

# 何念鹏、于贵瑞和温学发等关于土壤碳氮周转过程、格局与影响因素的系列研究在 GCB 和 JGR 等期刊发表

土壤碳氮循环是陆地生态系统养分循环的两个重要环节。其中，土壤是陆地生态系统最大的碳库，土壤有机质分解的微小变化都会对大气 CO<sub>2</sub> 浓度产生重要的影响，并对气候变化产生正/负反馈作用，而且这种反馈作用的强度和方向主要取决于土壤有机质分解的温度敏感性。土壤氮矿化是土壤有机氮转化为无机氮而被植物利用的过程，其直接影响土壤养分的供给能力；因此，揭示土壤氮矿化格局及其温度敏感性，是探讨气候变化影响下植物生产力与群落结构维持的重要途径。

为了克服传统室内土壤有机质分解实验的弊端（碱液吸收法和气相色谱法：测试方法繁琐、测试精度不高、测试强度弱），研究小组自主研发了室内土壤微生物呼吸连续测定装置（含可销售的仪器产品），并成功申请国家发明专利（ZL 2012 1 0007361. X）。利用该设备具有自动、连续和高强度测试的特点，研究人员系统地探讨了温度、水分、土地利用方式、输入有机质的化学计量特征等因素对土壤有机质分解及其温度敏感性的影响（He et al. 2013; 2016; Li et al., 2015; Xue et al., 2016; Wang et al., 2016c）。将高频度（5 分钟一次）的室内测试与野外实验结合，探讨了土壤有机质分解对脉冲式降水过程的响应以及不同观测尺度（时间）的土壤碳氮周转耦合关系（Quan et al., 2014; Wang et al., 2016b）。

采用全新的自动变温培养+连续自动测试的室内培养方案，发现土壤有机质分解及其温度敏感性沿 3700 公里的中国东部南北样带具有明显的空间格局（Wang et al., 2016a）。土壤有机质分解速率随纬度升高逐渐升高，土壤有机质分解的温度敏感性也随着纬度升高逐渐增加，这种空间格局主要受到土壤理化性质和土壤微生物的影响。实验结果表明北方区域土壤碳库对气候变化更敏感，未来需要更加重视。

通过收集全球范围内土壤氮矿化研究数据并进行集成分析，探讨了土壤氮矿化在区域尺度和全球尺度上的空间格局及其影响因素（Liu et al., 2016a,b）。研究发现：在区域尺度上（中国），土壤氮矿化速率随纬度升高逐渐降低，而氮矿化的温度敏感性随纬度升高逐渐增加；这表明气候变暖可能会加速北方区域土壤氮矿化，增加土壤养分有效性，有效缓解北方区域氮限制，从而促进北方区域初级生产力。在全球尺度上，氮矿化速率随纬度升高逐渐下降，而氮矿化温度敏感性逐渐增加（Liu et al., 2016b）；此外，

氮矿化及其温度敏感性在不同生态系统类型中具有显著差异，森林最敏感而草地最不敏感。通径分析的结果表明，土壤 C:N 和土壤 pH 是影响全球土壤氮矿化及其温度敏感性空间变异的主要因素（Liu et al., 2016b）。

通过一系列室内培养实验，还在不同空间尺度上从碳氮矿化角度分别证明了土壤有机质分解过程中的碳质量-温度假设（Carbon quality-temperature hypothesis），即难分解的土壤有机质的分解对温度变化的响应比易分解的土壤有机质对温度变化的响应更敏感（Quan et al., 2014; Li et al., 2015; Xue et al., 2015; Wang et al., 2015; He et al., 2016; Liu et al., 2016b）。

上述研究获得国家自然科学基金项目(31290221、31470506、31270519)和中科院地理科学与资源研究所可桢杰出青年人才项目（2013RC102）的支持。

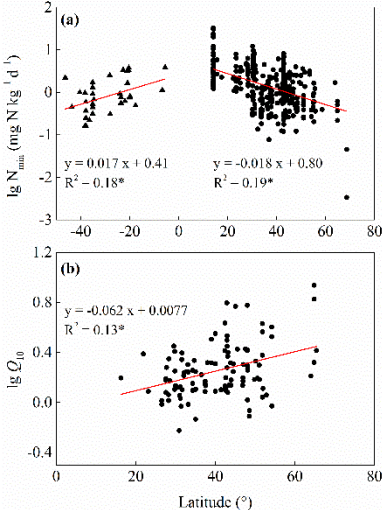


图:全球土壤氮矿化与温度敏感性格局

论文列表:

1. Liu Y, Wang CH, He NP, Wen XF, Gao Y, Li SG, Niu SL, Butterbach-Bahl B, Luo YQ, Yu GR. 2016. A global synthesis of the rate and temperature sensitivity of soil nitrogen mineralization: Spatial patterns and mechanisms. *Global Change Biology*, 22, 10.1111/gcb.13372. (IF = 8.44; <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13372/full>)
2. He NP, Yu GR. 2016. Substrate stoichiometry regulates the decomposition of soil organic matter and temperature sensitivity. *Ecology and Evolution*, 6: 620-627. (IF =2.54; <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.1927/full> )
3. Wang Q, He NP, Liu Y, Li ML, Xu L. 2016a. Stronger pulse effects of small precipitation event on soil microbial respiration in temperate forests. *Geoderma*, 275, 67-73. (IF = 2.85;

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706116301690>)
4. Wang Q, He NP, Yu GR, Gao Y, Wen XF, Wang RF, Koerner SE, Yu Q. 2016b. Soil microbial respiration rate and temperature sensitivity along a north-south forest transect in eastern China: Patterns and influencing factors. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 121, 399-410. (IF = 3.32 ; <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015JG003217/pdf>)
  5. Wang D, He NP, Wang Q, Lv YL, Wang QF, Xu ZW, Zhu JX. 2016c. Effect of temperature and moisture on SOM decomposition along an elevation gradient in Changbai Mountain, China. *Pedosphere*, 26(3):399-407. (IF = 1.54; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1002016015600522>)
  6. Li J, He NP, Wei XH, Chai H, Wen XF, Xue JY, Zuo Y. 2015. Changes in temperature sensitivity and activation energy of soil organic matter decomposition in different Qinghai-Tibet Plateau grasslands. *PlosOne*, 10(7):1-14. (IF = 3.06; <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0132795>)
  7. Liu Y, He NP, Wen XF, Yu GR, Gao Y, Jia YL. 2016. Patterns and regulating mechanisms of soil nitrogen mineralization and temperature sensitivity in Chinese terrestrial ecosystems. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 215: 40-46. (IF = 3.56; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880915300773>)
  8. Wang Q, Wang D, Wen XF, Yu GR, He NP, Wang RF. 2015. Differences in SOM decomposition and temperature sensitivity among soil aggregate size classes in temperate grasslands. *PlosOne*, 10(2): 1-12. (IF = 3.06; <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0117033>)
  9. Xue JY, Zhang HX, He NP, Gan YM, Wen XF, Li J, Zhang XL, Fu PB. 2015. Response of SOM decomposition to temperature change in Zoige alpine wetland, China. *Wetland Ecology & Management*, 23(5): 977-987. (IF = 1.41; <http://link.springer.com/article/10.1007/s11273-015-9434-2>)
  10. Quan Q, Wang CH, He NP, Zhang Z, Wen XF, Su HX, Wang Q, Xue JY. 2014. Forest type affects the coupled relationships of soil C and N mineralization in the temperate forests of northern China. *Scientific Reports*, 4:6584. (IF = 5.23; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4200403/>)
  11. He NP, Wang RM, Dai JZ, Gao Y, Wen XF, Yu GR. 2013. Changes in the temperature sensitivity of SOM decomposition with grassland succession: Implications for soil C sequestration. *Ecology and Evolution*, 3(15): 5045-5054. (IF = 2.54; <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.881/full>)
  12. 薛晶月, 张洪轩, 全权, 王若梦, 干友民, 何念鹏. 2014. 土地利用方式对亚热带红壤碳矿化及其激发效应的影响. *应用与环境微生物学报*, 20(3): 516-522. (<http://www.cqvip.com/QK/98345X/201403/50250201.html>)
  13. 李杰, 魏学红, 柴华, 王若梦, 王丹, 何念鹏. 2014. 土地利用类型对千烟洲地区森林土壤碳矿化及其温度敏感性的影响. *应用生态学报*, 25(7): 1919-1926.
  14. 赵宁, 张洪轩, 王若梦, 杨满业, 张艳, 赵小宁, 于贵瑞, 何念鹏. 2014. 放牧对若尔盖高寒草甸土壤氮矿化及其温度敏感性的影响. *生态学报*, 2014, 33(15): 4234-4241. ([http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view\\_abstract.aspx?flag=1&file\\_no=stxb201207080957&journal\\_id=stxb](http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=stxb201207080957&journal_id=stxb))
  15. 徐丽, 于书霞, 何念鹏, 温学发, 石培礼, 张扬建, 代景忠, 王若梦. 2013. 青藏高原高寒草地土壤碳矿化及其温度敏感性, *植物生态学报*, 37(11): 988-997. (<http://www.plant-ecology.com/CN/abstract/abstract11473.shtml>)
  16. 王丹, 吕瑜良, 徐丽, 何秀, 徐志伟, 赵宁, 王瑞丽, 何念鹏. 2013. 植被类型变化对长白山森林土壤碳矿化及其温度敏感性的影响. *生态学报*, 33(19): 6373-6381.

- ([http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view\\_abstract.aspx?file\\_no=stxb201305261189&flag=1](http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=stxb201305261189&flag=1))
17. 王若梦, 董宽虎, 何念鹏, 朱剑兴, 代景忠, 施侃侃. 2013. 围封对内蒙古大针茅草地土壤碳矿化及其激发效应的影响. 生态学报, 33(12): 3622–3629.
- ([http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view\\_abstract.aspx?file\\_no=stxb201210061373&flag=1](http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=stxb201210061373&flag=1))
18. 王丹, 吕瑜良, 徐丽, 张洪轩, 王若梦, 何念鹏. 2013. 水分和温度对若尔盖湿地和草甸土壤碳矿化的影响. 生态学报, 33(20): 6436–6443.
- ([http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view\\_abstract.aspx?file\\_no=stxb201302030230&flag=1](http://www.ecologica.cn/stxb/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=stxb201302030230&flag=1))
19. 代景忠, 卫智军, 何念鹏, 王若梦, 温学华, 张云海, 赵小宁, 于贵瑞. 2012. 封育对羊草草地土壤碳矿化激发效应和温度敏感性的影响. 植物生态学报, 36(12): 1226–1236.
- (<http://www.plant-ecology.com/CN/abstract/abstract11330.shtml>)