

## 单元 2 物种分布模型的生态学理论

“物种分布模型”在线课程的第一个单元中，我们快速地了解什么是物种分布模型。在第二单元中，我将解释这些模型的理论背景。

要了解物种分布模型，首先我们需要了解地理空间和环境空间的区别。

先从物种分布的地理空间讲起。这是我们直观理解的物种分布记录在地图上的表示形式。我们还可以将物种出现记录用这种图表示： $x$ 轴为经度， $y$ 轴为纬度。

当我们讨论环境空间时，我们指一个物种在环境中所占据的生态位。一个物种生态位是这个物种可以生存和发展的环境条件集合。这个概念是由生态学家乔治·哈奇森在 1957 年提出的。

让我们一步一步地来理解生态位。当你只考虑一个环境因子时，绘制出物种在该条件下出现的概率曲线，通常会得到一个钟形曲线。这条曲线显示了环境因子下适合物种生存的最优值。假如你的物种受到温度影响，该物种在最佳温度时的出现概率最高，趋向物种可以忍受的最小值和最大值时出现的概率下降。当我们加上另一个与物种相关的环境因子时，我们得到一个二维图，每个轴用环境因子表示。每一个因子都有自己的最佳曲线。模型将找到结合两个因子的最佳条件时该物种出现的区域。圆心代表最适宜该物种生存的两种环境因子组合。渐变颜色可以看出环境的适宜性从中心向外逐渐降低。

我们还可以在三维空间中绘制三种环境因子，用球体或立方体表示来反映适合物种生存的环境，边界对应于每个环境因子的最小和最大忍耐值。然而，一个真正的物种分布模型考虑了与物种相关的所有环境因子，这就导致要用  $n$  维超空间去定义物种的生存环境。但是，我们无法可视化这样的多维空间。

在生态位的概念中，需要记住几点。我将用一个简单的二维图来表示受到温度和降雨量影响的物种分布情况

。

图中的十字图形代表物种的分布，而减号表示物种的无分布。绿色区域就是这个物种的基础生态位，指的是只受环境因子影响的物种能够分布的区域，并假定物种仅在绿色区域分布而其他地方无分布。所以在这个例子中，这个物种出现在冷热适宜、干湿适宜的地方。但是，在具有适宜环境条件的地方并不一定能找到该物种。因为物种的分布还受到生物因素的影响，而且由于捕食者的存在或食物的缺乏限制其分布。这些真正被物种占据的区域被称为实际生态位。在地理空间中，我们将实际生态位称为物种的真实分布，而基础生态位被称为物种的潜在分布。

此外，还应该记住另外两点。第一个是动态源-库理论。以基础生态位的区域为源，物种的个体可能会迁移到基础生态位以外的区域，即这个区域为库。这种情况很可能发生在具有高度扩散能力的物种中。假设一个迁徙物种的基础生态位由动物繁殖地区的环境条件决定，当不在繁殖季节时，该物种很可能迁移到基础生态位没覆盖的区域。另一个要牢记的因素是物种的扩散隔离，如山脉，河流或海洋。这种障碍可能导致物种没有在具有适宜条件的地区出现，因为该物种不能到达这些地区。

在单元 5,6 和 7 中，我们将介绍用于物种分布模型的特定算法，其中大部分模型都是环境空间的函数。唯一的例外是地理模型，因为它并不基于物种分布地的环境条件，因此只能在地理空间中起作用。不管怎样，其他所有算法都是将物种出现地点和该地的环境条件关联到一起，反映在环境空间中的函数。

这些模型遵循三个步骤。首先，我们从地理空间中得到物种出现数据，使用这些数据来校准环境空间中的模型。下一步是将模型映射回地理空间。地理空间模型不使用环境变量，因此跳过第二步。

如果你在地图上将实际的物种出现点与模型分布结果相叠加，你可以找到物种可能存在但是尚未被观测到的地区。然后可以在这些区域寻找该物种。而且您还可以确定一个环境适合该物种环境，但是该物种并没有出现的地区。这也是很有用的，比如你想防止入侵物种扩散到尚未被侵占的地区。

需要意识到的是物种出现的记录不能反映出该物种可以出现的整个环境空间。你要构建的物种分布模型仅取决于你输入的数据，因此只能通过出现记录对环境生态位进行校准。因此，需要始终谨慎地审查模型的结果，它可能并不能代表物种的真实或潜在分布的全部范围。这是基于模型方法的普遍缺点，因为模型只是现实世界的一个表征。

希望这个单元有助于您更好地了解物种分布模型的生态基础。在下一个单元中，我们会介绍运行模型所需的数据。到时候再见。