

海洋所研究揭示俯冲蛇纹岩释放硫酸盐流体交代弧下地幔

2022-10-20 来源: 海洋地质与环境重点实验室 | 【大】 | 【中】 | 【小】 | 【打印】 | 【关闭】

近日, 国际地学期刊Journal of Geophysical Research: Solid Earth (Nature Index刊物) 在线刊发了中科院海洋所曾志刚团队与天津大学陈玖斌团队、中科院广州地化所夏小平团队关于西太平洋俯冲带火山岩全岩铜 (Cu) 同位素、岩浆硫化物微区硫 (S) 同位素组成及其分馏机制的最新合作成果, 对理解俯冲蛇纹岩流体的氧化还原性质及其对岛弧岩浆氧逸度的控制作用具有重要意义。

蛇纹岩脱水对俯冲带水循环至关重要, 然而其在弧下深度释放流体的氧化还原性质目前存在巨大争议。为了更好地认识该问题, 研究人员分析了西太平洋俯冲带火山岩Cu和S同位素 (氧化还原敏感元素), 进而示踪和识别蛇纹岩流体及其中的变价元素价态。

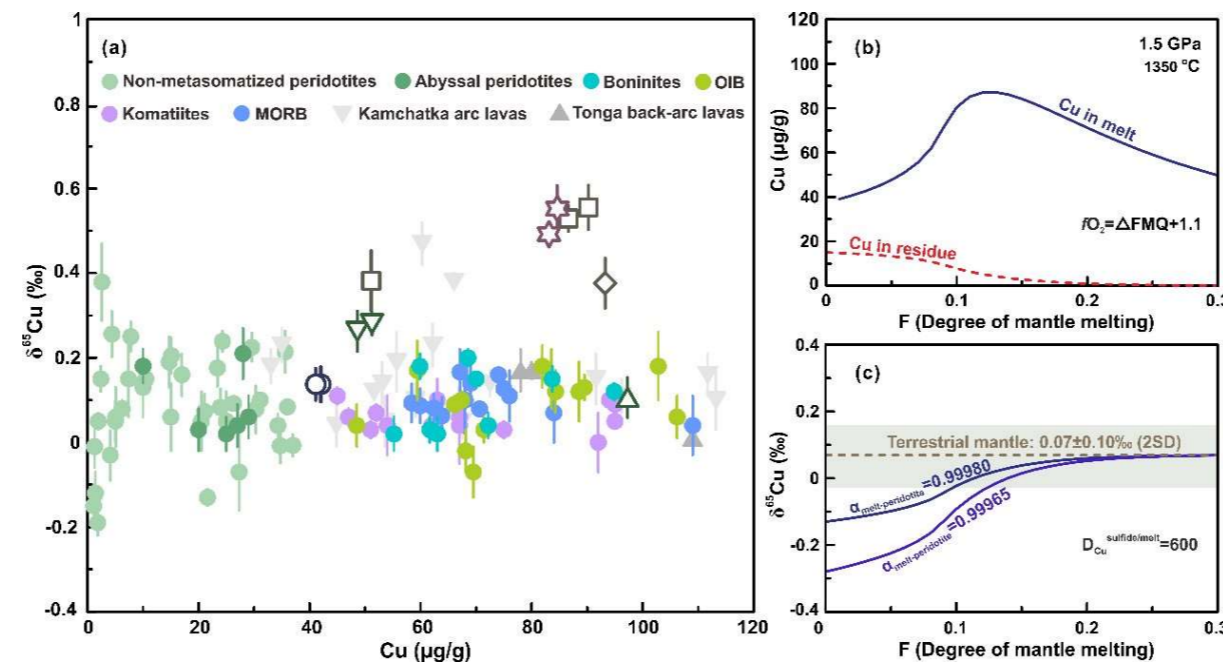


图1 不同构造背景岩石Cu同位素组成 (a) ; Cu元素及其同位素在地幔部分熔融过程中的行为 (b-c)

研究人员发现, 西太平洋琉球、马里亚纳和马努斯俯冲带具有岛弧性质的玄武质火山岩, 相对于地幔橄榄岩及其衍生的幔源岩石 (洋中脊玄武岩、洋岛玄武岩、科马提岩和玻安岩) 具有重Cu同位素组成 (图1)。岛弧岩浆由于具有高程度部分熔融 (>10%), 地幔源区的岩浆硫化物将会被耗尽, 导致部分熔融过程不会造成明显Cu同位素分馏 (图1)。因此, 岛弧原始岩浆的重Cu同位素特征反映的是其地幔源区的特征。此外, Cu同位素与俯冲流体指标 (如Ba/Th、Ba/La和B/Nb) 具有很好的相关性 (图2), 指示了俯冲板片流体交代了岛弧岩浆地幔源区, 尤其是高B/Nb比值, 反映了蛇纹岩流体的加入。

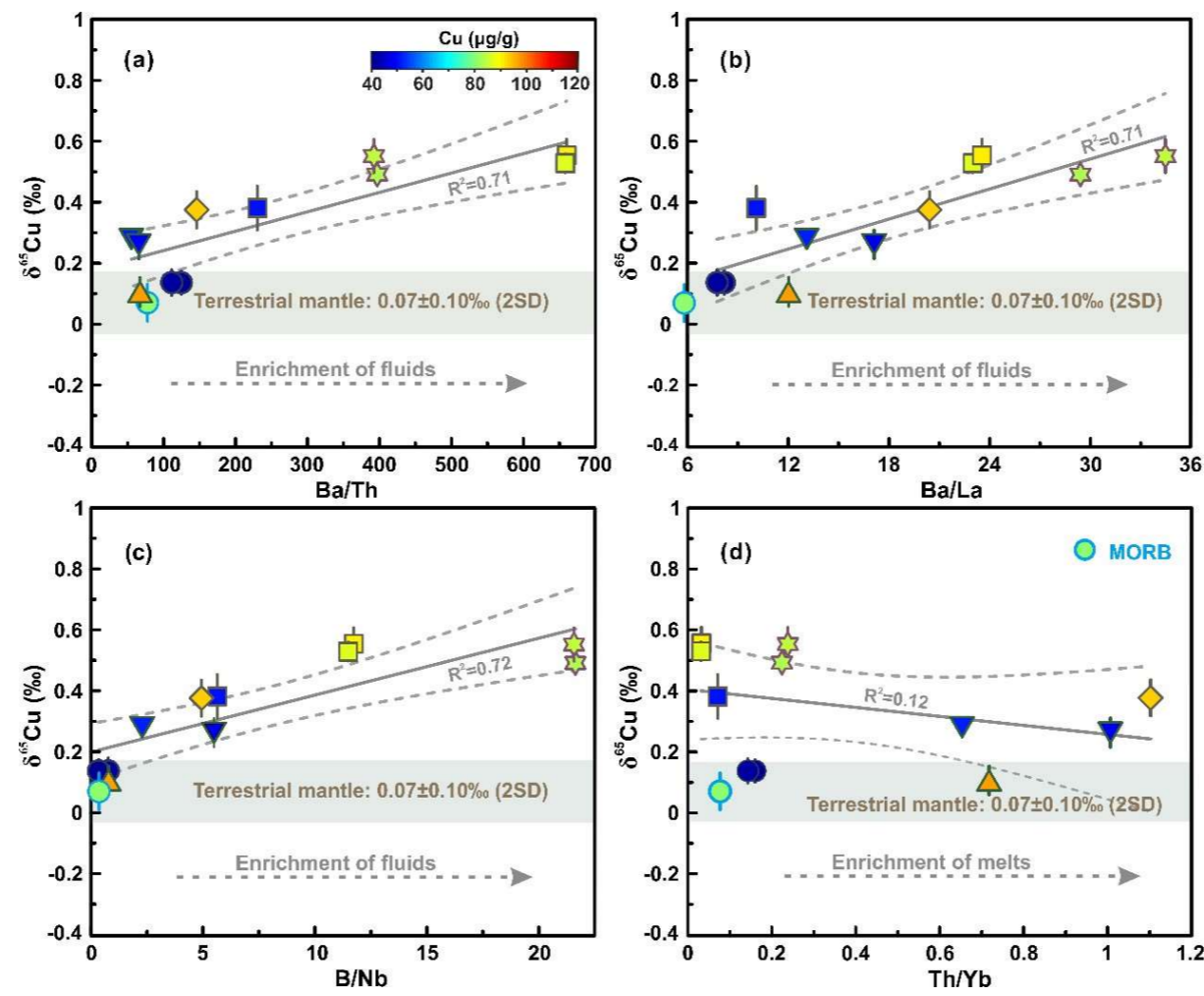


图2 俯冲带火山岩Cu同位素与俯冲板片流体 (a-c) 及熔体指标 (d) 之间的相关性

进一步，研究人员结合第一性原理理论计算，评估了蛇纹岩在弧下深度脱水过程中与不同流体之间的Cu同位素平衡分馏系数及其释放流体的Cu同位素组成。结果表明，蛇纹岩脱水释放的富硫酸盐流体 ($\text{SO}_4^{2-}-\text{Cu}^{2+}$) 具有重Cu同位素 (图3)。因此，富硫酸盐的蛇纹岩流体交代弧下地幔楔理论上会造成岛弧岩浆Cu同位素组成偏重。端元混合模拟显示约1%-7%的富硫酸盐的蛇纹岩流体加入到弧下地幔楔。由于蛇纹岩在弧下深度已经完全分解，未受蛇纹岩流体影响的弧后玄武岩表现出洋中脊玄武岩 (MORB) Cu同位素组成特征 (图3)。岩浆硫化物S同位素从岛弧偏重 ($\sim +4\text{‰}$) 转变为弧后的MORB特征 ($\sim -1\text{‰}$) (图4)，进一步证实了富硫酸盐的蛇纹岩流体随着俯冲板片深度的变化。

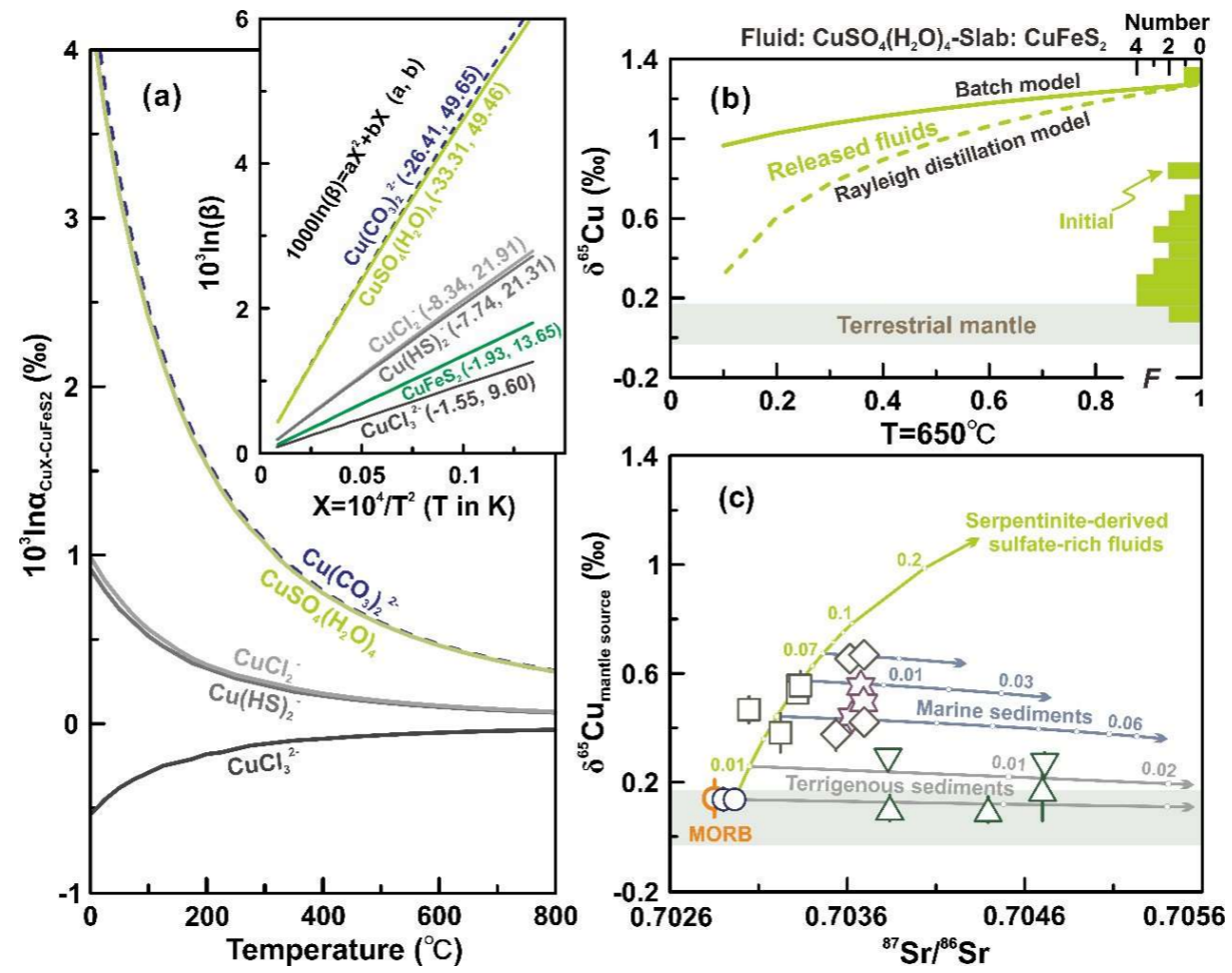


图3 Cu络合物不同温度下的简约配分函数比及分馏系数 (a)；蛇纹岩弧下深度释放富硫酸盐流体的Cu同位素理论演化趋势 (b)；(c) 蛇纹岩流体交代弧下地幔的端元混合模拟

该项研究表明在冷俯冲带，俯冲蛇纹岩可以释放硫酸盐流体交代弧下地幔楔。由于硫酸盐流体具有强氧化性，富硫酸的蛇纹岩流体交代弧下地幔楔是造成冷俯冲带岛弧岩浆具有高氧逸度的重要原因（图4）。

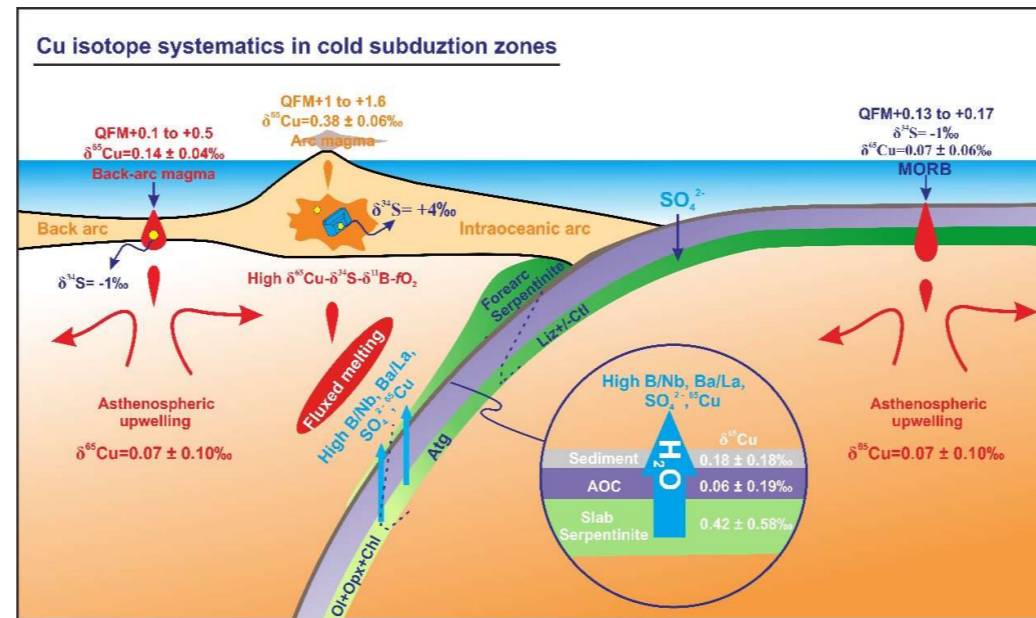



图4 俯冲蛇纹岩释放重Cu同位素的硫酸盐流体交代弧下地幔楔，造成岛弧岩浆具有高氧逸度

论文第一作者和通讯作者为中国科学院海洋研究所陈祖兴博士，曾志刚研究员为共同通讯。该研究得到了国家自然科学基金、中科院先导专项、中科院海洋地质与环境重点实验室开放基金、山东省自然科学基金等基金项目联合支持。

论文信息: [Zuxing Chen*](#), [Jiubin Chen](#), [Landry Soh Tamehe](#), [Yuxiang Zhang](#), [Zhigang Zeng*](#), [Xiaoping Xia](#), [Zexian Cui](#), [Ting Zhang](#), [Kun Guo](#). Heavy copper isotopes in arc-related lavas from cold subduction zones uncover a sub-arc mantle metasomatized by serpentinite-derived sulfate-rich fluids. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 2022, e2022JB024910. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2022JB024910>



版权所有 © 中国科学院海洋研究所 鲁ICP备10006911号-6  鲁公网安备37020202001323号
地址: 青岛南海路7号 邮编: 266071 邮件: iocas@qdio.ac.cn 电话: 053282898611 传真: 053282898612
技术支持: 青云软件

