

4.流域资源利用与土壤环境

长江下游北岸下蜀黄土稀土元素的命运及溯源意义

张娅璐、高超

南京大学地理与海洋科学学院

摘要：稀土元素由于其稳定的特性常常被用来追踪成土过程，而下蜀黄土的成土过程和来源问题一直具有争议。本研究的目的是了解长江下游北岸下蜀黄土母质中稀土元素的富集迁移特征及驱动因素，并评估稀土元素作为溯源指标的适用性。研究使用了微量元素地球化学分析的方法，对合肥和无为地区的黄土母质土壤进行稀土元素命运解析，并对下蜀黄土的源争议给出新的证据。研究结果表明：首先，土壤母质具有均一性，为稀土元素评估结果的可靠带来保证。其次，无为和合肥地区下蜀黄土稀土元素总量的平均浓度分别为 211.33 和 190.48 $\mu\text{g/g}$ 。无为地区较高的稀土元素浓度中 95.2 %来自于轻稀土元素，与含 Ti 和 Zr 矿物的风化释放有关。此外，重稀土在深度 40~80cm 的土壤具有显著的浓度增加，相比表层土壤（深度 0~20cm）增加了 51.2%，这归因于土壤阳离子活性增加，从而促进了它们被 Fe、Al 氧化物、粘土和有机胶体固定。研究还发现，土地利用方式对稀土元素浓度的改变远远小于成土过程。最后， δEu 的平均值为 0.61，表现出显著负异常且变化较小，说明研究区土壤的陆源岩特征并经历长时间的长石风化释放。研究评价了稀土元素相关指标对成土指标的代用性，发现 δEu 、 $(\text{Gd/Lu})\text{N}$ 和 $(\text{Gd/Yb})\text{N}$ 与黏粒含量指标（ Si/Al ）、风化指标（WIP）和循环再沉积指标（CIA/WIP）具有良好的相关性。且对研究区的下蜀黄土和其潜在来源（北方黄土、长江沉积物和淮河沉积物）具有十分显著的源区分效果。根据 PMF 源解析模型结果，下蜀黄土具有 59% 的原岩物质供给、9.6% 的人为外源添加以及 31.4% 的成土过程改造。据此，本研究认为，下蜀黄土中的稀土元素原岩成分较高，且对不同源区土壤具有较好的区分能力，可以考虑作为溯源指标。此外，相比北方黄土的远源供给和长江沉积物的近源供，我们认为，长江下游北岸下蜀黄土接受淮河沉积物的供给更多。本研究对稀土元素在成土过程中的特征与驱动因素进行了系统的分析，为土壤稀土元素管理提供了参考。还评价了其作为土壤溯源指标的适用性，给出了下蜀黄土来源的新见解。

关键词：迁移与富集、分馏特征、成土过程、土壤来源