

生态学因果解释应该推进到机制解释并由其替代吗

肖显静¹, 刘龙飞²

(1. 华南师范大学 科学技术与社会研究院, 广东 广州 510006;
2. 中国社会科学院研究生院 哲学系, 北京 102488)

摘要:生态学因果解释与机制解释不同,前者强调“依赖关系”,后者强调“产生过程”。雷林内指出生态学因果解释是可错的和不充分的,需要推进到生态学机制解释;达登坚持因果解释必须要由机制解释替代。佩斯拉鲁则对此予以回应,认为生态学机制解释虽然能够回答机制是如何发生的,可是无法对整体因果关系进行解释,生态学因果解释可以是充分的和不可替代的。事实上,对于生态学认识而言,两种不同的解释都有其各自的优点,并且能够相互完善和补充。对生态现象进行解释时,我们可以采取综合的进路。

关键词:生态学;因果解释;机制解释;结构方程模型

[中图分类号]N031 [文献标识码]A [文章编号]1672-934X(2023)02-0042-11
DOI:10.16573/j.cnki.1672-934x.2023.02.005

Should Ecological Causal Explanation be Promoted to Mechanism Explanation and Replaced by It
Xiao Xianjing¹, Liu Longfei²

(1. Institute of Science, Technology and Society, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong 510006, China;
2. Department of Philosophy, Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China)

Abstract: Ecological causal explanation differs from mechanism explanation in that the former emphasizes "dependent relation" and the latter emphasizes "produce process". Raerlinne argues that ecological causal explanation is fallible and inadequate, which needs to be advanced to ecological mechanism explanation; Darden insists that causal explanation must be replaced by mechanism one. Pălaru responds by arguing that ecological mechanism explanation, while is able to answer how mechanism occur, cannot explain overall causality, and that ecological causal explanation can be adequate and irreplaceable. In fact, for ecological cognition, both different explanations possessing their own merits can complement and optimize each other. To explaining ecological phenomena a mutual integrated approach is expected to apply.

Key words: ecology; causal explanation; mechanism explanation; structural equation model

收稿日期:2022-05-16
基金项目:国家社会科学基金重大项目(16ZDA112、18ZDA112)
作者简介:肖显静(1964—),男,教授,博士生导师,主要从事科学哲学(生态学哲学)、科学技术与社会(科学技术与环境论)、科学思想史研究;
刘龙飞(1989—),男,博士研究生,研究方向为科学哲学(生态学哲学)、环境哲学。

一、问题的提出及其研究策略

科学解释是科学哲学中的重要论题。由于日益增长的环境问题以及人与自然的关系问题等,对生态学中的现象如何进行解释不断引起学界的关注。不同于传统科学,生态学主要是研究自然界中生物和环境之间的关系,具有较强的复杂性、异质性和不确定性等特点。生态学是否存在像物理学那样的“硬”规律,能否用像物理学那样的规律进行解释,从1999年劳顿(Lawton)对生态学规律进行探讨^[1]以来,争论从未停止^[2]。这样的争论也给生态学有无因果解释和机制解释提出了疑问:生态学中有因果解释吗?生态学中有机制解释吗?通过考察,一个总的倾向是:生态学是存在因果关系以及因果解释的,也是存在机制以及机制解释的。不过,在此涉及一些重要的问题:因果解释与机制解释的内涵是什么?它们的区别是什么?应该如何看待生态学因果解释和机制解释的关系?

国内学者对此没有研究,国外学者对此进行了研究。生态学哲学家亚尼·雷林内(Jani Raerinne)认为,生态学解释是可能的,但主要不是律则解释,而是生态学概括基础上的因果解释。这样的因果解释可以称为广义的因果解释,又可细分出狭义的因果解释——因果主张(causal claims)和机制解释(mechanistic explanations)。^①他进一步认为,前者解释是简单的和初步的,是不充分的,需要机制解释来补充。科学哲学家林德利·达登(Lindley Darden)虽然没有直接针对生态学提出看法,但她的生物学机制研究表明,她是赞成机制解释代替因果解释的。顺理成章地,对生态学的解释,她也持这一观点,虽然她没有明确说出来。对于上述观点,生态学哲学家佩斯拉鲁(Pâslaru)并不认同,认为他们两人的观点值得商榷:一是生态学的因果解释是充分的,不需要机制解释的补充;二是对生态学来说,不能采取

达登所持有的观点,用机制解释替代因果解释。谁是谁非,需要深入研究。本文在借鉴相关文献基础上,首先对生态学因果解释和机制解释的概念进行辨析,然后分别厘清雷林内、达登、佩斯拉鲁的相关观点,最后给出评论。

二、生态学因果解释和机制解释的内涵辨析

生态学中的因果关系以及因果解释、机制解释与传统科学中的具有较大的差异性。如何界定生态学因果关系、因果解释和机制解释呢?基于对诸多生态学家研究,生态学家苏特(Suter II)等人对生态学因果关系给出了定义。通过对1979年到2012年间重要的生态学家和生态学哲学家进行调查,总结出11种因果关系,并提出了一个综合观点。她指出:“因果关系取决于事件之间的关系,包括受影响实体之间的过程连接。这种联系是一种物理上的相互作用,其特征是在组织的较低层次上起作用的一种机制。”^[3]在生态学家皮克特(Pickett)等看来,因果解释是指明确产生模式或现象的过程、机制、相互作用或条件^[4](P45)]。通过进一步梳理生态学相关文献后发现,一部分生态学(哲学)家给出了类似于苏特和皮克特对“因果关系”和“因果解释”的定义和理解,将机制解释视为因果解释中的一种解释类型。然而,最好还是将它们加以区分。正如哲学家海兹卓姆(Hedström)和叶利科斯基(Ylikoski)所说:“虽然一些学者试图从机制的角度来定义因果关系,但更谨慎的做法是将两者(因果解释和机制解释)分开。”^[5]

实际上,可以从广义和狭义上对因果解释和机制解释进行区分。科学哲学家霍尔(Hall)指出,因果解释和机制解释之间存在逻辑差异,因果关系有“依赖”(dependence)关系和“生产”(production)过程^[6]。依赖关系是指“原因C”和“结果E”之间的反事实依赖关系的解释,如果“原因C”发生,那么“结果E”也会发生,反之亦然;生产过程是指“原因C”是如何引起“结果

E”的发生。从广义上来说,因果解释包含了“依赖”关系——因果解释和“生产”关系——因果机制解释。也就是说,一个因果解释既包含“原因C”引起“结果E”的反事实的依赖关系,也包含了“原因C”如何导致“结果E”发生的过程。从狭义上来说,对反事实的“依赖”关系的解释可以被视为因果解释,对“生产”过程的解释可以被视为机制解释。此外,需要注意的是,机制解释也存在广义上和狭义上的区分。从广义上来说,包含了对非因果机制和因果机制的解释。非因果机制解释虽侧重于对现象机制系统结构的解释,但并不意味着对事件因果关系解释上的承诺,比如对汽车发动机的机械组成及其功能的解释。从狭义上来说,我们将机制解释理解为对现象因果关系的解释。

据此,本文对于因果解释和机制解释的相关内涵将采用狭义的方式来进行,即因果解释是对“因果依赖关系”的解释;机制解释则是对“因果依赖关系如何发生”的解释。

三、生态学因果解释需要推进到机制解释或由其替代

(一)雷林内:生态学因果解释往往是虚假的和不完全的,需要推进到机制解释

雷林内是一名年轻的学者。当前,他在芬兰赫尔辛基大学(University of Helsinki)的生态学相关的博士后流动站从事研究工作,并且同时承担了校内生态学哲学方面的教学任务。雷林内从硕士阶段就开始对科学哲学、生态学(生物学)哲学进行研究,并于2011年在赫尔辛基大学完成答辩,获得了博士学位。在他攻读博士学位期间主要进行的是生态学解释方面的哲学研究,其所撰写的博士论文《生态学中的概括和模型:相似性、不变性、稳定性和稳健性》^[7],则对生态学在“概括”(generalizations)和“模型”方面所起到的相关作用和问题进行了研究。此外,他还发表了一系列相关论文,一方面是研究和分析“概括”的相关特性,如似规律

性、不变性(invariance)和稳定性(stability),并且将它们与科学解释的相关理论进行联系^[8-9]。另一方面是对生态学模型进行了研究,主要是对模型的“稳健性”(robustness)和“敏感性”进行分析^[10]。

通过研究,雷林内认为,由于生态学是一门“特殊”的科学,进行律则解释存在困难,但是可以通过生态学概括来进行解释。随后,雷林内援引了伍德沃德(Woodward)干涉主义因果解释(interventionist causal explanation)的理论框架^[11],对生态学中的异速增长和尺度律等具体案例进行分析,最终得到结论:尽管生态学概括能够用来进行因果解释,但是,许多生态学概括并不具有解释力,因为它们没有解释不变的因果关系和生态机制^[12-13]。雷林内为什么会得出这一结论呢?在雷林内看来,生态学因果解释究竟存在什么样的问题呢?

雷林内认为,生态学解释之所以成立是因其不变性。但是这种不变性很可能是由代理变量(proxy variables)和合并变量(conflation variables)这两种变量造成的。前者导致了我们无法获取变量间真实的因果关系,后者则导致了我们无法对变量间的相互影响进行量化分析。这样一来,生态学因果解释就是不充分的,需要从因果解释走向机制解释。

第一,代理变量导致生态学概括无法反映真实的因果关系。雷林内援引了伍德沃德对因果解释的定义,即干涉因果理论。根据因果序列定义干预(intervene)。一个干预I引起某个变量X的变化,它反过来又引起了另一个变量Y的变化。要成为一种真正的干预,需要满足这样一些条件:首先,X的变化必须全然出于I;其次,如果I的确改变了Y,那么它必须只能通过X,而不能通过其他路径;最后,I必须不能和除了X之外的其他原因相关^[7]。按照伍德沃德所提出的概念表明,如果我们能够操纵一个或多个变量的值,那么就可以改变被观察现象的值。实际上,这是对“如果事情有所不

同”的回答。雷林内认为,生态学即使存在稳定的且与变化相关的概括,它们很可能只是联合效应相关的(joint effects correlating),是虚假的因果关系,并非是不变的概括。例如,在异速增长和尺度律中,体型作为一个独立变量来解释因变量的变化。在许多情况下,我们将体型当作自变量。因为体型的大小相对容易量化、比较,并从现场样本中进行测量。实际上,体型往往不是作为一个原因变量,而是作为其他实际原因(变量)的代理或相关变量,它们并不容易进行量化、比较和测量。也就是说,如果体型被解释为自变量则是有问题的。因为采用这种方式不仅在因果关系上是不准确的,而且也会误导我们寻找干预自然的方法和路径。

第二,合并变量导致生态学概括的自变量和因变量无法被确定和量化。雷林内认为,我们无法确定生态学概括中哪些变量可以被操纵,以及这些被操纵的变量究竟对概括中提到的其他变量会产生什么样的影响。例如,在哺乳动物中,物种的社会性随着身体大小而增加,以及哺乳动物的群体行为随着身体大小而增加。在雷林内看来,这个案例中的“物种的社会性”(species sociality)和“群体行为”(group behavior)作为因变量的含义似乎没有得到很好的界定和量化。这两种变量可以包含很多物种不同的行为,比如物种越大,与其他物种结合以抵御天敌的倾向就越大。问题在于,作为一个变量的反掠夺者行为包括不同的活动,它是各种行为的异质集合,这些集合似乎缺乏允许对不同值进行比较的通用标准来量化。也就是说,这些研究使用的变量用许多维度上的单位表示,而这些维度也可能是无法估量的。进一步说,我们无法知道自变量(体型)的变化如何影响因变量(“物种的社会性”和“群体行为”)。

在雷林内看来,正是由于这两方面的原因导致生态学概括很多时候无法对“不变性”进行表征,从而也就不能作出有效的生态学因果解释。而且,雷林内认为,即使我们可以将“体型”

视为真实的原因,将异速增长和尺度律视为“不变的”概括,其解释力也是不够的。用他自己的话来说:“异速增长尺度律提供了相当浅显和肤浅的解释,或是说‘简单的因果要求(simple causal claims)’^[12],这需要用关于支撑它们的机制信息来加以补充。”^[12]例如,面积规则。岛屿上物种的数量随岛屿的面积而变化,可表示为: $S=CA^z$,其中 S 是物种丰度, A 是岛屿面积, C 和 Z 是相关的拟合参数。变量面积和物种多样性之间似乎存在不变的关系。当我们使岛屿或栖息地面积增加十倍时,物种多样性增加了一倍。雷林内认为,即使我们能够将面积大小和物种数量的关系视为是不变的概括,然而岛屿大小是如何导致物种数量变化的机制并不清楚,其解释力也是匮乏的。

一句话,在雷林内看来,生态学因果解释有可能是虚假的或不充分的,应该将生态学因果解释推进到机制解释。

(二)达登:“因果话语”应该被作为实体活动的“机制话语”所替代

达登是一名科学哲学家,她早期从事传统科学哲学方面的研究,后来逐渐转向生物学哲学,尤其是机制解释方面的研究。其中,尤为重要的是她与马查莫(Machamer)、克雷夫(Craver)三人一起撰写的《对机制的思考》一文,于2000年在期刊《科学哲学》上发表^[14]。这篇文章的发表引起了学界对机制哲学的探讨和研究^[15]。通过进一步对达登的相关专著和文章进行梳理,我们可以肯定的是——她一直力图捍卫科学中的机制解释。达登对生物学和医学中的案例进行了分析,认为因果话语无法对现象的因果关系进行解释,然而机制话语却可以,以至于当我们对一个事件的现象进行解释时,前者(因果解释)应该被后者(机制解释)所取代^{[16](P31)}。

达登是如何捍卫和论证其观点的呢?在她看来,为什么因果解释应该被机制解释所替代?

达登与她的合作者对机制的定义是:“机制

是组织起来的实体和活动,使它们能够产生从开始或设置到结束或终止条件的定期变化。”^[10]机制解释则是对一个现象如何产生的解释,比如蛋白质的合成机制可以用 $\text{DNA} \rightarrow \text{RNA} \rightarrow \text{Protein}$ 来表示。机制包含细胞内实体的结构、不同部分的组织以及用箭头描述的时间阶段和运动。达登还指出,生物学机制应该具备这些特点:一是机制由不同的部分构成,具有结构和其他的属性,使它们能够从事驱动机制的活动。二是机制的组成部分具有空间和时间组织。空间组织包括位置、内部结构、方向和连通性,机制的各个阶段以特定的顺序发生,具有时间上的连续性。三是机制是时空尺度嵌套的。达登认为,蛋白质合成机制就满足她对机制的定义和特点。一旦我们对这些方面能够进行解释,那么这就是对现象的机制解释。

在达登看来,“机制话语”比“因果话语”更具有解释力。一方面是“机制话语”中的“活动”作为原因更为具体。达登认为,从机制论的角度看,“原因”一词的可能指代类型多种多样。被指定为原因的东西可能是指机制的一个部分。达登把机制视为由实体(及其属性)和活动组成。活动是变化的生产者,它们是产生新状态转变的构成。另一方面是“因果话语”容易使我们关注机制中“活动”之外的无关因素。达登认为,“C 导致 E”的解释需要阐述“原因 C”和“结果 E”之间机制的所有阶段。也就是说,“原因 C”可能指的是机制的早期阶段,而“C”和“E”之间的其他阶段则没有明确解释,在目标阶段“E”之前,“C”可以指机制中较近或较远的阶段。所以,在达登看来,因果解释无法像机制解释那样,对原因导致结果发生之间的过程进行解释。达登以医学中“CFTR 基因的突变导致囊性纤维化”为例进行了分析。CFTR 基因中三种碱的缺少,导致了 Delta F 508 氨基酸出现问题,由此引发了囊性纤维化。达登指出囊性纤维化疾病的发生机制是复杂的,我们可以根据疾病发生机制的不同过程制定治疗方案:一是

通过基因疗法来进行治疗,即通过基因治疗来取代问题基因;二是针对 CFTR 基因采用信使 RNA 治疗;三是对错误折叠的蛋白质合成的治疗。

除此之外,我们需要通过不同机制为不同现象提供候选“原因”。正是由于我们了解 CFTR 基因的运行机制,所以才可以根据不同的过程机制来指定治疗策略。“CFTR 基因的突变导致了囊性纤维化疾病”的因果解释与“描述该疾病中所涉及病因的不同机制”的机制解释相比,解释力是匮乏的。

综上所述,达登认为,机制解释相较于因果解释的解释力更强,因此应该用机制解释来替代因果解释。

根据上述达登对生物学因果解释和机制解释的研究可知,她对生态学因果解释和机制解释也应该持有同样的观点。

四、生态学因果解释的完备性及其不可由机制解释替代

佩斯拉鲁是代顿大学的副教授,主要从事生态学哲学研究,重点是生态学解释方面的研究。通过对其文献的考察,2007 年,佩斯拉鲁开始在新机制哲学理论背景下对生态学机制进行研究^[17]。2009 年,他对生态学因果解释进行了研究,认为生态学解释的目的是揭示一种现象的不变的(invariant)和不敏感的(insensitive)因果结构(causal structure)^[18];2014 年,他对岛屿生物地理学理论进行了机制分析。他认为,当前学界对岛屿地理生物学关注的焦点在于其对生态学模型的建构贡献,很少有学者将其作为一个较为典型的生态学解释的典型案例分析^[19]。在此基础之上,2015 年,佩斯拉鲁撰写了《因果解释和机制解释以及来自生态学的反思》一文,文中佩斯拉鲁针对雷林内和达登两位学者进行了直接反驳。他在文中研究了生态学中的几个具体案例,认为生态学中的因果解释可以是充分的,不能被机制解

释所代替^{[20](P8)}。

(一)对雷林内的反驳:生态学因果解释能够进行良好的解释

针对雷林内在2011年发表的《生态学中的因果关系和机制解释》一文^[8],佩斯拉鲁进行了反驳。基于雷林内的研究,佩斯拉鲁总结了雷林内的主要观点:一是生态学中的因果解释由简单的因果断言组成,仅是对变量之间不变的依赖关系的现象与表面的解释,但没有解释为什么或如何保持这些关系;二是生态学机制的相关数据并不完整,生态学家还没有提供关于机制的准确描述。对此,佩斯拉鲁认为雷林内的观点是需要重新修正的:因果解释,不仅仅是对一种因果依赖关系的描述,其解释力是充分的。因为生态学中所研究的对象,通常面对的是复杂的生态系统,意味着一个生态现象的发生往往处在一个复杂的因果网络中,涉及不止一种简单的因果关系。雷林内所谓的简单因果关系通常是在复杂的因果网络中获取的。此外,生态学中并不缺乏机制的相关信息,并且能够满足雷林内对机制的要求^{[20](P21)}。

具体地,佩斯拉鲁采用生态学模型——结构方程模型(Structural Equation Model, SEM)为其辩护。SEM是从观察和统计数据中推断原因,并用来检验因果假设,再制定新的关于因果结构的假设。结构方程模型能够根据生态现象的知识推导出变量之间的因果关系,并形成包含推测的因果关系的路径模型。因果关系用参数来描述,这些参数显示我们所观察到的自变量对因变量的直接或间接影响的大小。同时,佩斯拉鲁对三位生态学家研究授粉和竞争(pollination and competition)的两个案例进行了分析。第一个案例引用了米切尔(Mitchell)于1992年^[21]、1994年所进行的研究,米切尔主要使用结构方程模型来检验偶然关系,并检验关于花的性状、授粉行为、植株大小和果实产量之间因果关系的假设^[22]。第二个案例引自2008年生态学家兰姆(Lamb)和卡希尔

(Cahill)的研究。他们使用结构方程模型检验植物群落中根系竞争强度在构建植物物种多样性和群落组成中的重要性^[23]。根据这两个案例的深入分析,佩斯拉鲁对雷林内的两个观点进行反驳。

雷林内的第一个观点是:生态学因果解释是肤浅的、表面的解释,无法对机制进行解释。对此,佩斯拉鲁是这样反驳的:他认为,根据上面所述米切尔的研究,她所得出的因果关系并不是简单的“C导致E”的依赖关系,米切尔是对复杂的因果关系进行了考察并得出了看似简单的因果关系。也就是说,这种解释所捕捉到的因果关系,不是雷林内所认为的那种表面的因果关系,解释力并不是匮乏的。实际上,米切尔的因果模型是一个复杂的模型,其中引用了花的六种属性、两种授粉者行为和因果关系,并将所有这些因果因素联系起来,解释授粉行为和果实生产量之间的关系。进一步说,米切尔引用了不同的因果结构来解释现象:总果实的数量。不仅如此,米切尔最终所得出的因果概括,是对六个因果图进行检验并排除的结果,这六个因果图表达了六个不同的关于结果生产的因素之间的因果关系的假设。

此外,兰姆和卡希尔的研究也提供依据来反对生态学的因果解释是表面的、肤浅的。兰姆和卡希尔研究了三种因果关系:竞争强度控制物种丰富度、竞争强度控制物种均匀度及竞争强度控制群落构成。然而,兰姆和卡希尔是在环境和群落因素之间的相互作用网络的背景下研究了各种关系,来对根系竞争强度的重要性进行评估。研究表明,竞争强度影响物种的均匀度,但不影响物种的丰富度和群落的组成。不仅如此,兰姆和卡希尔还确定了连接其他关联因素路径的重要性,如场地条件、土壤湿度以及一些独立而重要的因变量。

由此可见,生态学家是在一个复杂的、结构化的因果网络中检查所谓“简单的因果关系”的。实际上,这些简单的因果关系是解释性的,

因为它们位于这样一个因果网络中。在这种背景下,佩斯拉鲁认为,生态学的解释不仅包括简单的因果关系,还包括复杂的因果关系,我们可以将复杂的因果关系理解为对机制的描述。也就是说,佩斯拉鲁所引用的 SEM 因果模型不仅是对因果依赖关系的解释,同时还是对其产生机制的解释。

雷林内的第二个观点是:数据的缺乏导致生态学家无法对机制进行解释。雷林内认为,生态学家的实践证明“生态学中的大多数解释都是由数据决定的或缺乏数据的”^[12],并且“没有已知的或证实的机制解释”^[12]。然而,在佩斯拉鲁看来,米切尔、兰姆和卡希尔的案例恰恰能够为生态学机制提供经验支持。也就是说,因果模型能够满足雷林内所支持的伍德沃德对机制的反事实描述,并提供对此的经验支持。随后,佩斯拉鲁对伍德沃德的机制定义进行了论述和分析。值得注意的是,佩斯拉鲁赞同雷林内对机制解释的观点,即我们应该采取伍德沃德的干涉主义的方法来解释机制,并对生态学机制进行敏感性分析。

根据伍德沃德对机制的定义:机制表征成为可接受的机制模型的必要条件是,表征一,是描述部件或组件的组织或结构化集合;表征二,是每个组件的行为由干预下不变的概括来描述;表征三,是支配每个部分的概括也是独立可变的;表征四,是机制的结果是可观察的,根据表征一、二、三可知,机制的整体输出将如何在每个组件的输入和组件本身的变化的操纵下而变化^[24]。

佩斯拉鲁认为米切尔、兰姆和卡希尔使用的因果路径图,满足了雷林内所认为机制解释应该具备的所有方面:一是机制应该被分解成可以独立改变的部分或模块,并且该机制的整体输出随着模块的改变而改变。佩斯拉鲁指出,他所研究的生态学案例中使用的每个图表都表征了一组有组织的部分及其行为。例如,在米切尔的案例中,求解的路径图是植物和授

粉行为的一组有组织的特征。二是每个部分和行为都通过将它们与其他部分和行为联系起来的概括来描述。佩斯拉鲁对此解释,行为方式能够被描述为依赖于花冠长度、花冠宽度、花蜜产量、植株高度和开放花朵数量,概括描述了行为方式与其他部分和行为之间的联系在干预下是不变的。比如,我们可以改变花冠长度来影响行为方式,只要花冠长度的变化在一定范围内二者之间的关系保持不变。三是佩斯拉鲁认为,我们可以改变花蜜生产和行为方式之间的联系,并独立于花冠宽度和行为方式之间的联系。四是佩斯拉鲁认为,米切尔、兰姆和卡希尔所研究的整个因果图使我们能够看到,由于操纵因果结构图所表征的一组有组织的关系和行为,总结果的产出是如何变化的。

佩斯拉鲁指出,生态学家使用的因果图满足雷林内所认为的生态学机制的所有特点,解决了雷林内对生态学中缺乏机制解释的经验支持的担忧。在佩斯拉鲁看来,雷林内没有详细阐述证实的标准或数据与机制解释之间的关系。这是佩斯拉鲁本人对机制解释的经验持乐观态度的理由。比如,米切尔检验了六个模型是否与观测数据相符,否定了其中的五个,并选择了一个更能解释数据的模型^[22]。兰姆和卡希尔也检验了他们的模型是否符合观察数据,并对模型进行了修改,产生了一个更符合数据的版本^[19]。不仅如此,佩斯拉鲁指出他所研究的两个案例的所有模型都是根据所观察生物体的经验知识来进行构建的^{[20](P8)}。

(二)对达登的反驳:“因果话语”无法被作为实体和活动的“机制话语”取代

佩斯拉鲁对达登的观点进行了概述,并总结了达登两个方面的观点。这同样是以米切尔、兰姆和卡希尔的案例为基础进行反驳的。

1. 因果模型能够满足达登所捍卫的机制解释的重要特征

达登的第一个观点是:“原因 C”导致“结果 E”形式的解释力不足,对现象机制的描述能够

提供良好的解释。对此,佩斯拉鲁认为,SEM因果模型能够满足达登所谓的机制解释的所有特征。根据达登关于机制的描述是:(a)产生一种现象;(b)由实体和活动组成;(c)在时空上被组织;(d)机制的描述经过重新定性和重新评估;(e)机制被寻求用于解释、预测和控制^{[20](P22)}。佩斯拉鲁就这五个特点进行了以下的论证。

其一,佩斯拉鲁认为,米切尔的因果模型显示了植物繁殖成功的因素,即总果实量,而兰姆和卡希尔的模型揭示了物种多样性和群落组成变化的原因。也就是说,寻找因果模型的现象在对于前者而言是总果实量,对于后者而言是物种多样性和群落组成。

其二,因果模型能够对实体和活动进行表征。佩斯拉鲁认为,米切尔的模型列出了花朵的活动,如花蜜生产;花朵的实体,如花冠和果实。此外,为了提供更详细的说明,模型包含实体的属性:长度、宽度和高度。同样,兰姆和卡希尔将光截获列为主要关注的活动,以及与其属性相关的实体:地上生物量、土壤湿度、总氮等。在佩斯拉鲁看来,因果模型主要关注实体和活动的因果组织,并指明哪一个实体和活动处于接受端,哪一个施加因果影响,因为该组织中的任何变化都可能导致因果模型无法对现象解释。

其三,佩斯拉鲁认为,生态学中的因果组织是结构性的,尽管不强调时空组织,但却是隐含的,如果它们在产生一种现象中发挥重要作用,便可以很容易地被纳入因果模型。米切尔的求解模型表明了时间组织,这意味着每朵花的探针必须在植物能够结出果实之前出现;兰姆和卡希尔的模型表明,空间组织可以明确地结合到模型中。

其四,佩斯拉鲁认为,因果模型的描述要经过重新定性和评估。因果模型的任何表述都是从一个试验模型开始的,该模型经过数据拟合检验后进行完善。米切尔称这个试探性模型为

一个假设的因果方案,而最后一个是一个解决的路径图。佩斯拉鲁还认为,达登所使用草图和图式的解释部分存在黑箱,然而,一个假设的因果模型所包含的因果要素比实际存在的要多。尽管无法对所有的细节进行把握,但是两者都是相似的,因为它们都探索可能的结构。

其五,佩斯拉鲁指出,尽管米切尔、卡希尔和兰姆都没有对他们的模型是否能够用来预测进行讨论。但是,他们的主要目标是使用因果模型来解释植物如何繁殖成功,以及为什么根系竞争在决定物种丰富度和群落组成中不重要。然而,由于生态学的发现被用于实际应用中,例如涉及预测和控制的保护和恢复,它们的因果模型可被视为适用于这种应用^{[20](P24)}。

通过上述五个方面,佩斯拉鲁认为,“因果话语使用因果模式的语言一点也不差,它满足了机制论观点的需要。”^{[20](P24)}

2. 因果话语(因果解释)不能被实体和活动的机制话语(机制解释)所取代

达登的第二个观点是:“因果话语”必须被“实体和活动”的机制话语所取代。佩斯拉鲁对此进行了反驳,认为无法被取代。在达登看来,是因为作为“实体和活动”的机制无法对整体因果关系进行解释。佩斯拉鲁认为,达登用自下而上的活动来解释开始和终止条件之间整体关系的观点是不合理的。一方面,整体关系不是一种活动,如果起始条件通过一系列中间活动与终止条件相联系,那么认为它能够解释现象如何产生是不合理的;另一方面,在生态学中,开始和结束条件之间的关系是研究的重点,与中间活动一样重要。生态学家研究的重点是起始条件的变化,如营养物、猎物、捕食者的可获得性,或环境条件的变化,或种群初始密度的变化如何影响终止条件,如竞争排斥或缺乏竞争排斥,种群丰度的增加或减少,或两个物种的共存^{[16](P25)}。

在这里,佩斯拉鲁引入了1991年蒂尔曼(Tilman)和韦丁(Wedin)对竞争的实验研究作

为案例^[25]。他们通过对四种不同草类植物的配对种植(其中一种与另外三种配对),研究了草类植物之间的氮竞争机制。通过对此案例的分析,佩斯拉鲁指出,蒂尔曼和韦丁对竞争动态机制的描述,并没有排除对整体依赖关系解释的需要,即起始条件的变化(种植三种不同的草种)如何影响结束条件的变化(竞争排斥结果的变化)。这种整体关系是操纵意义上的因果关系。在佩斯拉鲁看来,达登要求将原因指定为活动,却没有将生产活动中三种不同的竞争排斥的开始条件与终止条件直接联系起来。然而,承认这种整体关系是很重要的,因为这恰恰是蒂尔曼和韦丁研究的重点,也是理解他们的研究所必须的。他们描述了植物进行的生产活动以及它们构成的机制,以解释他们通过实验确定的整体关系。这种关系也指导对生产活动和机制的确定^{[20](P29)}。

五、结论及其讨论

(一) 结论

根据上面研究可以得到如下结论:

一是生态学解释可以分为因果解释和机制解释。前者属于狭义的因果解释,可以称之为宏观的“因果主张”或者直接称之为“因果解释”;后者属于广义的因果解释,可以称之为“因果机制解释”或者直接称之为“机制解释”。在同一篇文献中如果同时使用“因果解释”和“机制解释”,则往往是在广义因果解释基础上的狭义使用。

二是雷林内是在“因果主张”意义上使用“因果解释”的。根据他的分析,生态学因果解释往往是不能够充分揭示真正的因果解释的,而且这种解释是不充分的;对达登来说,因果解释应该要由机制解释来代替;对佩斯拉鲁来说,因果解释可以是充分的,而且还不能由机制解释来代替。

(二) 讨论

表面看来,佩斯拉鲁的观点与雷林内及

达登的观点相对立,而且佩斯拉鲁通过举例对雷林内和达登的观点进行了反驳。但是,必须清楚,这种反驳是必要的,但不充分的。它只是说明,在生态学中,因果解释可以是充分的和有效的,但是它并没有导致在生态学中,因果解释必须推进到机制解释,或者必须由机制解释来代替。对于这一点,佩斯拉鲁本人也没有明确否定。

事实上,生态学家通常在一个复杂的、结构化的因果网络中对因果关系进行检验和解释。在诸多生态学现象中,不仅仅存在单一的因果关系,同时还可能包含着一因多果、多因一果、多因多果的复杂因果关系。鉴止,皮克特等指出:“只有同时关注多因子才能有效解释生态学现象。”^{[4](P24)}也就是说,复杂生态系统中不同的生态现象很少由一个主要因子控制,处在一个开源的因果网络之中,纠结了许多自变量和因变量,变量之间又呈现出复杂、交织的状态。进一步说,通过窥探现代主流的生态学相关理论,生态网络俨然成为当前生态学中的一个新兴研究范式。生态学的因果解释实际上也发生了由“点”到“线”再到“面”的解释上的转变。正是如此,就需要将它们整合和交织在一般的因果关系解释中,而不是相互独立地对现象进行解释。佩斯拉鲁就认为,生态学解释的目的不仅在于揭示一种现象的不变的和不敏感的因果结构,还需要根据组成部分的性质、它们的因果作用和组织来解释这种结构是如何可能和发生的。也就是说,描述机制是对因果依赖关系的补充,因为它通过描述系统内的机制来解释说明这种关系如何产生其现象。因果解释与机制解释相辅相成,为我们提供了更精确的干预措施以及有关因果关系可推断性的信息,因为借助机制细节,我们可以获得有关系统各部分之间如何相互关联以及在什么条件下机制系统是如何的运行。因果解释加上有关其潜在机制的信息,要比省略机制细节的解释,为我们提供更好的解释。

鉴于此,对生态学而言,一个好的解释,不仅在于回答“为什么的问题”(Why-Question),也在于回答“如何发生的问题”(How-Question)。这就是说,无论是所谓整体的因果依赖关系还是内部的机制都很重要。生态学因果解释主要是对原因和结果之间整体关系的解释和说明,而机制解释则是对生态学系统中不同的组成部分之间的关系尽可能进行详尽描述,进而对生态学现象是如何发生的机制进行解释。生物学家乔夫(Joffe)在2011年、2013年对生命科学中因果解释和机制解释展开研究,他指出:“机制(mechanistic)和差异(difference-making)的证据类型具有互补作用。为了使人完全信服,一个因果解释需要得到这两方面的支持,这甚至影响到如何解释最初的发现。”^[26-27]可见,两种不同的解释都有其优劣,不能以孤立的视角去看待。对这两种进路的解释,都是缺一不可的。因果解释并没有真正解释对象是如何产生的,机制解释虽然解释了这种产生背后的机理,但是缺乏整体上对现象的把握和理解。只指定整体的因果关系,而不指定机制的细节所提供的具有广泛适用性的通用模型,那就牺牲了它的现实性。相比之下,描述所有的机制细节会产生一个现实的解释模型,但适用性又非常有限。

生态学从诞生至今得到了充分的发展,其解释范式也在新世纪下悄然发生了转变。一直以来寻求的普遍性解释也是生态学家们一直努力的方向。对生态学进行解释性研究,是为了更好的理解、预测生态学现象。生态学中研究的不同对象,始终处在一个循环的开放的因果网络中。我们不能用孤立的眼光去看待生态学中的因果解释问题,我们可以用干涉的方式进行因果解释。当我们用干涉因果对生态学进行解释的时候,尽管需要牺牲一定的真实性和精确性,失去对具体的机制细节的把握,但是干涉因果解释却解决了科学解释中一个重要的问题,即解释逻辑结构上对称性问题。这将更加

有利于我们对未来现象进行预测。同时,在整体因果关系的基础上,对机制细节把握得越充分,就越是可以更好地对其进行建模,对因果关系的解释力也就越强。从现实意义来讲,采取融合的解释进路能够使我们更好地预测生态学现象,更好地去解决生态学现象中所出现的不同环境问题。

总之,对于生态学解释来说,仅有因果解释是不够的,应该由因果解释走向机制解释;仅有机制解释也是不够的,应该充分发挥因果解释的作用以及在机制解释建构中的基础地位。

[注释]

- ① 雷林内的因果主张(causal claims)是以伍德沃德的“干涉因果解释”概念和霍尔的“依赖因果关系”概念为基础提出的。具体内涵另外阐述。

[参考文献]

- [1] Lawton J H. Are there general laws in ecology? [J]. *Oikos*, 1999, 84(02): 177-192.
- [2] David J C, Richard F. Where newton might have taken ecology[J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2019, 28(01): 18-27.
- [3] Glenn W, Suter II G W. What is a cause? [A]//Norton S B, Cormier S M, Suter II G W. *Ecological causal assessment*[M]. London: CRC Press, 2014: 26.
- [4] Pickett S T A, Kolasa J, Jones C G. *Ecological understanding: the nature of theory and the theory of nature*[M]. Pittsburgh: Academic Press, 2007.
- [5] Hedström P, Ylikoski P. Causal mechanisms in the social sciences[J]. *Annual Review of Sociology*, 2010, 36(02): 49-67.
- [6] Hall N. Two concepts of causation[A]//Causation and counterfactuals[M]. Cambridge: MIT Press, 2004: 225-276.
- [7] Raerinne J. Generalizations and models in ecology: lawlikeness, invariance, stability, and robustness[D]. Finland: University of Helsinki, 2011.
- [8] Raerinne J. Allometries and scaling laws interpreted as laws: a reply to Elgin[J]. *Biology and Philosophy*, 2011, 26(01): 99-111.
- [9] Raerinne J. Stability and lawlikeness [J]. *Biology and*

- Philosophy, 2013, 28(05): 833-851.
- [10] Raerinne J. Robustness and sensitivity of biological models[J]. Philosophical Studies, 2013, 166(02): 285-303.
- [11] Woodward J. Making things happen: a theory of causal explanation[M]. New York: Oxford University Press, 2005: 203.
- [12] Raerinne J. Causal and mechanistic explanations in ecology[J]. Acta Biotheoretica, 2011, 59(03): 251-271.
- [13] Raerinne J P. Explanatory, predictive, and heuristic roles of allometries and scaling relationships [J]. Bioscience, 2013, 63(03): 191-198.
- [14] Machamer P, Darden L, Craver C F. Thinking about mechanisms[J]. Philosophy of Science, 2000, 67(01): 1-25.
- [15] Mechanisms in Science [EB/OL]. <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/science-mechanisms/>, 2019-05-04.
- [16] Darden L. Mechanisms versus causes in biology and medicine[A]//Chao H K, Chen S T, Millstein R L. Mechanism and causality in biology and economics [M]. Dordrecht: Springer, 2013.
- [17] Păslaru V. Ecological mechanisms in philosophical focus[D]. Cincinnati: University of Cincinnati, 2007.
- [18] Păslaru V. Ecological explanation between manipulation and mechanism description [J]. Philosophy of Science, 2009, 76(05): 821-837.
- [19] Păslaru V. The mechanistic approach of the theory of island biogeography and its current relevance [J]. Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, 2014, 45(01): 22-33.
- [20] Viorel P. Causal and mechanistic explanations, and a lesson from ecology[A]//Părvu I, Sandu G, Toader I D. Romanian studies in philosophy of science [M]. Berlin: Springer, 2015.
- [21] Mitchell R J. Testing evolutionary and ecological hypotheses using path analysis and structural equation modelling[J]. Functional Ecology, 1992, 6(02): 123-129.
- [22] Mitchell R J. Effects of floral traits, pollinator visitation, and plant size on *ipomopsis aggregata* fruit production[J]. The American Naturalist, 1994, 143(05): 870-889.
- [23] Eric L, James C J. When competition does not matter: grassland diversity and community composition[J]. The American Naturalist, 2008, 171(06): 777-787.
- [24] Woodward J. What is a mechanism? a counterfactual account[J]. Philosophy of Science, 2002, 69(S3): S366-S377.
- [25] Tilman D, Wedin D. Dynamics of nitrogen competition between successional grasses [J] Ecology, 1991, 72(03): 1038-1049.
- [26] Joffe M. The gap between evidence discovery and actual causal relationships [J]. Preventive Medicine, 2011, 53(04-05): 246-249.
- [27] Joffe M. The concept of causation in biology [J]. Erkenntnis, 2013, 78(02): 179-197.