



DOI: 10.5846/stxb202103090637

詹天宇, 赵文武. 多重压力下生态系统可持续发展探究——IGU-GFE 地理学与可持续研讨会简述. 生态学报, 2021, 41(24): 10001-10005.

# 多重压力下生态系统可持续发展探究 ——IGU-GFE 地理学与可持续研讨会简述

詹天宇<sup>1,2</sup>, 赵文武<sup>1,2,\*</sup>

1 北京师范大学地理科学学部 地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875

2 北京师范大学地理科学学部 陆地表层系统科学与可持续发展研究院, 北京 100875

**摘要:** 2020 年 11 月 30 日至 12 月 1 日, “面向未来地球的地理学: 人地系统耦合与可持续发展委员会”(IGU-GFE) 主办的 2020 年地理学与可持续研讨会以视频会议的方式召开。研讨会以“多重压力下生态系统可持续发展探究”为主题开展热烈讨论。研讨会针对 5 个专题展开, 分别是: (1) 生态系统压力和驱动力; (2) 生态系统状态评估; (3) 多重压力对生态系统功能和生物多样性的影响; (4) 多重压力对生态系统服务的综合影响; (5) 生态系统可持续管理策略。IGU-GFE 地理学与可持续研讨会为全球生态系统功能和可持续发展的实现提出了以下建议: (1) 合理、科学、多维度提高生态系统质量; (2) 有效恢复和提升生物多样性-生态系统功能; (3) 优化生态系统的可持续发展管理策略。

**关键词:** IGU-GFE; 生态系统质量; 生物多样性; 可持续发展

## 1 大会概况

全球气候变化和人类干扰活动等多重压力对生态系统带来深刻影响<sup>[1]</sup>。辨析多重压力对生态系统质量、生态系统功能的影响机制, 探讨生态系统在多重压力下的缓解及适应策略, 对于全球生态系统可持续管理具有重要意义。为了应对全球环境变化, 推动实现全球可持续发展, 国际科学联盟(ICSU)于2012年发起了未来地球研究计划。2017年10月, 国际地理联合会(International Geographical Union, IGU)宣布成立“面向未来地球的地理学: 人地系统耦合与可持续发展委员会”(Commission on Geography for Future Earth: Coupled Human-Earth Systems for Sustainability, IGU-GFE)。IGU-GFE 委员会的成立推动了人地系统耦合与可持续发展研究的发展, 为全国乃至全球地理学研究学者提供更广泛的空间和平台。委员会以地理科学为核心, 基于国际研究计划推动可持续发展的快速发展, 推动中国地理学科聚焦前沿研究并向着国际化视野蓬勃发展, 同时为交叉学科带来积极影响。IGU-GFE 委员会将面向未来地球研究计划, 关注人地耦合系统, 结合环境科学、人文科学、水文学、经济学、生态学、气象学、系统模拟和全球变化等相关学科知识, 引领全球地理研究者探索人地系统耦合方法与可持续发展新路径。

IGU-GFE 委员会主办的 2020 年地理学与可持续研讨会于 2020 年 11 月 30 日至 12 月 1 日以视频会议的方式召开。来自挪威科技大学、挪威自然研究所、意大利帕多瓦大学、立陶宛米科拉斯·罗梅里斯大学、北京师范大学、中国科学院地理科学与资源研究所、中央民族大学等单位的近 50 位专家学者参加了会议。会议围绕 5 个专题进行热烈讨论: (1) 生态系统压力和驱动力; (2) 生态系统状态评估; (3) 多重压力对生态系统功能

基金项目: 国家自然科学基金项目(41861134038)

收稿日期: 2021-03-09; 网络出版日期: 2021-08-04

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

和生物多样性的影响;(4)多重压力对生态系统服务的综合影响;(5)生态系统可持续管理策略。

会议聚焦多重压力对生态系统的影响、生态系统适应策略、生态系统可持续管理等议题,面向全球可持续发展目标,促进可持续发展目标和区域生态系统多重压力下土地利用的优化途径。此外,实现生态系统的可持续管理应在政策法规的实施、可持续生产应用、综合管理技术的提升、长期监测的科学研究等多方面进行广泛的纵横双向协调,以支持可持续发展目标的实现。

## 2 多重压力下生态系统与可持续发展研究进展

### 2.1 生态系统驱动力机制

生态系统是人类社会存在和发展的基础,其健康与否决定了人类社会发展的方向<sup>[2]</sup>。生态系统进行科学合理的量化评估,掌握生态系统服务功能时空演变特征,识别其驱动因素,探讨其驱动机制有利于生态系统科学、适应性管理及其可持续发展<sup>[3]</sup>。生态系统驱动因素的定义是任何直接或间接导致生态系统变化的自然或人为因素<sup>[4]</sup>。直接的驱动因素明确地影响着生态系统的进程,而间接驱动程序通过改变一个或多个直接驱动因素来进行更广泛的影响。全球驱动力的类别包括人口、经济、社会政治、文化和宗教、科学、技术以及物理和生物。除物理和生物类型外,其他类型都被认为是间接的。重要的直接驱动因素,即物理和生物因素,包括气候变化、植物养分利用、土地类型转换以及疾病传播和入侵物种。生态系统质量的变化几乎总是由多种相互作用的驱动因素引起的。随着全球工业化进程的加快、人口的持续增加,人类社会对自然资源的需求急剧增加<sup>[5]</sup>。气候变化和人为活动(农业活动、工业活动、城市建设及其他活动)等多种因素过度干预和消耗生态系统,造成全球大量的生态系统持续恶化,导致了气候变化、水资源短缺、生物多样性骤减、自然灾害频发(图1)。气候-人为干扰模式是互相作用的非线性、互馈过程,并非气候决定论和人力资源开发之间进行简化的二分法。

外界干扰是影响生态系统质量和推动可持续发展的桥梁,过度的外界干扰会降低生态系统质量进而影响可持续发展目标的实现。而合理的外界干扰又能对生态系统质量产生正向反馈,生态系统质量的提升为可持续发展奠定了基础。三者的状态反应了生态系统的健康状态和整体变化。这种互相正反馈的驱动机制主要通过合理的政策实施、先进的科学技术、管理措施和人民素质来支撑。任何一种状态的变化都会引起其他二者功能的变化,进而影响生态系统整体的稳定。生态系统质量是基础,外界干扰(气候变化和人为活动)是过程,可持续发展是最终目的(图2)。

### 2.2 生态系统功能与生物多样性

生物多样性被认为是群落和生态系统动态和功能的主要决定因素<sup>[6]</sup>。在过去的十年里,关于生物多样性对生态系统功能影响的生态学研究掀起了一阵热潮<sup>[7-8]</sup>。建立生态系统功能与生态系统生物多样性之间的联系是一个重大的科学挑战。从局部到全球,人类正在通过各种各样的活动改变生物群落的组成,这些活动增加了物种入侵和灭绝的速度<sup>[9]</sup>。生态实验、观测和理论研究表明<sup>[10]</sup>,生态系统的特性在很大程度上取决于生物多样性的功能特征,以及这些生物在空间和时间上的分布和丰度。在影响生态系统特性方面,物种效应、气候和资源可用性干扰机制的效应一致,而人类活动可以改变上述所有因素。扩大生物多样性的栖息地



图1 影响生态系统的驱动因素

Fig.1 Influence factors of ecosystem



图2 生态系统变化与状态

Fig.2 Changes and conditions of ecosystem

有机会让生物适应新的环境,并在各种人为或自然灾害中重新生长。这可以被认为是有利于支持生物多样性的,因为不同的物种在一个生物多样性的生态系统中执行类似的功能,导致单一物种的破坏可能对整个生态系统产生的影响很小。物种丧失或组成变化的影响及其表现机制因生态系统性质、生态系统类型和潜在群落变化途径而异。缺乏多样性的栖息地被认为是更脆弱的,因为任何对一种物种的微不足道的干扰都可能对复杂的相互作用造成负面影响,使其崩溃。

科学界已就生物多样性与生态系统功能之间关系的许多方面达成广泛共识,包括与生态系统管理有关的许多要点<sup>[11]</sup>。进一步的研究需要整合生物和非生物对生态系统特性的控制、生态群落是如何构建的以及导致物种灭绝和入侵的力量等知识。公众也认识到只有健康的功能健全的生态系统才能提供社会、经济发展和丰富生物多样性的所有好处。基于此,应立即采取战略计划、经济奖励、公众认识和利益有关者参与等形式的行动,进而管理和恢复生态系统。生态系统的管理需要制定合理的土地管理方法和提升积极的决策意识,以确定自然和人为影响与发展之间的相关性。随着人口的增加和人类活动的增加,资源将得到更多的利用,从而使其生物多样性锐减<sup>[12]</sup>。因此,恢复生境和保护生物多样性是现代社会维持生活质量的需要。为了加强与政策和管理的联系,还需要将生态学知识与管理实践、社会、经济发展的认识结合起来。在采取有力措施尽量减少物种损失的同时,了解生态系统过程的复杂性,负责任地管理地球生态系统及其所包含的生物多样性是必要的。

### 2.3 生态系统服务与可持续发展管理

实现可持续发展的关键在于经济发展和开发自然资源的平衡,两者的平衡对于人类的福祉和生计至关重要<sup>[13]</sup>。生态系统服务是指生态系统发展过程中能维持人类社会发展的自然条件和效用<sup>[14]</sup>。有形的效用包括粮食和淡水的供应、减轻水灾和改善水质。生物多样性、生态系统及其提供的服务支撑着人类、社会、文化和经济福祉的所有层面<sup>[15]</sup>。然而,大部分经济发展和人类活动都是对自然资源的过度开发,进而导致生态系统远离可持续发展的最低边界。尽管过去的一个世纪里,许多自然资源得到了广泛的开发利用,社会发展的许多方面也得到了实质性的改善,但是人类福祉仍未达到让全世界所有人都满意的程度。改变生态系统以促进社会经济发展是必要的,但如何避免破坏重要的生态系统服务?可持续发展面临的关键挑战是权衡利弊,在社会经济发展和维持更重要的生态系统服务之间找到平衡。在此前提下,需要全面了解生态系统服务对人类生计和福祉的贡献。在考虑生态系统服务时,并非影响经济发展或过度开发自然资源,而是为可持续发展的实现提供有利的干预措施。



人为干预能够为生态系统提供良好基础与保障,许多高自然价值地区正是通过一系列人为干预维持较高的生物多样性和生态系统服务价值。令人深思的是,改进后的生态系统缺乏完整性和可持续性,这样的生态系统并不一定是高价值生态系统。未来更需要关注的是生态环境、自然资源和生态系统对人类发展的可持续性服务。

### 3 论坛启示

本次地理学与可持续研讨会重点分析了多重压力对生态系统质量的影响,并探讨有效恢复和提升生物多样性-生态系统功能的优势,研究生态系统变化的驱动因素及适应策略,对于局部乃至全球的生态系统可持续发展具有指导意义,对未来研究的启示如下:

(1)合理、科学、多维度提高生态系统质量。生态系统质量下降而导致的生态退化是目前人类社会面临的巨大挑战之一。人类活动引起的生态系统变化,如物种丰富度下降<sup>[16]</sup>、功能多样性丧失、生态系统生物量减少<sup>[17]</sup>等,是反映生态系统质量受损的指标。陆地、沿海和海洋生态系统的健康和完整在许多方面直接影响人类健康,从而为人类恢复退化生态系统的决心提供了强大的动力。对生物多样性和生态系统健康在个人日常生活中的重要性的认识正变得越来越普遍。对于科学家和决策者而言,推动区域、国家、国际和全球范围内获得广泛认可同样也是如此。

任何一种生态系统管理都是响应生态、社会文化和经济驱动力的治理过程的结果。有效提升生态系统质量需要:(1)改善作为公民、游客和消费者的行为;(2)转向更环保的技术、税收和法律;(3)增加对不同生态恢复工程的长期投资;(4)减少局部和区域压力源;(5)提高生态系统的恢复力;(6)实施针对每个不同生态区域的保护策略。健康的生态系统是实现可持续发展的根本基础。将生态系统质量的理论和技术应用于不同生态系统健康评价,对于生态环境管理和可持续发展具有重要的理论和实践意义。

(2)有效恢复和提升生物多样性-生态系统功能。理解生物多样性和生态系统功能之间的关系对于提高许多生态系统的恢复成功非常重要<sup>[18]</sup>,恢复活动可以作为探索一些核心生物多样性与生态系统功能问题的有力工具<sup>[19]</sup>。生物多样性是否有助于生态系统稳定性(如对于干扰的抵抗、干扰后的恢复力以及随时间变化的适度范围)的问题已经成为半个多世纪以来生态学的一个主题<sup>[20]</sup>。生态系统功能的研究必须与生态系统功能的恢复相联系,才能对生态系统的恢复起作用。在特定环境里,不同物种数量往往提供不同程度的生态系统功能。执行这一转换的一个关键问题是生物多样性-生态系统功能研究通常难以为生态系统功能的某个水平明确特定的价值,而只是模糊地给出一个更有利于初级生产力或土壤养分提高的趋势性结论。将生物多样性-生态系统功能维持在合理的变化范围内是致力于恢复功能中恢复项目的重要组成部分。在未来的研究中,首先,继续基本的生物多样性-生态系统功能研究,深入理解功能性状单独或联合作用如何影响与生态系统服务相关的生态系统功能尤为重要。虽然生物多样性和生态系统功能之间的关系解释了为什么生物多样性的恢复对恢复生态系统功能来说是重要的,但生态恢复工作也需要知道恢复哪些特定的物种组合。此外,基于生物多样性-生态系统功能的实验干扰,以及对环境自然波动的长期实验进行监测,将有助于解决生物多样性在稳定生态系统服务方面所起的作用。虽然不是所有的生态恢复都适合回答有关生物多样性和生态系统功能之间关系的基础科学问题,但它们对于现实世界中提升生物多样性-生态系统功能至关重要。

(3)优化生态系统的可持续发展管理策略。为了可持续地管理自然资源,人类必须灵活应对的同时适应环境和外部条件的变化<sup>[21]</sup>。决策者在主要生态系统的可持续管理中应该发挥主导作用,协调各方之间的关系。决策者促进可持续生态系统管理一方面需要改善立法和执法绩效。另一方面,正确的自适应管理方法是应对高度不确定性的迭代决策过程,并基于监控来通知决策者。挑战在于在获得相关专业建议以改进未来管理方式和在现有框架基础上取得最佳短期成效之间找到平衡。此外,通过发展当地利益相关者的替代生计以转移他们对生态系统的使用压力,能够促进利益相关者的福利。为了长远可持续发展,相关的激励措施应来自市场机会(例如售卖牧场产品),而非补贴等。最终目的是人类需要以可持续的方式管理和保护自身的生

态系统。具体而言,这要求管理者能够制定更多有益于人民的措施,诸如可观的收入来源或明确的生计福利等激励措施,以实现可持续的管理。管理方法必须具有包容性、可协商性和灵活性,使当地人民能够有效管理自己生活的环境,造福今世后代。实现可持续发展目标所体现的宏伟目标,必须合理管理生态系统,进而保护自然和生态系统提供的利益以及服务的可持续供应和公平获取。

#### 参考文献 (References):

- [1] 杨玉盛. 全球环境变化对典型生态系统的影响研究: 现状、挑战与发展趋势. 生态学报, 2017, 37(1): 1-11.
- [2] 马克明, 孔红梅, 关文彬, 傅伯杰. 生态系统健康评价: 方法与方向. 生态学报, 2001, 21(12): 2106-2116.
- [3] 孙建, 张振超, 董世魁. 青藏高原高寒草地生态系统的适应性管理. 草业科学, 2019, 36(4): 933-938.
- [4] 傅伯杰, 田汉勤, 陶福祿, 赵文武, 王帅. 全球变化对生态系统服务的影响研究进展. 中国基础科学, 2020, 22(3): 25-30.
- [5] 成升魁, 沈镭, 封志明, 钟帅. 中国自然资源研究的发展历程及展望. 自然资源学报, 2020, 35(8): 1757-1772.
- [6] 王国宏. 再论生物多样性与生态系统的稳定性. 生物多样性, 2002, 10(1): 126-134.
- [7] 于贵瑞, 陈智, 杨萌, 王秋风. 大尺度陆地生态系统科学研究的理论基础及其技术体系之探讨. 应用生态学报, 2021, 32(2): 377-391.
- [8] MacDougall A S, McCann K S, Gellner G, Turkington R. Diversity loss with persistent human disturbance increases vulnerability to ecosystem collapse. *Nature*, 2013, 494(7435): 86-89.
- [9] 侯焱臻, 赵文武, 刘焱序. 自然衰退“史无前例”, 物种灭绝率“加速”——IPBES 全球评估报告简述. 生态学报, 2019, 39(18): 6943-6949.
- [10] 蔡艳, 吕光辉, 何学敏, 蒋腊梅, 王恒方, 滕德雄. 不同利用方式下草地生态系统的多功能性与物种多样性. 干旱地区农业研究, 2019, 37(5): 200-210.
- [11] 于贵瑞, 李文华, 邵明安, 张扬建, 王绍强, 牛书丽, 何洪林, 戴尔阜, 李发东, 马泽清. 生态系统科学研究与生态系统管理. 地理学报, 2020, 75(12): 2620-2635.
- [12] Cardinale B J, Duffy J E, Gonzalez A, Hooper D U, Perrings C, Venail P, Narwani A, Mace G M, Tilman D, Wardle D A, Kinzig A P, Daily G C, Loreau M, Grace J B, Larigauderie A, Srivastava D S, Naeem S. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 2012, 486(7401): 59-67.
- [13] 华廷, 赵文武. 加速推进可持续发展目标, 开启未来十年的行动和成就——联合国可持续发展目标峰会介评. 生态学报, 2019, 39(20): 7788-7791.
- [14] 殷楠, 王帅, 刘焱序. 生态系统服务价值评估: 研究进展与展望. 生态学杂志, 2021, 40(1): 233-244.
- [15] 王如松, 欧阳志云. 社会-经济-自然复合生态系统与可持续发展. 中国科学院院刊, 2012, 27(3): 337-345.
- [16] 邹安龙, 马素辉, 倪晓凤, 蔡琼, 李修平, 吉成均. 模拟氮沉降对北京东灵山辽东栎群落林下植物物种多样性的影响. 生物多样性, 2019, 27(6): 607-618.
- [17] 张紫薇, 高斌, 林长存, 王青, 刘佳乐, 杨娜, 苏德荣, 平晓燕. 放牧强度对典型草原 6 个物种生物量分配格局的影响. 草地学报, 2021, 29(1): 149-155.
- [18] Li W, Buitenwerf R, Chequín R N, Florentín J E, Salas R M, Mata J C, Wang L, Niu Z, Svenning J C. Complex causes and consequences of rangeland greening in South America-multiple interacting natural and anthropogenic drivers and simultaneous ecosystem degradation and recovery trends. *Geography and Sustainability*, 2020, 1(4): 304-316.
- [19] 李奇, 朱建华, 肖文发. 生物多样性与生态系统服务——关系、权衡与管理. 生态学报, 2019, 39(8): 2655-2666.
- [20] 贺纪正, 李晶, 郑袁明. 土壤生态系统微生物多样性-稳定性关系的思考. 生物多样性, 2013, 21(4): 411-420.
- [21] Zhao Y N, Chen D, Fan J. Sustainable development problems and countermeasures: a case study of the Qinghai-Tibet Plateau. *Geography and Sustainability*, 2020, 1(4): 275-283.