

生态学必须进化以应对全球性重大问题

英国生态学会在2013年迎来了百年华诞。借此机会,国际生态学会2013年年会也于当年8月18—23日在英国伦敦召开。在这次大会上,英国生态学会2011—2013年度理事长乔治娜·梅斯(Georgina Mace)教授作了主题发言,并认为:由激情和紧迫感所刻画的保育科学(conservation science)目前正面临着在一定科学基础上的转化要求。在她随后发表在*Nature*(2013-11-14)的论文中,梅斯教授又以“生态学必须进化”为题发表了对现代和未来生态学发展的评论:如果生态学想解决全球性问题,那么它就必须进化。

过去1个世纪,生态学研究已大大改善了我们对物种之间相互作用的理解,这样的认识大多来自理论与模型的结合,以及精心设计的长期室内实验,或在很多不同地方开展的野外实验。从历史上看,生态学往往围绕科学家个人的研究系统展开具有“所有权”的研究,但那其实只是搜集了一个苦心竭力策划的数据集。无论这些生态研究的细节多么有趣,无论在这个尺度上如何充分理解其动态和过程,但小尺度生态学的研究结果很难得一些普遍性结论,如多个物种如何在群落水平应对疾病或天气模式改变的扰动;同时,这些结果也很难嵌到模拟地球系统的模型之中,如气候、海洋环流或水循环过程。但从另一个方面讲,如果研究者在模拟这样的系统中没有考虑生态学的一些具体过程,他们又有可能会错失重要的反馈、阈值和约束条件。传统生态学研究已经进入两难的境地。

21世纪初,人类社会满怀信心地跨入了信息时代,许多科学研究的前沿领域面临着新的机遇,新的理念层出不穷,科学研究的方式也迎来了天翻地覆的变化。同时,全球范围内的重大问题,从全球气候变化、人口增长、粮食安全、疾病传播、清洁水供应以及生物多样性丧失和生态系统服务,为生态学家步入新时代带来了压力。这需要一类新型的生态学,它将侧重于生物的整体群体,是人类与物理环境进行交流的尺度。要准确了解物理环境条件的各种状态与变化并提出合理的对策,则依赖于高质量的科学数据,而收集和整理数据,往往需要耗费大量时间和精力,显然这些数据仅仅依靠科学家来收集是不够的。社会越来越需要生态学家提供信息,既针对特定问题、特定地点和时间,同时还具有预测性、规范性和扩展性,这种需求随着跨越社会各界的大数据时代的到来而升级,出现了许多新的机遇。

大数据曾经是大科学所驱动的,大科学主要用于描述大型、复杂的科学事业,社会为其注入了相当大的投资,一般以昂贵的共享设备为特征,产生了海量的数据。1957—1958年的国际地球物理年标志着大科学进入学术和数据驱动的研究并取得了巨大的成功。1964年推出的国际生物计划(IBP)是将大科学概念扩展到生态学的一次努力,令人遗憾的是,IBP发展却反证了在技术进步还未达到一定水准的条件下,生态学难于与大科学结合。之后,长期生态学研究(LTER)计划于1980年正式开始并持续至今,其发展代表了一个非常有趣的“小”科学和大科学之间的混杂:个别科学家和小型团队的研究旨在针对目标地区的

一系列问题,但在一个长期项目的框架内,可能记录更大时空尺度的模式。因此,生态学家们已经开始集体生产大数据。

社会对大数据不断增长的重视给生态学家提出了一个现实的问题:总体上,生态学家产生了海量数据,但生态学尚未开发出一个进行透明数据交换和聚合的文化。这集中体现在如下几个方面:(1)数据分散性:大多数研究由个人调查所完成,绝大多数生态学数据分散在众多的科研工作者手中,原本的大数据被分解成小数据集而命运未卜;(2)数据异质性:生态学家们有着复杂广阔的研究领域,不同研究者还拥有不同的实验规范,这些现象造就了生态学数据严重的异质性;(3)数据连续性:许多生态学研究是在有限的时空尺度上进行的,离开了其原始的调查环境,生态数据是难以理解的;(4)数据不完整性:由于社会生态系统的复杂性和非线性,研究人员的观察只能算是现实世界的小样本,这些数据并不足以理解和预测社会生态系统的变化和响应。除此之外,生态学数据共享所面临的社会与文化壁垒更是困难重重,生态学家鲜有分享研究数据的动机。在缺乏合作数据共享激励机制、数据策展和共享文化的背景下,这些问题变得更为复杂。

近20年来,全球范围内许多公民科学项目平台应运而生。这些平台提供了关于公民科学项目的基本信息、开展公民科学项目的方法、技术。例如,2007年美国开展的爆芽项目(Bud Burst)吸引了全美的人们进行合作收集植物生命周期的数据,在项目过程中,参与者扩大他们自己的科学知识,并帮助生态学家发现植物是如何应对环境变化的。在这样的形式下,生态学研究正变得更广泛、更综合、更加依赖于大型数据存储库和自动数据收集。一方面,生态学依靠公共资金资助的大型传感器网络,在大陆和区域尺度进行数据收集,如世界许多国家层面的生态观测网络和海洋观测系统。另一方面,利用“公民科学家”的参与来收集更多的环境数据。具有时效性的自然资源管理决策不可能总是长时间等待与专业研究人员交流来找到必要的数据,他们可能会更期待现成的公民科学数据。一个成功的案例是,墨西哥湾深水地平线油井井喷后的几天对海岸繁殖鸟类的潜在危险就是利用公民科学项目eBird的数据来评估的。这种众包(crowdsourcing)模式的研究越来越普遍,Bohannon 2014年1月31日在*Science*上撰文认为,这样的研究代表着未来的科学,云端科学正成为现实,科学家可以外包枯燥的实验,而将精力集中在不枯燥的部分。而采用这种模式的研究,对于生态学在大数据时代应对全球性重大问题来说显得尤为迫切。

文/赵斌

作者简介 复旦大学生命科学院,教授。

本栏目专门刊登就促进科学技术发展提出的意见和建议,欢迎国内外科技工作者投稿。

(编辑 祝叶华)