

·RS 推介·

从系统发育分析进化生态学中的特化

进化生态学(evolutionary ecology)是利用生态学、遗传学、进化生理来考虑和分析生态学问题的一个学科,它是生态学的一个分支学科。而特化(specialization)是由一般到特殊的生物进化方式,指物种适应于某一独特的生活环境、形成局部器官过于发达的一种特异适应,是分枝式进化的特殊情况。

加拿大卡尔加里大学的 Jana C. Vamosi, Scott Armbruster 和 Susanne S. Renner 整理编辑了“从系统发育分析进化生态学中的特化”专题,发表在 *Proceedings of the Royal Society B* 杂志 2014 年 281 卷 1795 期(图 1)。专题使用一系列广泛的生物系统(包括植物、蝴蝶、鱼类和两栖动物)研究特化对谱系多元化的影响。研究表明,物种宏观进化中的特化式进化包括平行、分歧、辐射、趋同,权衡取舍的遗传机制似乎延伸到不同种群生命历史的不同方面。反过来,由于一类物种从一个角度来说可能是特化种,在另外角度是一个泛化种,因此当人们只从单个轴线来考察特化时,这些权衡影响到人们是否能认为,特化对一个种系的成功进化来说是否有效果。最后,地域范围如何影响特化种的形态和灭绝? 这些问题都亟待解决。

<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/special-feature-2014>



图 1 封面图片为刀嘴蜂鸟在进食西番莲

宿主特化种的海葵鱼是环境生态位泛化种

为什么泛化种和特化种可以在自然

界共存,在很长一段时间里,都是让进化生物学家感兴趣的问题。虽然特化种和泛化种在单一生态维度上利用资源并存的局面已经从理论和经验上得到解释,但是从多资源维度(如营养、生态)的生物系统考虑,则未得到较好的解读。实际上,这样的系统可以为泛化种和特化种物种在单一资源维度上经典的稳定进化共存理论提供一种替代。作者探讨了海葵鱼(clown fishes)中的这种系统和不同资源维度间的潜在权衡。这个标志性种群的所有种类是与海葵的共生物种,并在海葵宿主的特异性中显示出种间差异。此外,海葵鱼在其分布中发展出不同环境特化。在这项研究中,作者测试了宿主特异性(与一类海葵鱼物种相关海葵数)和环境特异性(表示为跨越气候梯度的生态位宽度大小)之间存在的关系。研究发现,宿主范围和环境特异性在温度、盐度和 pH 条件下呈负相关,这可能表示这两种类型的专门化工在迫使物种只在一个单一方向之间分工的权衡。多维资源空间中的权衡可能成为解释泛化种和特化种共存的新理论。

授粉作用中花管长度特化的种内发散和收敛

花管通常被认为是适应传粉形态进行适应性特化的结果。研究者对具有地理学差异性的鸢尾科植物 *Tritoniopsis revoluta* 的花管进行研究,探索了花管长度的演变。作者研究了鸢尾科种群的花管长度是否与传粉喙的长度相关,花粉的传播是否在不同传粉者的存在下发生,及花粉的传播是否由同一传粉者来传粉的远亲种群间发生。作者还研究了花管长度的进化是否有方向性。形态不同的传粉者之间的变化总是与花卉形态的转变相关,即使种群近亲相关。当远亲种群由同一个传粉者授粉时,它们有相似的花管长度。花管长度的变化往往是由短到长,但相反的情况并不少见。对种群水平的系统发育进行校正

后,作者发现花管长度和传粉喙长度之间高度的线性正相关,这表明植物对不同传粉者在不同部位生发生功能上的特化。然而,由于此系统中花管长度的进化可能是一个双向过程,向本地传粉者种群的特化不太可能导致进化和生态死角,如渠限化或范围限制。

逃离极端特化:西番莲、蝙蝠和刀嘴蜂鸟

植物/授粉特性匹配的一个突出的例子体现于花蜜管长达 6~14 cm 的西番莲安第斯种和喙长达 11 cm 的刀嘴蜂鸟(*Ensifera ensifera*)之间。这种西番莲具有特殊的花药和柱头位置及自交不亲和性,使得他们依赖于刀嘴蜂鸟的传粉。野外观察结果表明,鸟类和植物的分布完全匹配,且刀嘴蜂鸟的稀缺性导致西番莲的减少。作者在这里使用核酸和质粒 DNA 序列来调查这些共生关系演变的频率和时间。37 个具有极长花管的物种中有 26 个(70%)有种系发育,19 种对蜂鸟来说花管过短的物种中 13 个(68%)有种系发育,7 个由蝙蝠授粉的植物种类中有 4 个,因此在西番莲属亚类 *Tacsonia* 中(加 11 外群)共计 43(69%)的物种有种系发育。研究人员对系统发育进行时间校准,来推断任意转换授粉者这一情况的发生发展速度。结果表明,*Tacsonia* 是单系类群,它的干群追溯到 10.7 Ma,符合刀嘴蜂鸟短喙亲种在 11.6 Ma 时期的散度。祖先由刀嘴蜂鸟或是短嘴蜂鸟授粉已无法得到确切的推断,但 *Tacsonia* 分支的辐射早期,具有极长花管的花已进化出专门由刀嘴蜂鸟授粉。另外,存在一些不支持刀嘴蜂鸟依赖性的证据,主要涉及向蝙蝠和短喙鸟传粉的转移。除了极不对称的情况,即一种鸟类与多种植物分支协同进化,刀嘴蜂鸟系统是专门授粉者不驱动植物发生特化的一个最好例子,并且表明它是维护隔离种群的前提,随后导致了异域物种的形成。

(田恬 编译)