

滇池磷的现代沉积与微生物成矿作用*

Modern Sedimentation and Microbiological Mineralization of Phosphorus in Dianchi Lake

夏学惠 东野脉兴

(化学矿产地质研究院, 河北 涿州 072754)

Xia Xuehui and Dong Ye

(Geological Institute for Chemical Minerals, Zhuozhou 072754, Hebei, China)

摘 要 滇池是世界上磷质来源最丰富的湖泊, 底泥沉积物中 P_2O_5 平均含量达 0.51%, 最高达 1.92%。研究表明, 产生高磷异常的原因, 主要为滇池汇水河流流经大面积磷矿区, 经风化作用被带入滇池的磷质高达几十万吨。进入滇池的磷在解磷菌作用下发生颗粒磷的分解, 分解后的磷酸盐在聚磷菌的吸收、聚集作用下又将磷质富集在湖湾区与湖流抵达滨岸转向减速区的特定环境中。在聚磷菌作用下, 富集的磷酸盐经沉积物覆盖成岩作用后, 最终形成磷酸盐矿物。

关键词 磷循环与富集 微生物成矿作用 滇池湖泊

滇池是云南高原上最大的淡水湖泊, 南北长 40 km, 东西最宽 12.9 km, 水面面积 306 km², 以滇池湖为中心, 群山环抱盆地。滇池为一源头型湖泊, 汇水河流有 20 多条, 流域面积近 3000 km²。滇池南、西、东三面分布大面积寒武纪磷块岩, 每年有大量磷质在物理、化学和生物风化作用下通过河流带入滇池, 尤其近几十年来, 由于大规模开采磷矿以及一些磷化工企业废物排放, 导致进入滇池的磷急剧增加, 每年进入滇池的磷达 31.5 万吨。滇池是世界上磷质来源最丰富的湖泊。

对滇池 0~35 cm 的底泥按一定网度进行采样分析(夏学惠, 2002), 从 P_2O_5 等值线(图 1)上可以看出, 滇池沉积物中磷的含量与分布不均衡, P_2O_5 含量变化在 0.18%~1.92%之间, 平均 0.51%。表层底泥大于 0.51% 的高含量区有 2 个。这两个区一是滇池东南部湖湾区, 其磷异常面积 24 km², 另一是滇池南端湖流抵达滨岸转向减速区, 其面积 40 km²。(P_2O_5 含量达 0.5%, 这在陆地上的地质体也是找磷异常区)。这两个区沉积环境条件与海相磷块岩沉积于海湾、泻湖、上升洋流抵达陆缘低流速减慢(东野脉兴, 1996), 磷等营养物质滞流下来的沉积环境十分类似。

湖水中的磷在不断地发生着各种变化, 同许多其他元素一样, 磷在滇池湖水中的运动可能主要受生物过程的影响。磷对湖中浮游植物的影响很大, 通过对磷与湖水中的浮游植物之间关系

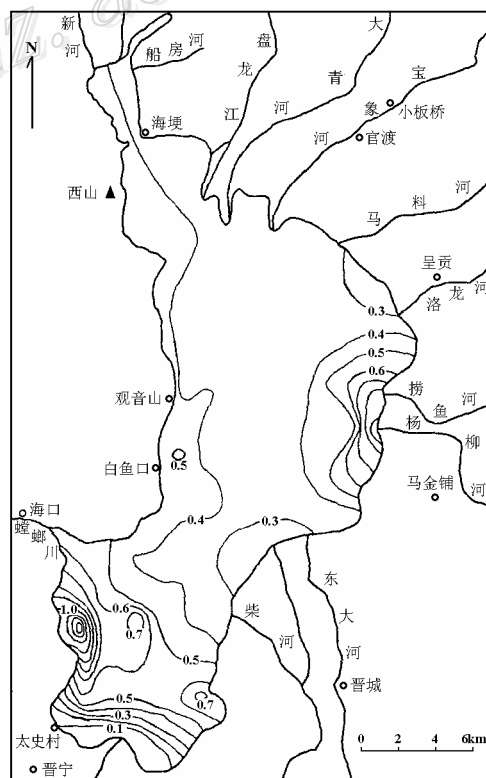


图 1 滇池沉积物中 P_2O_5 等值线图

*国家自然科学基金资助项目(编号 4987204)部分成果

第一作者简介 夏学惠, 男, 1956 年生, 高级工程师, 从事矿床地质与环境地质研究工作。

研究,湖水中磷的转化是受生物控制的,湖水中不能被生物吸收的磷则形成泥状沉积物或被微生物吸收、聚集沉积在底泥中。

对滇池底泥微生物区系与磷循环研究中,发现了能解磷的细菌与能聚磷的两大类细菌(磷细菌)。解磷菌主要有:巨大解磷芽孢杆菌(*B.Megalerum* Var *phosphaticum*)、蜡状芽孢杆菌(*B.Cereus*)、多粘芽孢杆菌(*B.polymyxa*)、蕈状芽孢杆菌(*B.cereus* Var *mycoium*)等。能聚磷的细菌主要有:圆褐固氮菌(*Azotobacter chroococcum*)、枯单芽孢杆菌(*B.Subtilis*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)。检测解磷菌解磷能力发现,培养液中可溶性正磷酸盐的浓度最高达(5.69~8.79 mg/L),表明细菌解磷能力也最高。聚磷菌能过量吸收可溶性磷酸盐在体内合成多聚磷酸盐并积累起来,如假单胞菌能积累的磷酸盐含量可达细菌干重的31%。

通过研究解磷与聚磷细菌的数量、种类、分布及其与底泥、水中磷含量的关系发现,解磷菌种类和数量与底泥难溶磷酸盐的含量成负相关,而与水中的可溶性磷酸盐呈正相关关系,聚磷菌则与之正好相反,其种类与数量与底泥难溶磷酸盐含量成正相关关系。表明解磷菌种类与数量及繁衍量大于聚磷菌时,底质中的磷向水体迁移,反之,水体中的磷向底质迁移、聚集。

值得注意的是两个高磷区底质沉积物中聚磷菌的种类与数量及繁衍量远高于水体的聚磷菌,而低磷区底质沉积物的解磷菌的种类、数量及繁衍量高于水体解磷菌,也就是说两个高磷区磷异常的一个主要原因是聚磷菌的作用,这个发现应当说是提供了自然条件下现代活着的微生物聚集、沉积磷的新的事实。聚磷菌将滇池内的可溶磷通过微生物的同化作用形成有机磷,使磷的含量在聚磷菌内高度富集。当这些高含磷的细菌在环境发生改变,当环境进入还原状态或在硫化物的作用下,聚磷菌死亡,同时发生有机磷的矿化作用,将聚磷微生物体内的有机磷转化为无机磷,这些微生物遗体、无机磷与底泥中的盐基结合,形成磷酸盐矿物沉淀。沉淀在底泥中的磷酸盐主要为水和磷酸钙($\text{Ca}_5\text{OH}(\text{PO}_4)_3$)与水和磷酸铁($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)。这些水和磷酸盐矿物在底泥中是不稳定的,它们在环境改变情况下,又将磷释放到水体中。当聚磷菌作用富集的磷酸盐在条件具备的情况下,经沉积物覆盖成岩作用后,最终形成胶磷矿(碳氟磷灰石)。据此推测在微生物聚磷菌的长期作用下将形成磷块岩矿层。通过滇池磷现代沉积与聚磷微生物作用的研究,进一步论证了古代磷块岩微生物成矿的内再原因。随着滇池磷现代沉积与微生物成矿作用研究的深入,定会将磷块岩生物成矿理论大大向前推进一步。

参 考 文 献

- 夏学惠,东野脉兴,周建民,等.2002.滇池现代沉积物中磷的地球化学及其对环境的影响.沉积学报,20(3):(印刷中).
- 东野脉兴.1996.上升洋流与陆缘坳.化工矿产地质,18(3):156~162.