

区域退化生态系统多项服务簇对不同生态修复情景措施的响应模拟

刘文平、俞培孟

华中农业大学园艺林学学院

摘要：生态修复被广泛认为是逆转生态系统退化和促进土地可持续利用的有效途径。近几十年来，野生动物栖息地恢复、矿山植被修复、水土流失治理等众多生态修复工程在全球范围内广泛实施，为增强全球生态安全和生物多样性保护发挥了积极作用。然而，由于不同类型生态系统服务之间存在着多种权衡与协同关系，且这种关系往往表现出空间异质性以及与非生态系统土地用的复杂交互性，使得当前生态修复仍面临着如何最大限度地恢复和改善生态系统服务的同时减少与高生产力土地用的竞争等挑战。同时，不同生态修复措施可能也会对多种生态系统服务之间的协同效应产生影响。因此，如何在区域尺度上协调土地利用并整合多种生态修复措施，以实现多项生态系统服务之间协同效益最大化，成为当前生态修复亟需解决的一项关键问题。本研究旨在探索区域退化生态系统多项服务协同效益对不同修复情景措施的响应变化，以解决退化生态系统修复与多种土地利用目标实现协调与平衡的复杂挑战。具体而言，我们寻求解决的科学问题是：1）如何将多种生态系统服务协同与权衡关系整合到生态修复关键区识别框架中？2）如何确定最优的生态修复措施组合，以促进土地用多目标协调与生态系统服务综合效益最大化？本研究以湖北省为研究区，利用 InVEST 模型等模拟量化了 2000-2020 年间洪涝调蓄服务、授粉服务、栖息地供给服务、固碳服务、产水服务、土壤保持服务之间的权衡与协同关系，并基于 PCA 分析等识别出了 3 个稳定的生态系统服务簇（ESB），研究揭示了这些服务簇对不同生态修复措施组合在生态安全情景和服务增强情景中的响应变化。研究发现，基于 ESB 识别出的退化生态系统面积仅占单项生态系统服务退化总面积的 40.27%，提升了生态修复关键区识别的精准性。同时，退田还湖可有效改善 ESB II(洪水调节服务)，而其他修复措施则显著增强了 ESB I（授粉服务、生境供给服务和固碳服务）。加强河湖湿地沿岸的防护林建设，并扩大生境修复范围，可有效改善 ESB I 和 ESB II。人工造林的实施则可以同时促进三种 ESB，但由于可实施的人工造林面积较小，这一措施的修复效果有限。值得注意的事，生态修复也可能引发权衡，导致部分区域 ESB III（产水服务和土壤保持服务）的下降。这些研究发现可为决策者确定生态修复区域的优先级和选择适当的生态修复措施等提供直接参考。

关键词：生态修复；生态系统服务；响应