

探索伟大分解器—真菌

陈怡帆¹ 蔡冰洁² 邵子倩³

1. 华北理工大学电气工程学院 数学建模创新实验室 河北 唐山 063210

2. 华北理工大学电气工程学院 数学建模创新实验室 河北 唐山 063210

3. 华北理工大学理学院 数学建模创新实验室 河北 唐山 063210

【摘要】对于化合物分解的一个关键组成部分是木纤维和植物材料的分解。分解木纤维的关键因素之一是真菌。最近，一位研究真菌分解木材的作者确定了真菌的特征，确定了真菌的分解速率，并指出了这些特征的相互关系。本文针对真菌分解受不同影响的问题，展开分析。

【关键词】回归分析模型；马尔科夫链预测模型；转移矩阵；竞争排名；生物多样性

1 数据处理

我们选择中国福建省武夷山自然保护区作为研究区域，并完成了这方面的研究。武夷山地形以土壤相对年轻、垂直气候变化明显为特征。

武夷山根据海拔高度分为四个山林：常绿阔叶林（EBF）、针叶林（CF）、亚高山矮林（SDF）和高山草甸（AM）。根据武夷山不同季节、不同海拔高度，研究了不同土壤层土壤真菌数量分布情况。

武夷山地区具有明显的垂直高度变化和季节变化，因此更适合作为实验数据采集区。它不仅能使真菌相互作用的研究更加精确，而且对探索天气变化的影响也非常有帮助。

2 问题分析

问题的关键是真菌之间的相互作用。互动的本质是竞争。物种争夺有限的资源（氧气和营养物质）。以下分析按顺序逐一分析：

第一个问题只考虑独立于分解率影响分解率的因素，建立真菌分解模型：

第二个问题考虑了真菌之间的相互作用，建立了描述真菌相互作用的社区进化模型，并介绍了进化过程中的环境波动，以测试社区的敏感性：

第三个问题是建立一个稳定的分布模型来预测物种进化的优缺点。每个区域选择三种真菌作为稳定分布模型的替代品，以预测其最终分布：

3 模型建立

3.1 问题一的模型建立

首先，回顾信息并总结影响真菌分解率的独立变量。已知问题需要注意真菌的两个特征：生长速率和防潮性。同时，环境变化也会影响真菌的分解率。对真菌生长的内在特征和外部条件进行理解分析，构建多重非线性回归分析模型。在此问题上，我们只考虑独立变量影响依赖变量的分解率，将独立变量分为内外部因素：内部因素是真菌的生长速率和防潮性，外部因素是环境温度和环境重金属含量。

第二，分析独立变量与依赖变量之间的统计关系。

Olson 建议使用指数衰变模型来描述植物残留物的分解过程，假设植物分解的剩余质量与初始质量的比例相对稳定，根据 Lustenhouwer 等人研究文章中现场分解实验的原始数据，三年内可获得多真菌分解条件下不同类型原木的质量损失和生长速度。众所周知，植物残留物的分解处于动态平衡状态，采用指数衰变公式：

据了解，真菌之间竞争排名和耐受性权衡规律的变化也与真菌分解率有关。文献给出了受抚养变量对数时的分解率，独立变量是真菌的支配性与防潮性相称时的回归分析系数。结合相应的实验数据，获得回归方程；此外，构建非线性回归模型，解决真菌分解模型的方程式问题。设置多线回归方程：

因为 α 和 β 太小了，对方程的整体影响很小，所以省略并获得了二维二次方程：

3.2 问题二的模型建立

建立马尔科夫链预测模型，分析真菌群落的演变分为三个阶段，分布趋于稳定。第三个问题认为真菌之间的相互作用本质上是竞争。转移矩阵是根据真菌竞争关系建立的，社区进化的方向是参照时间分解率定律来解释的。第三阶段突发性环境波动的一部分重新排列了社区的分布，证明了社区的敏感性。

根据资料，社区的演变一般分为三个阶段。为了更好地模拟演化过程，建立非线性马尔科夫链预测模型来预测社区继承的方向，每个阶段的过渡矩阵是不同的，但每两个相邻状态的过渡仍然符合线性定律。对应三个阶段，设定 10 年、20 年和 30 年为每个阶段所经历的时间长度，并对第三阶段的国家过渡方程进行平稳分布分析。

第一阶段真菌依靠自身条件（抗湿度和生长速度）繁殖发育，不同真菌之间的相互作用较弱；第二阶段相互作用明显增强，资源竞争更加激烈，导致菌株分解率迅速下降，部分菌株迅速上升，波动较大；经过第二阶段激烈的资源竞争，幸存的菌株在相同的环境条件下得以稳定地生存和繁殖。

3.3 问题三的模型建立

在研究上述问题的过程中,我们发现地面废物的分解与真菌群落密切相关,真菌在分解者中占有主体地位。真菌分解细胞外的淀粉,分解多糖,分解纤维素,并在细胞内完全生物氧化后分解。真菌群落的数量和丰度都与生物多样性密切相关。

决定生态系统功能的重要因素是物种数量,这会影 响真菌整体资源获取、利用和分布的差异。研究发现,真菌群落会间接影响地面废物的残留质量,即真菌数量与残留质量有显著的负相关关系。

此外,生物多样性直接影响生态系统的过程,真菌群落的组成对分解过程的直接影响表明,不同物种具有不同的功能特征,合作和分工清晰,提高了生态系统过程的速度。特别是当当地环境有不同程度的变化时,生物种群对环境的微妙波动极为敏感。只有在完整的生物群落结构和丰富的生物多样性的前提下,才能承受不同程度的突发性环境变化。可以说,生物多样性对环境非常重要。真菌多样性对分解率的影响不仅体现在数量上,也体现在物种上。丰富的真菌种类相互配合,分工明确。这些特点有助于加快地面废物的分解过程。内窥菌具有明显的殖民化优势。它们可以通过资源竞争与后殖民后浮真菌相互作用,间接影响地面废弃物的分解率。

4 模型的评价与推广

4.1 模型优点

(1) 使用马尔科夫链模型预测不同环境中真菌的竞争,并使用竞争排名构建转移矩阵,以更直观地显示各种真菌之间的相互作用。

(2) 根据变量之间的相关性,对模型一中的回归模型进行修订和补充,使结论更加严格。

4.2 模型缺点

问题 1 模型在回归后酌情省略了系数小的独立变量,忽视了保留因素以外的因素对分解率的影响,不够

严格。

5 结束语

总而言之,真菌的抗潮性和生长速度对其分解率影响最大。此外,需要考虑不同真菌之间的相互作用。本文讨论了真菌的分解过程:

针对问题一,建立非线性回归方程,重点描述抗潮和增长率对分解率的影响。第一个问题只考虑独立变量对分解率的独立影响。我们选择抗潮、生长速率、温度和重金属含量四个独立变量进行回归分析,方程的最后两个系数接近 0,因此省略了简化模型。

针对问题二,建立马尔科夫链预测模型,分析真菌群落的演变分为三个阶段,分布趋于稳定。第三个问题认为真菌之间的相互作用本质上是竞争。转移矩阵是根据真菌竞争关系建立的,社区进化的方向是参照时间分解率定律来解释的。第三阶段突发性环境波动的一部分重新排列了社区的分布,证明了社区的敏感性。

在回答问题三时,分析第三个问题模型中的过渡概率表明,物种的最终优势或劣势是由其系统的竞争排名决定的。选择每个区域最合适的三种真菌物种,分析稳定分布的成活率,以获得真菌的最终比例。

【参考文献】

[1] 尼基·卢斯滕豪尔,丹尼尔·梅纳德,马克·布拉德福德,丹尼尔·林德纳,布拉德·奥伯尔,艾米·赞纳,托马斯·克劳瑟. 基于特征的真菌对木材分解的理解 [J]. 《国家科学院学报》,2020 年(预刊).

[2] 马克,推断生物进化的历史模式 [J]. 自然:国际科学周刊,1999,401(6756)

[3] 何德文,陆永森. 白腐真菌对酸染料废水的生化降解的研究 [J]. 污染控制技术, 1998(04):197-198.