

秦巴山区碳汇动态及其对降雨变化的不对称响应

贡恩军、张静、王志慧、王俊

西北大学、长安大学、黄河水利科学研究院

摘要：秦巴山区是中国重要的碳库和生态屏障，但近些年由于降水频率和强度不稳定导致的连续干旱，对该区域的生态碳汇构成了潜在威胁。然而，碳汇动态及其对降雨变化的响应尚不清楚。我们通过核归一化植被指数（kNDVI）和气象数据驱动 CASA 模型模拟净生态系统生产力（NEP），研究了秦巴山区 2001-2023 年碳汇动态，并通过非对称指数（AI），探讨了 NEP 对降雨变化的响应。研究结果表明：（1）秦巴山区在研究期间生态系统固碳能力呈现波动上升趋势，整体表现为碳汇，碳源区集中在研究区西部、东北及秦岭-大巴山交界地带。（2）NEP 变化速率随海拔上升先上升后下降，高值区位于 700-2000m 之间。除荒地外，其它植被区域表现为碳汇，而非植被区域均表现为碳源，且荒地和冰雪覆盖区有碳释放量增加的趋势。（3）秦巴山区 NEP 对降雨的响应呈负不对称性，表明湿润年碳汇的增加低于干旱年碳汇的减少，但不对称性趋势变化表明这种负不对称在未来有转正的可能。此外，秦巴山区 NEP 不对称是由植被区域决定的，而非植被区域主要呈现正不对称。（4）基于地理探测器的驱动力分析结果表明地表变化、海拔，温度和降雨等因素是生态碳汇不对称性的基本控制因子，其中，地表变化有最高的解释力，多种因素的交互作用影响总体格局。这些发现有助于在“双碳”背景下进一步认识秦巴山区生态系统对气候变化的响应。

关键词：净生态系统生产力，不对称指数，地理探测器