

·RS 推介·

全球范围内海洋生态系统的稳态转换

人们已通过全球多个不同的海洋生态系统,越来越多地观察到生态系统结构和功能发生了突然、剧烈和持久的转换。这种稳态转换可以用跨临界阈值非线性系统的相关理论来解释,理论和观测都显示某一特定稳态可能无法代表一个稳定不变的状态。当然要将该领域观察到的突然变化与复杂系统的数学理论联系起来,仍然是一项具有挑战性的工作。Alessandra Conversi、Christian Möllmann、Carl Folke 和 Martin Edwards 整理编辑了“全球范围内海洋生态系统的稳态转换”专题,从海洋生态系统的稳态转换理论进展、驱动因素、管理办法及综合信息4个部分分别论述这一主题(图1)。本期英国皇家学会推介栏目从每个部分分别选取1篇文章为读者介绍这一领域的发展情况。

<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/370/1659>

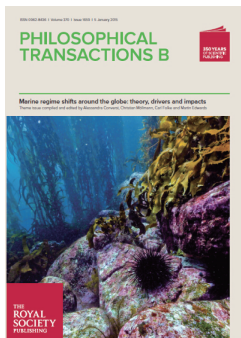


图1 全球范围内海洋生态系统的稳态转换专题封面,图片展示了温带地区珊瑚礁崩溃情况现状

恢复力的指标:稳态转换早期预警的展望和局限

在临界点附近或者更准确地说是分叉点附近,生态系统慢慢从微小扰动中恢复过来。这种缓慢可以解读为低恢复力的标志,因而该生态系统可以很容易地通过某个临界转变颠覆为另一个对比鲜明的状态。这种临界慢化(CSD)现象

的指标为时间相关性和方差的升高。这些CSD指标可以在临界点附近提供预警信号。又或者,它们提供出一种可能性,让人们辨识出珊瑚礁、湖泊或其他生态系统的恢复力大小。CSD广泛发生在处于临界点附近的复杂生态系统中,这意味着其强大的通用性。然而,CSD指标并非体现在发生稳态转换的所有情况中。这是因为,不是所有的稳态转换都与临界点有关。在这篇文章中,Vasilis 等回顾了大量文献,揭示了基于CSD的临界转变早期预警信号。

鉴别夏威夷群岛的多个珊瑚礁系统及其驱动因素

珊瑚礁恢复力的损失可能导致底栖结构的剧烈变化,也即通常称作的稳态转换,这将显著改变生态系统的过程和功能。瑞典皇家科学院的Jean-Baptiste 等认为,夏威夷群岛在自然和人文条件上横跨了很大的梯度,为人们提供了一个独特的机会来调查多个珊瑚礁系统及其动态变化和潜在的驱动因素间的关系。作者利用探索性统筹方法和统计学推断,对当前最全面的一个珊瑚礁系统数据集进行分析,以探查、可视化和定义潜在的多个生态系统稳态。这项研究表明夏威夷群岛有3个不同的珊瑚礁系统,分别由硬珊瑚、草皮藻类和大型藻类为主导。增强回归树的结果显示,这些预报器通过非线性模式来帮助解释这些稳态的发生,草食动物生物量是除了污水、纬度和深度之外的主要驱动因素。

海洋生态系统的稳态转换:生态系统管理的挑战和机遇

人们已经在全球海洋生态系统中观察到稳态转换。这些现象可能导致沿海的生态系统服务发生剧烈变化。将稳态转换纳入管理显然需要综合的、基于生态系统的管理(EBM)方法。EBM已经成为一个全球公认的海洋管理范式,然而,尽管EBM的理论发展快速迅猛,却鲜有

案例,并且许多实施或拟定的EBM方案在很大程度上忽略了稳态转换的特性。美国国家海洋和大气治理署的Phillip 等提出如何利用生态系统综合评估(IEA)的概念,将稳态转换更好地纳入EBM。作者通过总结生态系统组件的状态,甄别和评级潜在风险,评估可供替代的管理策略,来讨论实施IEA的适用性和不足之处。IEA正发展为可以解决稳态转换的EBM方法,然而,需要有统计、分析和模拟建模上的进步来使IEA成为发生稳态转换系统的具有持续适用性的策略管理方法。

海洋系统稳态转换的整体视图

意大利国立研究委员会、普利茅斯大学的Alessandra 等认为,了解海洋系统稳态转换的重要性不仅在于生态环境,更在于开发出有效的海洋管理措施来保证对人类提供的生态系统服务。虽然稳态转换的理论相当丰富,但有关实时海洋生态系统突然变化的驱动因素、机制和特点还未在业界达成共识。

作者发现,在稳态转换理论和实测突然变化的情况上,海底珊瑚礁和深海海洋系统之间存在巨大鸿沟。作者认为长期以来有关自上而下的营养因素还是自下而上的物理因素诱发稳态转换的争论,可以通过考虑多个压力源的协同相互作用,及不同类型的生态系统的特点来消解。作者提出一个对海洋系统稳态转换进行全盘考察的框架,该框架认为多个外生驱动因素与内源机制相互作用导致突然的、灾难性的转变。同时,这些压力源的延时协同效应也削弱了生态系统的恢复能力,并最终使生态阈值超限。最后,考虑到海洋环境中压力增加的预测来源于当前的气候变化评估,作者建议海洋管理方法应包括环境阈值的知识,并制定出考察稳态转换动态和特点的工具。唯有基于海洋生态系统动态的整体视图,才能跨越这项重大的挑战。

(编译 田恬)