生态系统功能等），并恢复到稳定状态的能力。	生态学	[33]
社会经济系统	社区恢复力	社区应对社会、政治和环境变化带来的压力和扰动的能力。	社区	[34, 35]
	城市恢复力	城市系统能够准备、响应特定的多重威胁并从中恢复，并将其对公共安全健康和经济的影响降至最低的能力。	城市	[36, 37]
	企业恢复力	企业根据股东和持有人的意愿和需求，制定相应的方法政策保证企业的持续增长和发展，通过风险预测、机会辨识、产品选择和销售设计等一系列措施应对外部变化的能力。	组织	[38]
社会-生态复杂系统	农业恢复力	农业生产及与之相关的人类社会遭受外界干扰时，通过系统自我调节和外部能量输入，维持农业系统本身的结构、功能、特性并恢复到稳定状态的能力。	农业系统	[39, 40]
	粮食安全恢复力	一个家庭通过承受冲击和压力保持一定程度的福利（即粮食安全）的能力，并在承受变化的同时进行重组，以保持与原状基本上相同的功能、结构、身份和反馈，这取决于家庭可供选择的谋生手段和处理风险的能力。	粮食安全	[41]
	灾害恢复力	一个系统在面临灾害（如地震、干旱等）时，能够及时有效地抵御、吸纳和承受灾害的影响，并从中恢复的能力。	灾害管理	[42]

2.2 农户生计对气候变化的恢复力研究框架

Speranza 等提出生计恢复力分析框架，从缓冲能力（buffer capacity）、自组织能力（self-organization capacity）和学习能力（learning capacity）3个维度对生计恢复力进行研究^[46]。缓冲能力是指一个系统为了保持原有结构、功能及对结构和功能的反馈可承受的变化或干扰度。从农户生计角度理解，缓冲能力是指农户利用生计资本以及获得资本的权利和机会来应对气候变化带来的冲击，主要包括人力资本、自然资本、金融资本、社会资本和物质资本。自组织能力主要强调人类的主体能力、适应能力、权力和社会互动对恢复力的影响^[47]，如制度、合作与网络、社会关系、自组织机会和资源依赖度等。学习能力即系统的适应性管理，是指系统从以往的经验 and 知识中学习进而指导当前的行动，并存储记忆。学习能力包括对威胁和潜在机会的感知、社会共同愿景、学习能力、知识识别、共享、转化能力以及运作反馈机制。该框架主要描述了生计恢复力的重要组成要素，即表明生计恢复力“是什么”，但没有回答“对什么的恢复力”，以及缺乏对恢复力主体所处的外部环境和内部适应及其两者之间相互作用的分析。

英国国际发展署（DFID）提出的可持续生计框架是一种寻求农户生计脆弱性原因并提供多种解决对策的集成分析框架和建设性工具^[48]，为世界各地农户生计研究提供了理论基础。从微观角度解释，农户利用自然、社会、金融、人力和物质等资本以及依赖政策、制度、社会过程等在脆弱背景下谋生，从而寻求最佳生计组合并达到积极的生产产出（如收入增加、脆弱性降低和福利改善等）^[49]。可持续生计框架较为全面地分析了各种因素对农户生计的影响以及各因素间的相互作用，为探讨农户生计恢复力的“决定因素是什么”提供了理论参考。部分学者基于可持续生计框架对生计恢复力进行了评估^[50-52]，但其研究仍存在不足。如多是集中于社区尺度研究，恢复力结果缺乏微观可视化方法，忽视人类机构在生计恢复力建设中的重要作用^[53]。

参考上述框架，本文绘制出农户生计对气候变化的恢复力研究框架（图1）。气温、

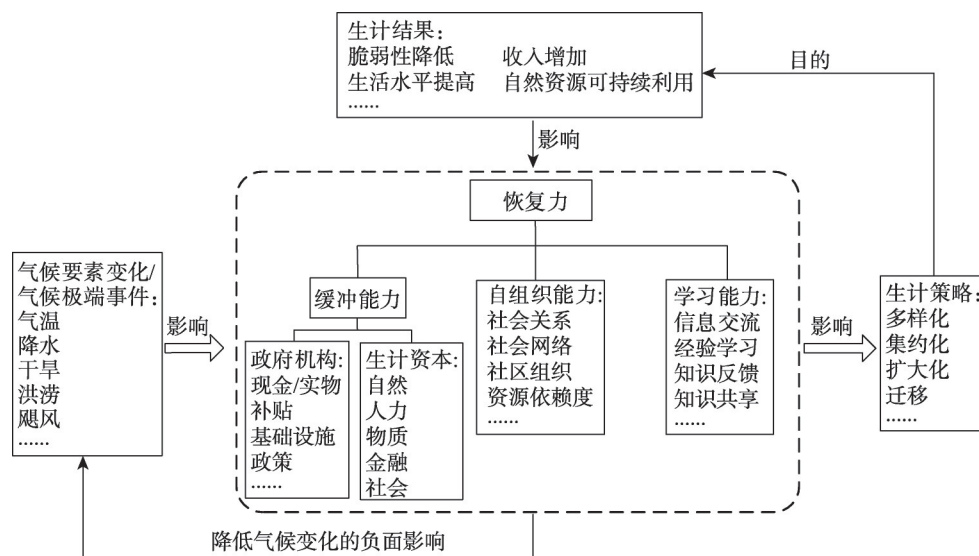


图1 农户生计对气候变化的恢复力研究框架

Fig. 1 Research framework of farmers' livelihood resilience to climate change

降水等气候因素和干旱、雪灾等极端气候事件对农户生计资本或能力产生直接或间接影响，而政府采取的干预措施、生计资本的累积有利于降低农户对气候变化的敏感性，增强缓冲能力^[54]。市场、信贷、政策等自上而下和社区组织机构等自下而上的外部驱动因素能够降低气候变化的不利影响^[55,56]。农户向外界和以往经验学习，并利用获得的新知识、新技术和新渠道等指导现有生计方式的能力是恢复力的重要组成部分^[57]。综合各种因素，农户不断调整适应过程从而寻求最佳生计策略，提高生计对气候变化的恢复力。农户生计对气候变化的恢复力框架解释了恢复力“是什么”“对什么的恢复力”以及气候变化与农户生计恢复力之间的作用关系，同时强调了政府机构对农户生计恢复力建设的重要作用。因此，该框架不仅适用于政府机构发达的国家（比如中国），对其他遭受气候变化不利影响的国家和地区同样适用。

3 农户生计对气候变化的恢复力表现

农户生计对气候变化的恢复力表现根据气候变化对生计影响的不同存在差异。气候变化对农户生计的影响主要表现为气候要素长期变化和突发性气象灾害对生计要素的影响，其实质是对构成农户生计可利用的资源、谋生活动以及能力的影响^[58]。为缓解气候变化的不利影响，政府机构和农户分别采取不同的政策或措施提升农户生计恢复力。因此，本文从资本、政府机构、自组织能力和学习能力四方面总结了恢复力表现（表2）。

农业生产直接依赖于光温水土等自然要素，因此依赖农业的生计对气候变化非常敏感。一方面，气候变暖使作物生长周期延长、种植制度改变、种植适宜区增加、种植界限的海拔和纬度上移、产量增加等^[77-79]；另一方面，气候变化导致干旱、洪水、冰雹等气象灾害和病虫害增多，直接造成产量下降，农业收入降低^[80]。总的来说，气候变化对农业生产的影响主要表现在作物生产潜力、品种和布局、病虫害等方面^[81,82]。在此背景下，农户或政府一般采取调整种植周期和种植制度、选择改良品种（包括政府推广良种）、农业集约化、机械化（机械费用包括农户自费和政府补贴）、修建灌溉设施（包括农户自己

表2 农户生计对气候变化的恢复力表现

Tab. 2 Resilience characteristics of farmers' livelihood to climate change

恢复力表现	具体措施	参考文献
资本	自然：土壤保护、种植改良/耐旱作物、作物多样化、调整作物种植和收获日期、 人工种草 金融：汇款、获得信贷 物质：机械化、修建水塘(农户自主修建)、增加牲畜数量、调整房屋地基 人力：提高受教育水平、保持安全健康	[22, 59-64]
政府机构	补贴：生态补偿、直接补贴牲畜 基础设施：灌溉设施、饮用水工程、政府投资效率、完善市场和贸易、市场准入 政策：建立保护区、退牧还林还草、禁牧政策、湿地分配政策、森林管理、市场干预政策	[63-71]
自组织能力	社区一级进行风险评估、规划、实施和监测、社区提供资源、社区修建防水堤坝	[14, 65, 72]
学习能力	生计多样化、种植制度多样化、渔业旅游、教育和推广服务、向以往经验学习、 迁移	[62, 73-76]

注：由于社会资本在政府机构和自组织能力两方面有所体现，故表中资本部分没有对其进行单独分类。

修建和政府资助修建)和生计多样化等恢复措施减缓气候变化对农业生产的影响^[83-86]。如干旱地区农户可通过调整作物种植时期、种植耐旱易熟品种、修建灌溉渠道等恢复措施来降低干旱对农作物的影响^[70,87]。

依赖草地、林业、渔业等自然资源的家庭也受到气候变化的直接或间接影响，并采取了不同的恢复措施。在牧区，草地气候呈暖干化趋势，使草场产草的数量和质量降低、杂草和毒草的比例增加、植被种类变化，导致草场生产力下降、牲畜饲料不足，进而对牲畜资本产生影响（死亡、发病率提高、副产品产量和质量等变化）^[88]。因此，国家层面通过采取“退牧还草”“禁牧”“生态补偿”、牲畜补贴等政策措施保护草地资源^[69,89]。牧民则主要通过人工种草、畜棚建设、调整畜种结构、轮牧、生计多样化等自主方式缓解气候变化对生计造成的影响^[90,91]。气候变化对林业资源的影响主要表现在木材、树种和生物多样性变化等^[92]，从而导致家庭的林业收入减少。政府或农户主要通过森林管理、地类变更（如湿地变更成林地）、借贷等办法维持生计恢复力^[76]。在沿海地区，海平面上升、洪水、飓风等可能会导致鱼类繁殖和分布发生变化，数量和种类减少，间接降低渔民的渔业收入或直接造成房屋、渔船和基础设施等资本损失，加剧渔民的生计脆弱性^[93]。政府或渔民通过建立保护区、发展旅游和修建堤坝等措施缓冲气候变化带来的冲击和压力^[72,94]。总之，为了提高生计恢复力，应对气候变化的不利影响，政府机构或农户针对性地采取了不同的生计恢复办法。

人类健康对气候变化很敏感，主要表现为人们直接暴露在气温、降水变化以及高温热浪、暴雨洪涝和干旱等气候变化中，通过自然系统间接对人产生影响（比如生物性和水源性传染病、空气污染等）以及职业、营养不良和心理压力等受人类系统调节的间接影响³个方面^[1]。政府一般通过加强公共卫生基础设施建设（比如垃圾集中处理站、废水处理和再利用设施等）、传染病防控、水源保护、污染监测和控制、医疗保险制度等进行干预。家庭主要采取迁移、汇款和健康管理（看病）等恢复办法应对气候风险^[95-97]。

综合上述研究发现，政府机构在农户生计对气候变化的恢复力建设中发挥着关键作用，主要表现在现金和实物补贴、基础设施建设以及政策实施。现金和实物补贴是对农户金融和物质资本的直接补充，可用于购买粮食、看病买药等，防止家庭在气候变化中资本损失扩大（如人/牲畜死亡、失踪等）。基础设施建设能够预防气候变化带来的不利

影响, 增强农户的缓冲能力, 比如通过灌溉设施可以有效减缓干旱对农作物造成的粮食减产等。另外, 政府制定的各种政策通过影响生计资本从而间接影响农户生计恢复力。比如开垦政策: 政府统一将湿地开垦为耕地, 增加了农作物种植面积, 粮食安全得以保障。总之, 政府机构直接或间接地影响着农户生计对气候变化的恢复力建设。

4 农户生计对气候变化的恢复力评价研究进展

生计恢复力评价是恢复力相关研究中的另一重要内容。鉴于气候变化影响的全球性特点, 农户生计对气候变化的恢复力已成为国际组织、各国政府、科学机构和政策制定者设计应对气候变化方案的重要理念。然而, 目前有关农户生计对气候变化的恢复力的度量研究还较为薄弱, 主要以定性研究为主, 定量研究相对较少。

4.1 定性评价

定性评价侧重于理论分析, 多关注恢复力的形成机制、对农户生计系统的重要性以及影响因素等方面, 具有一定的可实践性和说服力。但农户生计对气候变化的恢复力相关研究尚处于起步阶段, 有待进一步发展。Ayeb-Karlsson等采用个人生计史访谈的方法, 定性分析了孟加拉国家家庭生计对气候变化的恢复力和适应性^[98]。Tebboth等运用农村评估、生活史访谈和家庭调查等混合方法, 对中国安徽省不同迁移模式家庭生计在气候扰动背景下的恢复力进行了对比分析, 认为短期迁移的家庭的恢复力高于长期迁移的家庭^[73]。Hirons等利用重点小组讨论和关键线人访谈等方法, 研究了加纳中部地区种植可可的农民抵御干旱的恢复力措施, 认为获得湿地和信贷的机会是当地应对气候冲击的关键因素^[99]。Ashkenazy等利用欧洲14个国家的案例定性调查了恢复力如何在农村和农业发展中发挥作用^[99]。Shah等利用住户问卷调查和访谈等方法, 对菲律宾稻农的主观情感认知在农户生计对气候变化的恢复力中的作用进行了定性分析^[100]。

4.2 定量评价

定量评价能大大推动理论的形象化和具体化。目前, 学术界包括生态学、经济学、气象学、地理学和灾害学等领域的专家学者都在尝试量化系统恢复力, 但具体针对农户生计对气候变化的恢复力的度量研究还较少。实际上, 恢复力受诸多因素影响, 对其进行直接测量比较困难^[101], 但可选取替代指标进行测量^[6,44]。从现有研究来看, 量化农户生计对气候变化的恢复力的方法主要是指替代法。该方法通过选取恢复力的诸多替代指标并赋予各指标权重, 计算得出恢复力指数, 从而实现恢复力的定量化研究。恢复力替代指标选取, 一是基于可持续生计框架。如Quandt等借鉴五大生计资本构建了生计资本综合得分指数, 探讨了农林收入是否以及如何增强肯尼亚Isiolo县小农应对区域气候变化的恢复力, 研究表明, 从事农林业的家庭比从事农业的家庭拥有更高的恢复力^[52]。二是基于恢复力的属性, 即系统能够承受并维持其原稳定态的变化阈值、系统的自组织能力以及系统学习和适应变化的能力^[101]。如温腾飞等基于“缓冲能力-自组织能力-学习能力”3个维度选取了19个指标构建了黄土高原地区农户对干旱的恢复力指数, 认为家庭存款、人均收入、家庭教育投入、户主教育程度、粮食自给能力和社会网络是农户生计对气候变化的恢复力的核心影响因素^[102]。因此, 本文从自然、金融、物质、人力、政府机构、自组织能力和学习能力方面总结了农户生计对气候变化的恢复力指标(表3), 为恢复力定量评价提供参考。

近年来, 农户生计恢复力定量评价还出现了其他方法, 诸如结构动力学分析法、贝

表3 农户生计对气候变化的恢复力评价指标

Tab. 3 Resilience assessment indicators of farmers' livelihood to climate change

类型	指标	文献来源
自然	家庭拥有的土地、牧草地、林地、渔业等资源等	[15, 53, 103-105]
金融	收入、储蓄、借贷、现金、实物补贴等	
物质	牲畜、耐用品、房屋、生产工具等	
人力	家庭规模和人口构成、健康和营养状况、教育情况等	
政府机构	水、电、通讯、学校、医疗、道路、市场的可获得程度、灌溉设施、气候预警系统等	[50, 103, 105, 106]
自组织能力	粮食自给能力、邻里信任、参与社区活动、参与社区组织、社会关系网络、市政服务等	[107, 108]
学习能力	技能和培训机会、非农经验、信息获取能力、最高教育程度、收入多样性等	[102, 109, 110]

注：由于社会资本在政府机构和自组织能力两方面有所体现，故表中资本部分没有对其进行单独分类。

叶斯网络模型法、基准线对比法等。结构动力学分析法是一种包含结构行为的结构分析，在动态描述、因果分析和生计响应估计等方面具有优势，在识别不同因素的结构效应方面能发挥重要作用。如Fang等运用结构动力学分析法，对四川省农村居民的生计恢复力变化进行了研究，分析得出农户生计对气候灾害的恢复力与生活质量、生计推广和生计供应呈显著正相关关系，与灾害压力呈显著负相关关系^[45]。贝叶斯网络模型法一般通过集成不同类型的数据构建模型，从而推理出系统恢复力的影响因素。如Merritt等利用该方法研究水文、生物物理知识和家庭生计资本与印度农户对干旱的恢复力之间的关系，认为流域开发项目影响了自然资本，从而影响家庭抵御干旱的能力^[111]。基准线对比法是通过特定的一套方法和指标建立系统恢复力的基线条件，根据时间变化监测并比较不同系统恢复力的变化情况。如Cutter等利用基准线对比法对美国东南部各县进行对比分析，发现社会、经济、体制、基础设施和社区能力等恢复力驱动因素在不同社区间差异很大^[112]。

总的来说，农户生计对气候变化的恢复力量化评价主要关注恢复力的决定因素和如何增强农户生计应对气候变化的能力等方面，且仅对指标替代法有一些较深入的研究。目前既没有针对某种气候冲击建立恢复力指标体系，也没有建立比较普遍适用的综合评估模型。但生计恢复力评估在应对气候变化和生计可持续发展中的价值已受到足够重视。

5 研究展望

目前国内外学者在农户生计对气候变化的恢复力的内涵是什么、对什么的恢复力、影响恢复力的因素以及如何度量和提升恢复力等方面都进行了一些研究，具有一定的理论和实践意义。但国内农户生计对气候变化的恢复力研究仍存在一些不足。针对目前的不足，未来国内研究可以从以下三方面努力。

5.1 完善农户生计对气候变化的恢复力评价方法

农户生计对气候变化的恢复力综合评价比较薄弱。定性评价方法主要包括农户问卷调查、关键线人访谈、重点小组讨论、生计轨迹方法、案例分析等。定量评价方法除了常用的指标替代法外，也出现了结构动力学分析法、贝叶斯网络模型法、基准线对比法等。气候变化类型多种多样，对农户生计造成的影响也存在差异，完善农户生计对气候变化的恢复力评价方法对恢复力综合评价至关重要。以恢复力理论为基础的各领域恢复

力评价方法具有共通之处, 可为农户生计对气候变化的恢复力量化研究提供参考。因此, 有必要借鉴其他系统或领域的恢复力评价方法。如测量生态系统恢复力的模糊评价法、维持性拟合法, 度量社会-生态系统恢复力的集对分析法、空间分析法、复杂网络理论方法和评估灾害恢复力的地方灾害恢复力模式 (DROP) 等。同时也可以借鉴脆弱性研究中应用的信息扩散模糊数学理论、灰色系统理论方法等对生计恢复力进行评估, 因为脆弱性和恢复力两个概念在很大程度上呈现为互补关系, 低脆弱性意味着高恢复力, 反之亦然。

5.2 加强农户生计对气候变化的恢复力动态研究

系统恢复力具有动态性质, 即农户生计对气候变化的恢复力会随着时间变化而变化。另外, 系统所处环境、恢复力主体的行为方式等均处于变化之中, 对恢复力也会产生影响。比如恢复力强的家庭可能由于遭受某次特大气候冲击生计变得脆弱或者低恢复力的家庭因为政府扶持增强了恢复力。如何使家庭生计恢复力持续维持在高水平状态是学界、各级政府机构和农户都关注的焦点。因此, 可加强农户生计恢复力的动态变化研究, 探索不同阶段限制家庭恢复力提升的因素, 从而为不同行为对象 (地方政府、社区、农户等) 制定适当的气候变化应对策略提供理论依据。

5.3 开展区域间农户生计对气候变化的恢复力对比研究

全球气候变化不仅是一个以科学、管理或技术方式处理的环境问题, 也是一个政治和司法难题^[56]。开展区域间生计对气候变化的恢复力对比研究, 并有针对性地提出切实可行的应对策略, 有助于促进生计可持续发展。一方面, 开展国内不同典型脆弱区域的对比研究。中国气候复杂多样, 不同区域农户生计由于自然环境、管理体制、社会经济和文化习俗等不同, 对气候变化的恢复力也存在明显差异。但目前国内恢复力研究主要以北方干旱半干旱地区为主, 而对沿海地区、深度贫困地区、地质灾害频发区等经常遭受气象灾害或资源短缺的地区关注较少。另一方面, 开展国际区域间的对比研究。面对气候变化带来的不利影响, 不同国家采取的应对策略不同, 如中国政府通过长期基础设施建设, 有效减缓了气候变化的负面效应, 但一些国家的农户受到气候冲击后短时间内生计仍然难以恢复。因此, 有必要对气候条件和自然环境类似的国际间区域进行对比研究, 比较不同区域农户生计对气候变化的恢复力差异, 从而为易受气候变化不利影响的区域提供经验。

致谢: 真诚感谢匿名评审专家在论文评审中所付出的时间和精力, 评审专家对本文摘要、文献综述、理论框架构建、研究展望、参考文献方面的修改意见, 使本文获益匪浅。

参考文献(References)

- [1] IPCC. Climate change 2014: Synthesis Report. Geneva, Switzerland, 2014: 2-7.
- [2] IPCC. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 11.
- [3] Islam M M, Sallu S, Hubacek K, et al. Vulnerability of fishery-based livelihoods to the impacts of climate variability and change: Insights from coastal Bangladesh. *Regional Environmental Change*, 2014, 14(1): 281-294.
- [4] Oyekale A S. Impact of flooding on the health of coastal fishing folks in Epe Division of Lagos State, Nigeria. *Journal of Human Ergology*, 2013, 44(2): 183-188.
- [5] Royal Society. Resilience to extreme weather. Royal Society, 2014: 29.
- [6] Walker B, Salt D. Resilience thinking: Sustaining ecosystems and people in a changing world. Washington, DC: Island Press, 2006: 1-14.
- [7] Walker B, Holling C S, Carpenter S R, et al. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 2004, 9(2): 5-12.

- [8] Adger W N, Hughes T P, Folke C, et al. Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science*, 2005, 309(5737): 1036-1039.
- [9] Folke C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 253-267.
- [10] IPCC. *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014: 1108.
- [11] Gautam Y. Seasonal migration and livelihood resilience in the face of climate change in Nepal. *Mountain Research & Development*, 2017, 37(4): 436-445.
- [12] 杨新军, 石育中, 王子侨. 道路建设对秦岭山区社会-生态系统的影响: 一个社区恢复力的视角. *地理学报*, 2015, 70(8): 1313-1326. [Yang Xinjun, Shi Yuzhong, Wang Ziqiao. Exploring the impacts of road construction on a local social-ecological system in Qinling mountainous area: A resilience perspective. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(8): 1313-1326.]
- [13] Davies M, Béné C, Arnall A, et al. Promoting resilient livelihoods through adaptive social protection: Lessons from 124 programmes in South Asia. *Development Policy Review*, 2013, 31(1): 27-58.
- [14] FAO. *Disaster risk reduction: Strengthening livelihood resilience*. FAO, 2013: 413-439.
- [15] Uy N, Takeuchi Y, Shaw R. Local adaptation for livelihood resilience in Albay, Philippines. *Environmental Hazards*, 2011, 10(2): 139-153.
- [16] Pelletier B, Hickey G M, Bothi K L, et al. Linking rural livelihood resilience and food security: An international challenge. *Food Security*, 2016, 8(3): 469-476.
- [17] 李聪, 王磊, 康博纬, 等. 易地移民搬迁农户的生计恢复力测度及影响因素分析. *西安交通大学学报: 社会科学版*, 2019, 39(4): 38-47. [Li Cong, Wang Lei, Kang Bowei, et al. Measuring and influencing factors of livelihood resilience of relocated migrants. *Journal of Xi'an Jiaotong University: Social Sciences*, 2019, 39(4): 38-47.]
- [18] Jones L, Tanner T. 'Subjective resilience': Using perceptions to quantify household resilience to climate extremes and disasters. *Regional Environmental Change*, 2017, 17(1): 229-243.
- [19] Singh R K, Zander K K, Kumar S, et al. Perceptions of climate variability and livelihood adaptations relating to gender and wealth among the Adi community of the Eastern Indian Himalayas. *Applied Geography*, 2017, 86: 41-52.
- [20] Mutabazi K D, Amjathbabu T S, Sieber S. Influence of livelihood resources on adaptive strategies to enhance climatic resilience of farm households in Morogoro, Tanzania: An indicator-based analysis. *Regional Environmental Change*, 2015, 15(7): 1259-1268.
- [21] Tan S H, Tan Z C. Grassland tenure, livelihood assets and pastoralists' resilience: Evidence and empirical analyses from western China. *Economic and Political Studies*, 2017, 5(4): 381-403.
- [22] Makate C, Makate M, Mango N, et al. Increasing resilience of smallholder farmers to climate change through multiple adoption of proven climate-smart agriculture innovations. Lessons from Southern Africa. *Journal of Environmental Management*, 2019, 231: 858-868.
- [23] IPCC. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A special report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012: 16.
- [24] Li Y, Ren T, Kinney P L, et al. Projecting future climate change impacts on heat-related mortality in large urban areas in China. *Environmental Research*, 2018, 163: 171-185.
- [25] Forzieri G, Bianchi A, Silva F B E, et al. Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe. *Global Environmental Change*, 2018, 48: 97-107.
- [26] Marschke M J, Berkes F. Exploring strategies that build livelihood resilience: A case from Cambodia. *Ecology and Society*, 2006, 11(1): 42.
- [27] Scoones I. Livelihoods perspectives and rural development. *Journal of Peasant Studies*, 2009, 36(1): 171-196.
- [28] Sallu S M, Twyman C, Stringer L C. Resilient or vulnerable livelihoods? Assessing livelihood dynamics and trajectories in rural Botswana. *Ecology and Society*, 2010, 15(4): 299-305.
- [29] Alliance Resilience. *Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners*. Alliance Resilience, 2010: 4-18.
- [30] Folke C, Carpenter S R, Walker B, et al. Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 2010, 15(4): 20.
- [31] 陈德亮, 秦大河, 效存德, 等. 气候恢复力及其在极端天气气候灾害管理中的应用. *气候变化研究进展*, 2019, 15(2): 167-177. [Chen Deliang, Qin Dahe, Xiao Cunde, et al. Climate resilience and its implications for China. *Climate Change*

- Research, 2019, 15(2): 167-177.]
- [32] Klein R J T, Smit M J, Goosen H. Resilience and vulnerability: Coastal dynamics or dutch dikes? *Geographical Journal*, 1998, 164(3): 259-268.
- [33] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology & Systematics*, 1973, 4(4): 1-23.
- [34] Adger W N. Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, 2000, 24(3): 347-364.
- [35] Cutter S L, Barnes L, Berry M, et al. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 2008, 18(4): 598-606.
- [36] Wilbanks T J, Sathaye J. Integrating mitigation and adaptation as responses to climate change: A synthesis. *Mitigation & Adaptation Strategies for Global Change*, 2007, 12(5): 957-962.
- [37] 李彤玥, 牛品一, 顾朝林. 弹性城市研究框架综述. *城市规划学刊*, 2014(5): 23-31. [Li Tongyue, Niu Pinyi, Gu Chaolin. A review on research frameworks of resilient cities. *Urban Planning Forum*, 2014(5): 23-31.]
- [38] 孙晶, 王俊, 杨新军. 社会-生态系统恢复力研究综述. *生态学报*, 2007, 27(12): 5371-5381. [Sun Jing, Wang Jun, Yang Xinjun. An overview on the resilience of social-ecological systems. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(12): 5371-5381.]
- [39] Gunderson L H, Holling C S, Gunderson L H, et al. Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems. *Ecological Economics*, 2004, 49(4): 488-491.
- [40] 李晓, 周丁扬. 农业系统恢复力研究进展综述. *资源科学*, 2015, 37(9): 1747-1754. [Li Xiao, Zhou Dingyang. An overview of the resilience of agro-ecosystems. *Resources Science*, 2015, 37(9): 1747-1754.]
- [41] Alinovi L, D'Errico M, Mane E, et al. Livelihoods strategies and household resilience to food insecurity: An empirical analysis to Kenya. Conference organized by the European Report of Development, Dakar, Senegal, June. 2010: 28-30.
- [42] United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). 2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. Geneva: UNISDR, 2009: 10.
- [43] Chambers R, Conway G R. Sustainable rural livelihoods: Practical concepts for the 21st Century. Brighton: Institute for Development Studies, 1992: 7.
- [44] Nyamwanza A M. Livelihood resilience and adaptive capacity: A critical conceptual review. *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, 2012, 4(1): 1-6.
- [45] Fang Y P, Zhu F B, Qiu X P, et al. Effects of natural disasters on livelihood resilience of rural residents in Sichuan. *Habitat International*, 2018, 76: 19-28.
- [46] Speranza C I, Wiesmann U, Rist S. An indicator framework for assessing livelihood resilience in the context of social-ecological dynamics. *Global Environmental Change*, 2014, 28: 109-119.
- [47] Obrist B. Multi-layered social resilience: A new approach in mitigation research. *Progress in Development Studies*, 2010, 10(4): 283-293.
- [48] DFID. Sustainable livelihoods guidance sheets. London: Department for International Development, 1999: 1-26.
- [49] Reed M S, Podesta G, Fazey I, et al. Combining analytical frameworks to assess livelihood vulnerability to climate change and analyse adaptation options. *Ecological Economics*, 2013, 94(9): 66-77.
- [50] D'Errico M, Di Giuseppe S. Resilience mobility in Uganda: A dynamic analysis. *World Development*, 2018, 104: 78-96.
- [51] Mekuyie M, Jordaan A, Melka Y. Understanding resilience of pastoralists to climate change and variability in the Southern Afar Region, Ethiopia. *Climate Risk Management*, 2018, 20: 64-77.
- [52] Quandt A, Neufeldt H, McCabe J T. Building livelihood resilience: What role does agroforestry play?. *Climate & Development*, 2019, 11(6): 485-500.
- [53] Quandt A. Measuring livelihood resilience: The household livelihood resilience approach (HLRA). *World Development*, 2018, 107: 253-263.
- [54] Saldaña-Zorrilla S O. Stakeholders' views in reducing rural vulnerability to natural disasters in Southern Mexico: Hazard exposure and coping and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 2008, 18(4): 583-597.
- [55] Turner B N, Kasperson R E, Matson P A, et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2003, 100(14): 8074-8079.
- [56] Tanner T, Lewis D, Wrathall D, et al. Livelihood resilience in the face of climate change. *Nature Climate Change*, 2015, 5(1): 23-26.
- [57] Milestad R, Darnhofer I. Building farm resilience: The prospects and challenges of organic farming. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2003, 22(3): 81-97.
- [58] 武艳娟, 李玉娥. 气候变化对生计影响的研究进展. *中国农业气象*, 2009, 30(1): 8-13. [Wu Yanjuan, Li Yu'e. Research progress on impacts of climate change on livelihood. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2009, 30(1): 8-13.]

- [59] Hiron M, Boyd E, Mcdermott C, et al. Understanding climate resilience in Ghanaian cocoa communities: Advancing a biocultural perspective. *Journal of Rural Studies*, 2018, 63: 120-129.
- [60] Mango N, Makate C, Mapemba L, et al. The role of crop diversification in improving household food security in central Malawi. *Agriculture & Food Security*, 2018, 7(1): 7.
- [61] Mbae J K. Assessing resilient agriculture-based livelihoods: A case of conservation agriculture in Kanthonzweni sub-county. Nairobi: Master Dissertation of Nairobi University, 2014: 84-88.
- [62] Nguyen K V, James H. Measuring household resilience to floods: A case study in the Vietnamese Mekong River Delta. *Ecology & Society*, 2013, 18(3): 13.
- [63] Speranza C I. Buffer capacity: Capturing a dimension of resilience to climate change in African smallholder agriculture. *Regional Environmental Change*, 2013, 13(3): 521-535.
- [64] Li C Y, Tang Y, Luo H, et al. Local farmers' perceptions of climate change and local adaptive strategies: A case study from the Middle Yarlung Zangbo River Valley, Tibet, China. *Environmental Management*, 2013, 52(4): 894-906.
- [65] Sina D, Chang-Richards A Y, Wilkinson S, et al. A conceptual framework for measuring livelihood resilience: Relocation experience from Aceh, Indonesia. *World Development*, 2019, 117: 253-265.
- [66] Ferro-Azcona H, Espinoza-Tenorio A, Calderón-Contreras R, et al. Adaptive capacity and social-ecological resilience of coastal areas: A systematic review. *Ocean & Coastal Management*, 2019, 173: 36-51.
- [67] 侯彩霞, 周立华, 文岩, 等. 生态政策下草原社会-生态系统恢复力评价: 以宁夏盐池县为例. *中国人口·资源与环境*, 2018, 28(8): 117-126. [Hou Caixia, Zhou Lihua, Wen Yan, et al. Evaluation of social-ecological systems resilience in ecological policy: A case study in Yanchi, Ningxia, China. *China Population, Resources and Environment*, 2018, 28(8): 117-126.]
- [68] Kuhl L. Potential contributions of market-systems development initiatives for building climate resilience. *World Development*, 2018, 108: 131-144.
- [69] Oniki S, Dagys K. Recovery from a winter disaster in Töv Province of Mongolia. *Journal of Arid Environments*, 2017, 139: 49-57.
- [70] Nwafor E J, Umar A, Muhammad A, et al. Building resilience for adaptation to climate change among downstream communities in Nigeria through climate smart agriculture. *International Journal of Agriculture Innovations & Research*, 2014, 3(1): 94-100.
- [71] Drever C R, Peterson G, Messier C, et al. Can forest management based on natural disturbances maintain ecological resilience?. *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, 36(9): 2285-2299.
- [72] Tewari H R, Bhowmick P K, McCormick M. Roles of government and community support, flood experience, and flood education in livelihood resilience. *Journal of Sociology & Social Welfare*, 2015, 42(4): 100-133.
- [73] Tebboth M G L, Conway D, Adger W N. Mobility endowment and entitlements mediate resilience in rural livelihood systems. *Global Environmental Change*, 2019, 54: 172-183.
- [74] Makate C, Wang R, Makate M, et al. Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe: Adaptive management for environmental change. *SpringerPlus*, 2016, 5(1): 1135.
- [75] Forster J, Lake I R, Watkinson A R, et al. Marine dependent livelihoods and resilience to environmental change: A case study of Anguilla. *Marine Policy*, 2014, 45(3): 204-212.
- [76] Worku A, Pretzsch J, Kassa H, et al. The significance of dry forest income for livelihood resilience: The case of the pastoralists and agro-pastoralists in the drylands of Southeastern Ethiopia. *Forest Policy & Economics*, 2014, 41: 51-59.
- [77] 张荣荣, 宁晓菊, 秦耀辰, 等. 1980年以来河南省主要粮食作物产量对气候变化的敏感性分析. *资源科学*, 2018, 40(1): 137-149. [Zhang Rongrong, Ning Xiaojie, Qin Yaochen, et al. Analysis of sensitivity of main grain crops yield to climate change since 1980 in Henan province. *Resources Science*, 2018, 40(1): 137-149.]
- [78] Zhang G L, Dong J W, Zhou C P, et al. Increasing cropping intensity in response to climate warming in Tibetan Plateau, China. *Field Crops Research*, 2013, 142: 36-46.
- [79] 朱珠, 陶福祿, 娄运生, 等. 江苏省水稻产量对气候变化的敏感性研究: 基于县级和站点尺度. *资源科学*, 2013, 35(5): 1035-1043. [Zhu Zhu, Tao Fulu, Lou Yunsheng, et al. Rice yield sensitivity to climate change in Jiangsu province. *Resources Science*, 2013, 35(5): 1035-1043.]
- [80] Zhang L L, Zhao Z, Yi C, et al. Exposure, vulnerability, and adaptation of major maize-growing areas to extreme temperature. *Natural Hazards*, 2018, 91(3): 1257-1272.
- [81] 覃志豪, 唐华俊, 李文娟, 等. 气候变化对农业和粮食生产影响的研究进展与发展方向. *中国农业资源与区划*, 2013, 34(5): 1-7. [Qin Zhihao, Tang Huajun, Li Wenjuan, et al. Progress and directions in studying the impacts of climate

- change on agriculture and grain production in China. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2013, 34(5): 1-7.]
- [82] 刘彦随, 刘玉, 郭丽英. 气候变化对中国农业生产的影响及应对策略. *中国生态农业学报*, 2010, 18(4): 905-910. [Liu Yansui, Liu Yu, Guo Liying. Impact of climatic change on agricultural production and response strategies in China. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2010, 18(4): 905-910.]
- [83] Boansi D, Tambo J A, Müller M. Analysis of farmers' adaptation to weather extremes in West African Sudan Savanna. *Weather and Climate Extremes*, 2017, 16: 1-13.
- [84] Asfaw A, Simane B, Hassen A, et al. Determinants of non-farm livelihood diversification: Evidence from rainfed-dependent smallholder farmers in Northcentral Ethiopia (Woleka sub-basin). *Development Studies Research*, 2017, 4(1): 22-36.
- [85] Shakoor U, Saboor A, Ali I, et al. Impact of climate change on agriculture: Empirical evidence from arid region. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 2011, 48(4): 327-333.
- [86] Mumtaz M, De Oliveira J A P, Ali S H. Climate change impacts and adaptation in agricultural sector: The case of local responses in Punjab, Pakistan. *Climate Change and Agriculture*, IntechOpen, 2019: 5-8.
- [87] Tambo J A. Adaptation and resilience to climate change and variability in north-east Ghana. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2016, 17: 85-94.
- [88] 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. *草业科学*, 2007, 24(6): 66-73. [Zhang Xiuyun, Yao Yubi, Deng Zhenyong, et al. Climatic change over the grassland in the northeast border of Qinghai Tibetan Plateau and its influence on animal husbandry. *Pratacultural Science*, 2007, 24(6): 66-73.]
- [89] He X J. Climate change adaptation approaches with nomadic culture characteristics in Inner Mongolia grassland in China. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 15(3): 220-225.
- [90] Gongbuzeren, Huntsinger L, Li W. Rebuilding pastoral social-ecological resilience on the Qinghai-Tibetan Plateau in response to changes in policy, economics, and climate. *Ecology and Society*, 2018, 23(2): 21.
- [91] 赵霜, 方一平. 青海省果洛州草地畜牧业雪灾的恢复力. *干旱区研究*, 2017, 34(4): 898-905. [Zhao Shuang, Fang Yiping. Resilience of grassland livestock husbandry against snow disaster in Guoluo prefecture, Qinghai province. *Arid Zone Research*, 2017, 34(4): 898-905.]
- [92] Bele M Y, Tiani A M, Somorin O A, et al. Exploring vulnerability and adaptation to climate change of communities in the forest zone of Cameroon. *Climatic Change*, 2013, 119(3-4): 875-889.
- [93] Nguyen T T X, Bonetti J, Rogers K, et al. Indicator-based assessment of climate-change impacts on coasts: A review of concepts, methodological approaches and vulnerability indices. *Ocean & Coastal Management*, 2016, 123: 18-43.
- [94] Prado D S, Seixas C S, Berkes F. Looking back and looking forward: Exploring livelihood change and resilience building in a Brazilian coastal community. *Ocean & Coastal Management*, 2015, 113: 29-37.
- [95] Castells-Quintana D, Lopez-Urbe M D P, Mcdermott T K J. Adaptation to climate change: A review through a development economics lens. *World Development*, 2018, 104: 183-196.
- [96] WHO. Climate change and human health: Impact and adaptation. Geneva: World Health Organization, 2000: 24-34.
- [97] 孔峰, 王一飞, 吕丽莉. 全球变化背景下中国应对气候变化的主要进展和展望. *安徽农业科学*, 2018, 46(1): 18-23. [Kong Feng, Wang Yifei, Lv Lili. Progress and prospect of China's response to climate change under the background of global change. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2018, 46(1): 18-23.]
- [98] Ayebe-Karlsson S, Geest K V D, Ahmed I, et al. A people-centred perspective on climate change, environmental stress, and livelihood resilience in Bangladesh. *Sustainability Science*, 2016, 11(4): 679-694.
- [99] Ashkenazy A, Calvão Chebach T, Knickel K, et al. Operationalising resilience in farms and rural regions-Findings from fourteen case studies. *Journal of Rural Studies*, 2018, 59: 211-221.
- [100] Shah S H, Angeles L C, Harris L M. Worlding the intangibility of resilience: The case of rice farmers and water-related risk in the Philippines. *World Development*, 2017, 98: 400-412.
- [101] Carpenter S, Walker B, Anderies J M, et al. From metaphor to measurement: Resilience of what to what?. *Ecosystems*, 2001, 4(8): 765-781.
- [102] 温腾飞, 石育中, 杨新军, 等. 黄土高原半干旱区农户生计恢复力及其影响因素研究: 以榆中县为例. *中国农业资源与区划*, 2018, 39(5): 172-182. [Wen Tengfei, Shi Yuzhong, Yang Xinjun, et al. The resilience of farmers' livelihoods and its influencing factors in semiarid region of the Loess Plateau: A case study of Yuzhong county. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(5): 172-182.]
- [103] Weldegebriel Z B, Amphune B E. Livelihood resilience in the face of recurring floods: An empirical evidence from

- Northwest Ethiopia. *Geoenvironmental Disasters*, 2017, 4(1): 10.
- [104] Thulstrup A W. Livelihood resilience and adaptive capacity: Tracing changes in household access to capital in Central Vietnam. *World Development*, 2015, 74: 352-362.
- [105] Oparinde A, Hodge I. Building livelihood resilience a case study of factors affecting farm households' adoption of coping and adaptive strategies in rural Nigeria. Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper No. 39162, 2011: 22-26.
- [106] Smith L C, Frankenberger T R. Does resilience capacity reduce the negative impact of shocks on household food security? Evidence from the 2014 floods in northern Bangladesh. *World Development*, 2018, 102: 358-376.
- [107] 郭永锐, 张捷, 张玉玲. 旅游目的地社区恢复力的影响因素及其作用机制. *地理研究*, 2018, 37(1): 133-144. [Guo Yongrui, Zhang Jie, Zhang Yuling. Influencing factors and mechanism of community resilience in tourism destinations. *Geographical Research*, 2018, 37(1): 133-144.]
- [108] Alam G M M, Alam K, Mushtaq S, et al. How do climate change and associated hazards impact on the resilience of riparian rural communities in Bangladesh? Policy implications for livelihood development. *Environmental Science & Policy*, 2018, 84: 7-18.
- [109] Li E N, Deng Q Q, Zhou Y. Livelihood resilience and the generative mechanism of rural households out of poverty: An empirical analysis from Lankao county, Henan province, China. *Journal of Rural Studies*, 2019: 1-13.
- [110] 陈佳, 杨新军, 尹莎. 农户贫困恢复力测度、影响效应及对策研究: 基于农户家庭结构的视角. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(1): 150-157. [Chen Jia, Yang Xinjun, Yin Sha. Measures of the resilience, effect and countermeasures of household poverty: The perspective of household structure. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(1): 150-157.]
- [111] Merritt W S, Patch B, Reddy V R, et al. Modelling livelihoods and household resilience to droughts using Bayesian networks. *Environment Development & Sustainability*, 2016, 18(2): 315-346.
- [112] Cutter S L, Burton C G, Emrich C T. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security & Emergency Management*, 2010, 7(1): 1271-1283.

Review on the resilience of farmers' livelihoods to climate change

XIONG Sihong, YAN Jianzhong, WU Ya

(College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: With the awareness of climate change and its possible consequences to natural environment and human society, livelihood resilience has gradually become a new and key concept in our efforts to cope with the risks induced by climate change. On the basis of combing the concept of resilience in different fields, the scientific connotation and research framework of farmers' livelihood resilience to climate change are presented to improve the resilience of farmers' livelihood to climate change which mainly reflects assets, government apparatus, self-organization capacity and learning capacity. Finally, the measurement methods of livelihood resilience are summarized from aspects of qualitative and quantitative evaluation. Qualitative evaluation methods mainly include field questionnaire survey, key informants interview, key group discussion, livelihood trajectory method and case analysis. Quantitative evaluation methods mainly contain indicator substitution method, structural dynamics analysis, Bayesian network model and baseline comparison method. Future research needs to improve the evaluation method, strengthen the dynamic study and carry out regional comparative studies on the resilience of farmers' livelihood to climate change.

Keywords: resilience; climate change; livelihood; sustainability; adaptation