

• 研究报告 •

# 罗得河积水区地表径流中铝形态的变化

杨 淼<sup>1</sup>, 毕树平<sup>1</sup>, 都思丹<sup>1</sup>, 吴顺年<sup>2</sup>

(1. 南京大学 化学系, 江苏 南京 210093;

2. 南京大学 污染控制与资源化国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

**摘 要:** 美国东部地区的罗得河流域遭受着严重的酸沉降侵蚀, 对流域和内湖生态系统产生了致毒影响。监测地表水和土壤水中的铝形态及浓度变化是问题的关键。该文应用自行设计的改进 MINQL 微机模型对该地区地表径流中铝形态的动力学变化规律进行了分析, 得出有价值的结论。

**关键词:** 美国; 罗得河; 地表径流; 铝形态; 变化

中图分类号: X 517 文献标识码: A 文章编号: 1006-2009(2000)01-0018-02

## Species of Aluminum in Surface Water in Rhode Hydrocele

YANG Miao<sup>1</sup>, BI Shu-ping<sup>1</sup>, DU Si-dan<sup>1</sup>, WU Shun-nian<sup>2</sup>

(1. Department of Chemistry, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China;

2. National Laboratory of Pollution Control and Resourcement in Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China)

**Abstract:** Acidic erosion in Rhode area in East USA is very serious, which is toxic to ecosystem of the area and lakes. The key of the problem is to monitor species and concentration of Aluminum in surface and soil water. The paper presented valuable conclusion by self designed PC moder of MINQL for the analysis of dynamic law of Aluminum in surface water.

**Key words:** USA; Rhode River; Surface water; Aluminum species; Changes

美国东北部地区的酸沉降一直是重要的环境问题<sup>[1]</sup>。近 20 年来, 切萨皮克海湾 (Chesapeake Bay) 地区也遭受到严重的酸沉降侵袭, 并在 1985 年~ 1988 年达到最严重时期<sup>[2]</sup>。环境酸化会导致土壤养分流失, 致使森林生长缓慢、枯黄以至死亡。酸化的另一个直接恶果就是土壤中铝的大量溶出。植物根系被动吸收了土壤中的酸性铝, 过量的铝将破坏植物细胞中某些细胞激素的分泌, 严重干扰植物新陈代谢的正常进行, 使植物根的生长受到抑制。铝的毒性主要取决于铝在土壤中的存在形态。研究表明:  $Al^{3+}$  和羟基铝  $Al-OH$  ( $Al(OH)^{2+}$ 、 $Al(OH)^{\frac{1}{2}}$ ) 是致毒形态, 而有机铝  $Al-Organic$  和氟铝  $Al-F$  络合物则可以降低毒性。罗得河是美国东部切萨皮克海湾的一个支流, 1986 年地表水中的铝浓度曾高达  $300 \mu g/L$  ( $pH < 4$ )。为此应用 MINQL 微机模型, 分析考察该积水区地表径流中铝形态的动力学变化规律, 进而判断是由  $H^+$  还是由铝毒造成该地区的森林枯萎。

### 1 研究场地和方法

罗得河积水区位于美国华盛顿市东部, 切萨皮克海湾西海岸, 占地  $2286 \text{ km}^2$ , 其中 62% 为森林, 23% 为农田, 12% 是牧场, 3% 是沼泽地; 土壤是富含营养的含沙沃土 (以  $Al-Si$  矿物质为主)<sup>[3]</sup>。自 70 年代以来, Smithsonian Environmental Research Center 已在此地区建立了数十个水质监测站, 定期采集、测定和分析罗得河积水区地表水中水质参数。该文以 1986 年秋季至 1987 年夏季的水化学数据为分析典型, 考察罗得河积水区地表径流中铝形态的变化规律。采用化学平衡模式计算方法, 微机模型自行设计<sup>[4,5]</sup>。输入参数为  $C_{Al}^*$ ,  $C_F^*$ ,  $C_{SO_4}^*$ , DOC, pH 以及温度。基本化学平衡方程为:

$$C_{Al}^* = [Al^{3+}] + [Al-OH] + [Al-F] + [Al-Organic] + [Al-SO_4]$$

收稿日期: 1999-07-12; 修订日期: 1999-11-10

基金项目: 中美自然科学基金国际合作项目 (2961012-0360)

作者简介: 杨 淼 (1975-), 男, 江苏南京人, 助教, 大学, 已发表论文 2 篇。

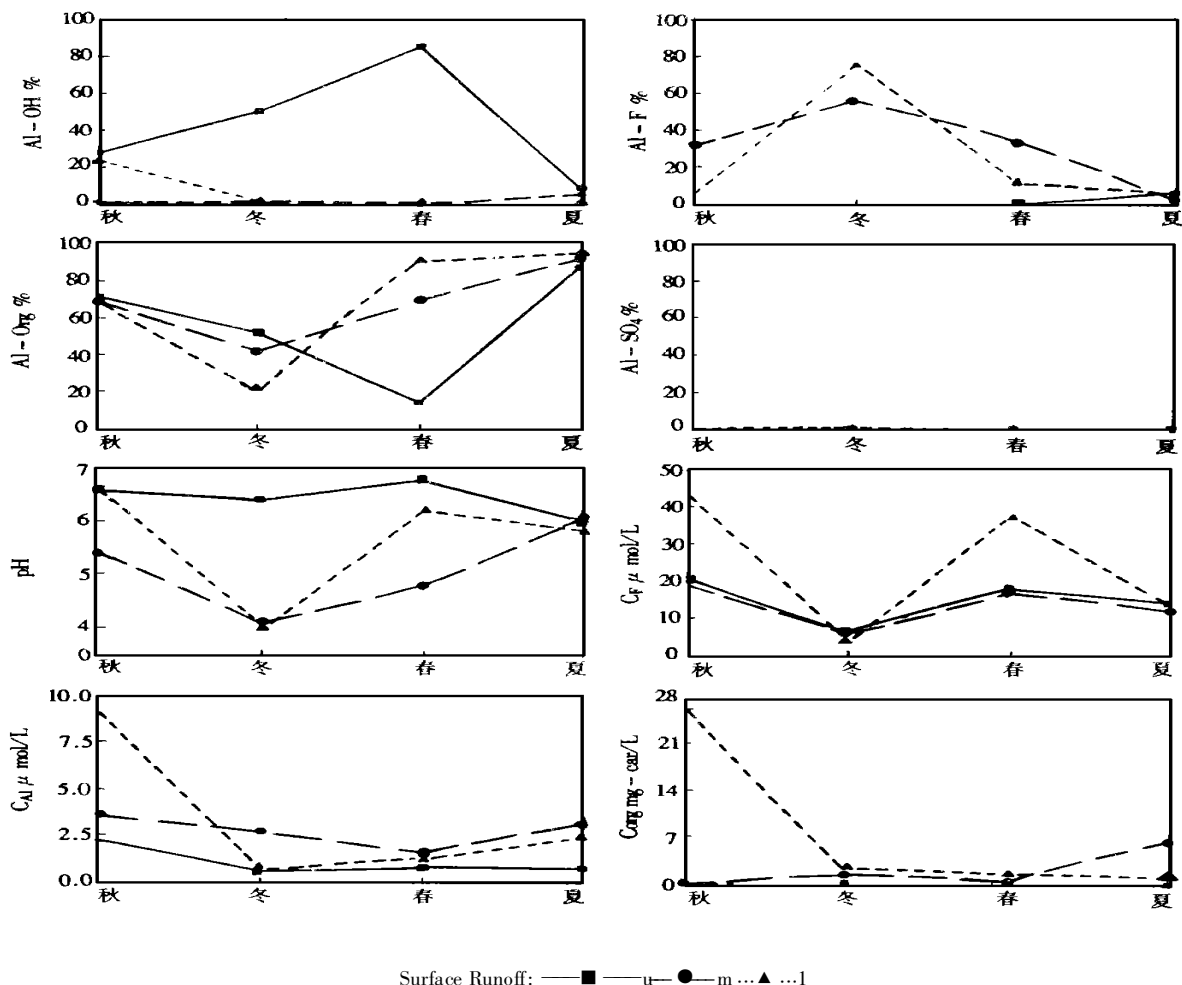


图 1 地表径流中铝形态变化的动力学研究

(距离地表的采样深度: u—upper, 0 cm; m—middle, 10 cm; l—lower, 25 cm) \* 1(car-mg/L) = 1/9.72(mg/L C)

## 2 结果与讨论

图 1 为罗得河积水区地表径流中水化学参数及铝形态分布的变化。结果表明, 尽管有时 pH 值很低 (< 5), 酸化严重, 但由于该积水区总铝度不高 (大都小于  $4 \times 10^{-6}$  mol/L), 氟浓度较高以及地面覆盖着大量的森林植被所产生高浓度的有机酸, 使得地表径流中的铝主要以 Al- Org 有机铝和 Al-F 氟铝络合物形态存在, 致毒铝形态 ( $Al^{3+}$  及 Al-OH 羟基铝形态) 的浓度并不高, 小于其致毒临界阈值  $5 \times 10^{-6}$  mol/L<sup>[6]</sup>。因此, 美国东部罗得河积水区环境酸化主要是由  $H^+$  引起, 铝毒尚未产生严重危害。此结论为该地区环境保护政策的制定提供了科学依据。

## [参考文献]

- [1] Sposito G. The Environmental Chemistry of Aluminum [M]. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc. 1995(2<sup>nd</sup>Ed).
- [2] Jordan T E, Correll D L, Weller D E, Goff N M. Temporal variation in precipitation chemistry on the shore of the Chesapeake Bay [J]. Water, Air and Soil Pollution, 1995, 83: 263~ 284.
- [3] Correll D L, Miklas J J, Hines A H, Schafer J J. Chemical and biological trends associated with acidic atmospheric deposition in the Rhode River watershed and estuary [J]. Water, Air and Soil Pollution, 1987, 35: 63~ 86.
- [4] Correll D L. Watershed Research Perspectives [M]. Washington DC, 20560: Smithsonian Institution Press, 1986.
- [5] Bi S P, Du S D, Correll D L. Estimation of aluminum speciation in surface waters of low ionic strength by a simple computer model [M]. International J. of Anal Chem, 1997, 68: 479~ 495.
- [6] Bi S P. Investigation of the factors influencing aluminum speciation in natural water equilibria with the mineral phase gibbsite [J]. Analyst, 1995, 120: 2033~ 2039.