

生态学的规律问题研究

A Study of the Generalization in Ecology

董心 /DONG Xin

(中央民族大学哲学与宗教学学院, 北京, 100081)
(School of Philosophy and Religious Studies, Minzu University of China, Beijing, 100081)

摘要: 由于生态学具有突出的复杂性和偶然性, 学者们曾倾向于认为生态学中不存在规律, 因而无法被称作硬科学。然而, 经过对规律概念的澄清和对生态学实例的考察, 我们会发现生态学规律完全符合规律所需的不变性和稳定性要求。因此, 生态学规律和其他硬科学规律之间并不存在质的区别, 仅有量的差异。进而, 其作为硬科学的合法地位得以维护。

关键词: 定律 规律 不变性 稳定性 生态学

Abstract: Due to the complexity and contingency of ecology, scholars have tended to believe that there is no generalization in ecology, so it cannot be called a hard science. However, after the clarification of the concept of generalization and the investigation of ecological examples, we will find that ecological generalization fully meets the requirements of generalization for invariance and stability. Therefore, there is no qualitative difference between the laws of ecology and the laws of other hard sciences, only a quantitative difference. Furthermore, its legitimacy as a hard science is maintained.

Key Words: Law; Generalization; Invariance; Stability; Ecology

中图分类号: Q141; N02 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2026.05.005 CSTR: 32281.14.jdn.2026.05.005

一、研究背景

生态学和其他特殊科学一样, 具有复杂性、整体性、涌现性等特征, 除此之外, 生态学还具有自组织性、非决定性、非线性等更具挑战性的特性。^[1] 学者们经常会探讨其作为硬科学的合理性问题。其中较为普遍的一个质疑点便是, 生态学能否拥有和物理学一样的定律 (law)。

在最初的讨论中, 试图为生态学辩护的学者们往往采取如下路径: 承认生态学与物理学的不同之处, 也承认生态学的诸多特征使其很

难出现严格意义上的物理式的定律, 同时论证以上两点不能说明生态学仅仅是软科学, 也不意味着它们比物理学缺少研究价值。^{[2]-[4]}

但是, 随着学界对定律的解读与阐释发生变化, 辩护者们提出, 之所以认为生态学中没有定律, 是因为我们过去对定律的理解过于严苛。比如, 我们曾认为定律必须是毫无例外的 (exceptionless), 具有必然性;^[5] 定律要能提供准确的预测 (或如波普尔所言是可证伪的); 定律和规则 (regularity) 截然不同。

而如今, 我们不再认为上述三点是定律的本质。^[6] 比如, 绝大多数科学定律中都包含着例外。以开普勒第一定律为例。该定律提出,

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“身心关系与因果性的哲学研究”(项目编号: 21CZX049)。

收稿日期: 2025年3月18日

作者简介: 董心 (1986-) 女, 北京人, 中央民族大学哲学与宗教学学院副教授, 研究方向为科学哲学、因果理论、心灵哲学。Email: dongxin01@163.com

每一行星沿各自的椭圆轨道环绕太阳，而太阳则处在椭圆的一个焦点上。但经过更为详实地考察，科学家们发现，其实每一个行星都可被称作一个例外。因为事实上，这些行星轨道会受到各种干扰因素的影响，如其他行星的重力影响以及太阳和行星的质量发生变化等，所以轨道并非是标准的椭圆，而只是一种近似而已。上述例子表明，如果将定律定义为无例外的，那可能意味着各个学科都很难找出合格的定律。这也是为什么在科学哲学中，学者们在讨论物理学时，都逐渐摒弃了过去严格意义上的定律概念。^{[7]-[9]}

鉴于此，在近期的讨论中，学者们为了避免对定律的误用，往往使用规律(*generalization*)一词。有些学者也会使用定律似的规律(*law-like generalization*)或一般定律(*general law*)，以此来表明和以往的定律的区别。笔者认同当下对定律的基本共识以及对规律术语的使用，因而，在本文中也将以往的问题更新为特殊科学中是否存在规律。

另外需要说明的是，本文将焦点集中在生态学中是否存在规律这一问题上，并不牵涉生态学作为科学的合理性地位，后者是一个更为庞大的领域。换句话说，笔者想要澄清的是我们应该如何理解和界定规律，以及生态学中遭受质疑的领域是否存在如此这般的规律。

在下文中，笔者将依次展开论证：在第二节中，笔者将重构对于生态学中没有规律的论证，并指出该论证所依托的核心概念——规律有何内涵；在第三节中，笔者将详细说明规律的本质属性，并指出上述论证中对规律的误解之处；在第四节中，笔者将尝试剖析生态学中的具体案例，从而说明，经过对规律概念的澄清，此前被质疑的生态学领域的确存在规律。

二、对生态学规律的质疑

在对生态学规律的众多质疑中，约翰·劳顿(John Lawton)的观点最为鲜明有力，至今都是辩护者们试图反驳的目标。因而，笔者将重构劳顿的论证结构，并着重剖析他对规律的理解。

在1999年的文章中，劳顿试图说明，相比于种群生态学和宏观生态学而言，群落生态学中基本没有规律。他甚至提出“所有这一切都不禁让我们思考，为何生态学家还要继续投入那么多时间和心血在群落生态学的传统研究中。在我看来，是时候该翻篇了。”^[10]

劳顿得出上述结论的主要理由在于，群落单位在他看来太过复杂，充满了偶然性：

总之，群落生态学可能是世上最糟糕的存在。它比种群动态要复杂得多，由于太过偶然使得理论不起作用。或者说，偶然性本身都过于复杂以至于毫无益处。而荒谬的是，群落生态又不够庞大和大胆，不足以使其打破这一压倒性的、令其深陷其中的复杂性。^[10]

的确，群落概念在生态学中是相当特殊的，一个生物群落是指生存在一个特定地区或自然生境里的任何种群的聚集，它是一个结构单位，是其个体和种群成分通过几个代谢转化而成的一个功能单位。群落概念的意义在于它揭示了如下事实，即，“各种不同的生物能在有规律的方式下共处，而不是以独立的物体任意地散布在地球上。”^[11]

正是生物群落与生俱来的结构松散性以及复杂多变性使得劳顿对群落产生了过于个体化、无规律可循的印象。笔者理解劳顿的这份担忧，但是，笔者认为，真正使他得出上述结论的根源在于他对规律的误解。

在劳顿的论证中，有无规律的本质区别在于是否存在偶然性。他对偶然性的定义如下：

偶然性意味着“仅仅在特定或阐明的情况下为真”。一个偶然的规则(*rule*)是如下形式：如果A和B成立，那么X发生，但如果C和D成立，那么Y会出现……有些偶然性可能是最宽泛意义上的“历史意外”——从陨石的冲击到机会突变的异常行为。^[10]

基于偶然性的存在与否，劳顿区分了规律和模式(*pattern*)，前者不具有偶然性，而后者则具有相当多的偶然性。因而，在劳顿的概念体系中，模式和规律是截然对立的两个术语，“模式是我们在自然界中观察到的规则，即，

它们是广泛可观察的趋势”；相比之下，规律是“支撑和创造出模式的普遍原则”。^[10]

基于对概念的划分，劳顿得出了上述结论，即，由于群落生态学中充斥着太多的偶然性以至于无法从单独的个例中总结出规律。因此，笔者认为，对劳顿论证的反驳并非在于证明群落生态学中是否存在过多偶然性，因为这一点可谓毋庸置疑，而在于存在偶然性是否意味着无规律可循。

从劳顿对规律的解读中我们不难看出，虽然他同样放弃了对过去那种严格意义的定律的使用，但他对规律的理解和传统观念对定律的理解是如出一辙的。过去，人们认为区别有无定律的标志是例外，劳顿认为区别有无规律的标志是偶然性；人们认为定律是一个质的概念，即，非有即无，劳顿同样认为规律也是一个质的概念，偶然性的存在导致规律荡然无存。

劳顿对规律的解读依然受到传统观念的影响，偏离了规律的本质属性。笔者认为，正是这种误读导致劳顿得出在群落生态学中无法找寻到规律的结论。鉴于此，我们有必要澄清规律的本质属性，厘清规律和定律之间的根本区别，从而对劳顿的论证进行反驳。在下一节中，笔者将着重剖析规律的两大属性，以及规律和定律的主要差异。

三、规律的本质

如前文所述，科学家们之所以逐渐放弃对定律的使用，是因为意识到人们对定律的定义过于理想化，现实科学中很难找到严格意义上的定律。正如桑德拉·米切尔（Sandra Mitchell）所言，

在我看来，这种定律是哲学家试图表达的，标准的定律是普遍的（universal）、无例外的和必然的（necessary），因此理所当然地被运用于任何时间和任何地点。这样的定律当然可以用来预测、解释和让我们进行成

功地干涉。然而，当我们看看科学实践的真实产物，却很难发现可以符合理想形象的案例。相比之下，在科学文献中我们可以找到的是一系列多样的模型、解释和理论，用以为我们提供干涉这个世界的工具。很多科学定律都无法展示哲学中的定律概念的理想属性。^[12]

南希·卡特莱特（Nancy Cartwright）^{[7],[13]}也曾对定律的这种标准概念进行过长期的抨击。她指出，定律只有在“其他条件不变”的情况下才为真，所描述的至多是在实验室中费力构建出来的、经过清洁和隔离的整理结果。

潜藏在这种定律概念之下的是二分法^①的思想。定律的对立面是意外（accident），后者是纯粹巧合的、个案的和没有科学解释力的。这就如同劳顿所理解的规律的对立面是偶然一般。根据这一潜藏的二分法，被证明了没有定律或规律的生态学便沦为意外和偶然，失去了科学价值，也和物理学出现了实质的差别。

然而，规律和定律的根本差别在于，前者是一个量的概念，而后者是一个质的概念。换句话说，规律是分程度和强弱的，而定律只分有无。在定律的概念框架中，学者们很容易得出以下观点，即，生物学中没有定律，学科中的弱偶性和强偶性都使其不符合定律的特征，前者没有满足普遍性，后者没有满足必然性。^[15]

然而，在规律的概念框架之中，我们就不难理解，其实所有学科中都包含偶然性，彼此之间并没有质的差别。科学家们普遍认同的那种存在于物理和生物规律之间的差异并非是定律和非定律之间的差异，而是不同规律之间的量的差异。

那么，这种量的差异体现在何处呢？这便涉及到规律的两个本质属性——不变性和稳定性。通过对这两个属性的考察，我们便可以区分出各个规律之间的强弱差距和程度区别。接下来，笔者将详细剖析不变性和稳定性的定义和作用。

①这种二分法也反映在学者们对必然性和偶然性的对立之中。当然，必然性也分为逻辑上的必然和法理上的必然，定律的必然性就体现在法理上的必然。而法理上的必然和偶然又都属于逻辑上的偶然。

詹姆士·伍德沃德 (James Woodward) 曾将因果命题等同于规律而非定律。根据他的理论, 因果关系就是变量之间的一种经过干涉的反事实依赖。换句话说, 某变量 Y 反事实地依赖于另一个变量 X 就意味着, 在某组背景条件 B 之下, 一个仅仅改变了 X 的数值的干涉导致了 Y 值的相应变化。在这一论述中, “不变” 含义尤为重要:

一个描述了两个或更多变量之间的关系
的普遍化规律是不变的, 如果当其他诸多条件变化时, 它能保持不动——保持稳定或不变。一段关系或一个普遍化规律在怎样的一组或一系列变化中保持不动, 便说明它的不变性领域 (domain) 有多大……不变性是一个相对概念——通常, 一个关系对于特定范围 (range) 的变化而言是不变的, 但对于其他变化而言却并非如此。^[16]

这里所谓的“当其他诸多条件变化时, 关系式保持稳定或不变”具有两层含义。一是指干涉的过程中, 规律所涉及的变量间的共变关系是不变的。二是指背景条件发生改变时, 规律中所呈现出来的变量间的共变关系不变。前者描述的是规律的不变性, 后者描述的是规律的稳定性。

举例来说, 胡克定律 $F = -k \cdot x$ 或 $\Delta F = -k \cdot \Delta x$ 反映了固体材料受力之后, 材料中的应力与应变 (单位变形量) 之间的线性关系。当关系式中的 X 经过干涉不断地发生数值变化时, 变量 F 会发生相应的变化, 因此, 这一规律式具有不变性。然而, 当变量 X 的取值超出弹簧伸长量极限时, 变量 F 便不会再发生相应的变化, 而是停止在弹簧所能承受的应力极限值上。所以说, 该规律所展示的不变性具有一定范围, 超出这一范围, 不变性便不复存在^①。

同理, 稳定性也会具有一定范围。例如, “水的沸点是一百摄氏度” 这一规律实际上具有一定的背景条件, 如气压值。当背景条件改变时, 规律中温度和沸点的关系不再成立。换句话说, 只有当作为背景条件的气压值保持在标准气压值时, 规律才具有稳定性^②。

由此可见, 不变性和稳定性都是针对某一范围而言的, 当范围越大时, 说明该规律的适用性越强、稳定性越好以及具有更强的科学解释力。据此, 具备一定范围的不变性和稳定性便是规律的本质属性, 根据这两个性质的强弱程度, 规律也可以划分成不同的级别, 而不是二分成有和无。

在这一概念框架下, 让我们再来比较一下物理学和进化生态学中的法则。以伽利略的自由落体定律和孟德尔的遗传定律为例。两者之间的不变性程度不同, 前者在给定条件下是决定性的, 而后者是概率性的。两者之间的稳定性程度也不同。自由落体定律依赖于特定的背景条件, 例如, 如果我们将地球的核心全部变成铁物质, 那么原先的定律便会发生改变。同样, 遗传定律也依赖于一定的背景条件, 比如生物进化的特定插曲以及进一步的修订等。两者稳定性程度的区别体现在他们所依赖的背景条件的偶然性或脆弱性之上。人们普遍认为, 地核物质产生巨变比进化的某个插曲发生改变的可能性要低, 因而, 自由落体定律比遗传定律的稳定性要高。

通过上述比较, 我们不难发现, 物理学定律与进化生态学定律的区别并不是定律与非定律之间的区别或必然性与偶然性之间的区别, 而是不变性与稳定性的程度差别。两者皆是规律, 都有科学价值的规律, 但具有不同的适用性和等级强度。这便和以往的比较结论产生了

① 不变性的强弱比较也不仅仅在于适应的范围大小, 在关系式中的变量之间的共变关系是决定性的还是概率性的也揭示了强弱程度的不同。在规律的概念框架之内, 概率式的共变关系自然是可能存在的, 只不过此种规律的不变性要弱于决定性的规律。

② 有些学者可能仍然沿用定律这一词汇, 但已经是用规律的属性去定义了。其中一个显著的特征就在于他们对于稳定性的强调。比如 Lange 在一系列的文章中 (2000, 2002, 2005) 论证, 划分定律和意外的根本差别在于稳定性, 这种稳定性在一定程度上体现了定律所具备的某种必然性。当然, 这种必然已经远不如逻辑上或法理上的必然性那般严格。在他的论述中, 稳定性表现如下: 在不同的与定律相融贯的反事实假设下, 定律依旧保持为真。

本质区别。

四、对生态学规律的讨论

在上一节中,笔者已经详细论述了规律和定律的区别,以及规律所特有的本质属性。接下来,笔者将运用规律概念来考察一下生态学,尤其是群落生态学中是否存在规律,以此来回应劳顿所提出的质疑。

首先,劳顿最为担心的、会破坏规律的偶然性可以通过稳定性来化解。劳顿所说的特定情况为真就是在某些背景条件下为真,这一点并没有取消该规律的合法性地位,充其量意味着该规律所具有的稳定性有一定的范围。

例如,他常提到的突发历史事件和偶发的进化过程为群落生态学带来的偶然性,以及不同栖息地中群落所表现出来的截然不同的特征和内部关系。前者实则说明了群落生态学并非具有必然性和坚实的稳定性,在各种反事实的假设中,原先的规律都有可能发生巨大的变化。然而,这就如同先前提到的孟德尔遗传定律一般,此种现象并不能说明群落生态学之中找不到规律,只是说明群落生态学规律所依赖的假设更加脆弱、稳定性的范围更窄、等级更低。

而后者中提及的不同的栖息地相当于不同的背景条件,劳顿担忧的是,当这些背景条件变化时(换一个栖息地考察),原先得到的规律不复存在。但是这种状况在科学研究中并不罕见,就好比随着气压的变化,水的沸点会不断发生改变一样。有时,我们甚至可以将背景条件也当做一个变量,然后研究该变量与规律之间的共变关系。当然,即便不同的背景条件下我们会得出完全不同的规律,也只是说明了该规律的稳定性有限,并不能据此就否认该规律的存在。

笔者认为,劳顿所提出的对群落生态学规律的质疑在本质上都是对其不变性和稳定性的强弱程度的质疑,并没有动摇其之所以为规律的根本所在。接下来,笔者将简要列举两个实例,进一步说明群落生态学中确实存在规律。

1. 运用伍德沃德的干涉理论,我们可以将

变量X设为一般捕食者的丰度、生态位重叠的程度或者群落中其他具有影响力的因素。将变量Y设为种群的丰富度、平均丰度或群落的结构。而背景条件B一般会来自两个维度,一个是分类学距离(例如不同的类群或科),另一个是栖息地类型(例如水生的、海生的和陆生的栖息地)。

很多研究表明,在大量群落中我们都能明显地观察到如下规律:随着顶级捕食者的丰度的增加,共享猎物(shared prey)的多样性也会随之增加。而且这一规律具有相当的稳定性,因为当我们更换背景条件时,如上述提到的不同的分类群和栖息地,这一规律依然保持不变。当然,也有极个别的分类群和栖息地会不遵循该规律,但这并不会对该规律的稳定性造成严重破坏。^[17]

2. 过去,我们知道在一个群落中消费者的物种多样性对资源分配有影响,但不太清楚猎物的多样性会对营养级中的能量和物质传递产生怎样的作用。近期,生态学家根据已有的实验成果,即,食草动物对周丛藻类(periphytic algae)的生物量的影响,验证了新的设想,即,消费者(食草动物)对猎物(藻类)的影响量级依赖于猎物集的物种多样性,后者的增加导致前者的降低。^[18]

最关键的是,这一规律具有一定的稳定性,因为即便在很多不同的栖息地类型中(这些栖息地有着不同的生物和非生物要素),规律依然存在。当然了,并不是说在所有的栖息地类型中,该规律都能保持不变。但是,正如前文所论证的,只要有一定范围的不变性和稳定性,便足以确保规律的存在。

最后值得强调的是,笔者承认,由于群落生态学所特有的复杂性,群落生态学规律的适用性可能比种群生态学和宏观生态学规律弱,所持有的稳定性的强度可能也不高,能够保持不变的范围可能也相对窄。但是这些远远不足以抹煞群落生态学规律的分量和意义,更不能否定群落生态学的科学地位和研究价值。

总 结

笔者通过对生态学规律中所存在的争议进

行剖析, 试图说明在对科学规律进行研究时, 我们首先应该明确规律的定义和本质属性。在此文中, 笔者比较了规律和定律的区别, 指出规律是一个量的概念, 而定律是一个质的概念。前者有程度之分, 后者只有有无之分。另外, 笔者还澄清了规律的两个本质属性——不变性和稳定性, 说明根据两个属性的范围可以对不同规律进行程度上的区分。

学者们对生态学中存在规律的质疑主要源于他们对规律的理解依然受到传统概念的影响, 认为生态学中普遍存在的偶然现象会否定其存在规律的可能性。笔者在对规律概念进行澄清后, 尝试说明生态学, 尤其是群落生态学这种更加复杂的领域中依然可以存在规律。其复杂性所带来的后果是群落生态学规律的稳定性相对较弱, 而非群落生态学不存在规律。

笔者通过对生态学规律的剖析, 旨在说明生态学规律的合法性地位。由于我们对规律可做程度和等级划分, 生态学规律和物理学规律的区别充其量是程度和等级上的差异, 而不再像学者们所担忧的那样, 是无和有的差异。鉴于此, 生态学的作为硬科学的合理性地位也相应地得到了辩护。

[参考文献]

- [1] 肖显静. 生态学实验实在论[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [2] Strong, D. R. 'Null Hypotheses in Ecology'[J]. *Synthese*, 1980, 43: 271–285.
- [3] Mayr, E. *The Growth of Biological Thought*[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- [4] Shrader-Frechette, K. S., McCoy, E. D. *Method in Ecology*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- [5] Colyvan, M., Ginzburg, L. R. 'Laws of Nature and Laws of Ecology'[J]. *Oikos*, 2003, 101(3): 649–653.
- [6] 刘劲杨. 科学、规律与必然性[J]. 自然辩证法研究, 2009, 25(2): 102–106.
- [7] van Fraassen, B. C. *Laws and Symmetry*[M]. Oxford: Clarendon Press, 1989.
- [8] Cartwright, N. *How the Laws of Physics Lie*[M]. Oxford: Oxford University Press, 1983.
- [9] Cartwright, N. *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- [10] Lawton, J. 'Are There General Laws in Ecology?'[J]. *Oikos*, 1999, 84(2): 177–192.
- [11] 奥德姆. 生态学基础[M]. 孙儒泳等译, 北京: 人民教育出版社, 1981, 136.
- [12] Mitchell, S. D. 'Dimensions of Scientific Law'[J]. *Philosophy of Science*, 2000, 67(2): 242–265.
- [13] Cartwright, N. 'Fundamentalism vs. the Patchwork of Laws'[J]. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 1994, 94: 279–292.
- [14] Cartwright, N. *Nature's Capacities and Their Measurement*[M]. Oxford: Oxford University Press, 1989.
- [15] Beatty, J. 'The Evolutionary Contingency Thesis'[A], Wolters, G., Lennox, J. G. (Eds.) *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences*[C], Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1995, 45–81.
- [16] Woodward, J. 'Explanation and Invariance in the Special Sciences'[J]. *British Society for the Philosophy of Science*, 2000, 51(2): 197–254.
- [17] Linquist, S. 'Against Lawton's Contingency Thesis; or Why the Reported Demise of Community Ecology is Greatly Exaggerated?'[J]. *Philosophy of Science*, 2015, 82: 1104–1115.
- [18] Hillebrand, H., Cardinale, B. J. 'Consumer Effects Decline with Prey Diversity'[J]. *Ecology Letters*, 2004, 7(3): 192–201.

[责任编辑 王巍 谭笑]