

放射性锶和铯在石灰性土壤上的吸着和解吸

杜金洲 董文明 丁国柱 陶祖贻

(兰州大学现代物理系, 兰州 730000)

范重秀

(甘肃省兰州农业学校, 兰州 730020)

用 $^{85,89}\text{Sr}$ 和 ^{134}Cs 作放射性示踪剂,采用静态平衡法和选择性提取法研究了痕量锶和铯在石灰性土壤及其固相组分碳酸钙、有机质上的吸着和解吸,讨论了石灰性土壤中碳酸钙和有机质对整个土壤吸着的贡献,以及吸着-解吸滞后作用。

关键词 $^{85,89}\text{Sr}$ ^{134}Cs 吸着 解吸 石灰性土壤

积聚在表层土壤上的放射性锶和铯对人类的危害,在很大程度上取决于它们在土壤上的吸着和解吸性质,即土壤的保持能力。因此,近年来这方面的报道很多^[1-3]。本文旨在用放射性示踪剂 $^{85,89}\text{Sr}$ 和 ^{134}Cs 及静态平衡法测定痕量锶和铯在广泛分布于甘肃省的石灰性土壤上的吸着和解吸等温线,用选择性提取法^[4]从原土壤中除去碳酸钙和有机质,并测定它们在已处理土壤上的吸着等温线,以判断石灰性土壤中的碳酸钙、有机质等固相组分对原土壤吸着的贡献,以及吸着-解吸滞后作用。

1 实验部分

1.1 土壤样品和放射性示踪剂

按标准方法采集甘肃省庆阳县冉塄村的表层耕作土(0—20cm),属石灰性土壤的黄绵土,碳酸钙质量分数为16.4%,阳离子代换量5.30mmol/hg,有机质质量分数为0.96%,粘粒质量分数为13%。样品处理方法同文献[5]。原土壤用标准方法^[6]除去碳酸钙或有机物,或两者均除去,得到三种已处理过的土壤。

$^{85,89}\text{Sr}$ 和 ^{134}Cs 分别以碳酸盐和氯化物形态购自中国原子能科学研究院。前者用盐酸溶解,用G-M计数管测量其 β 放射性活度;后者用蒸馏水溶解,用井形NaI(Tl)晶体测量其 γ 放射性活度。

* 核工业科学基金资助项目

收稿日期:1995-07-04 收到修改稿日期:1996-04-23

1.2 实验方法

实验方法同文献[5],在铯和铷的实验中,固(g)、液(ml)比分别为1:10和1:50。固液两相振摇时间为2h,然后放置14 h。预备实验证明2 h后可得恒定的吸着量(Γ , $\mu\text{mol/g}$)。解吸实验方法是在离心分相后,移去一半体积上层清液,然后加入等体积1mmol/l CaCl_2 溶液,以后的实验方法与吸着时相同。

2 结果和讨论

2.1 放射性铯的吸着和解吸

图1(a)为在 20°C , $\text{pH} = 7.8 \pm 0.2$, CaCl_2 浓度为1mmol/l水溶液中,铯的浓度范围0— $11\mu\text{mol/l}$ 条件下的吸着及解吸等温线。由图1(a)可见,在本文所用土壤及实验条件下,两条等温线在实验误差范围内是一致的。由此可见,在实验浓度范围里,在吸着及解吸相同时间标度内,可以忽略土壤对Sr的吸着-解吸滞后作用。

图1(b)为在与图1(a)相同条件下,铯在原土壤上和和除去了碳酸钙、除去了有机质、两者均除去的三种处理过的土壤上的吸着等温线。由图1(b)可见,与原土壤相比,在实验浓度范围内,除去 CaCO_3 后, Γ 值略有升高;除去有机质后, Γ 值略有降低;两者均除去后,吸着等温线与原土壤的在实验误差范围内一致。由此可以认为,原土壤中的 CaCO_3 对吸着铯的贡献较小,而有机质的贡献较大。

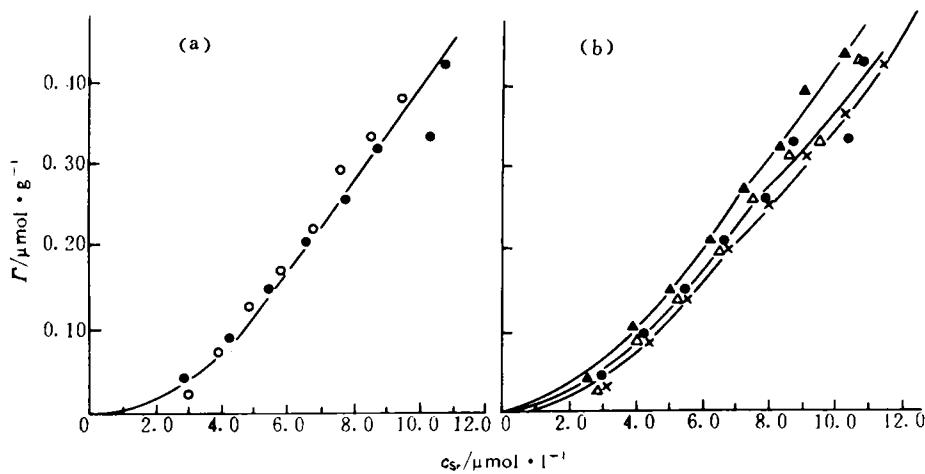


图1 铯在土壤上的吸着等温线和解吸等温线

- 未处理原土壤上的吸着, ○——未处理原土壤上的解吸, ▲——除去 CaCO_3 的吸着,
×——除去有机质的吸着, △——除去 CaCO_3 和有机质的吸着

2.2 放射性铯的吸着及解吸

图2给出了在 20°C , $\text{pH}=7.8\pm 0.2$, CaCl_2 浓度为 1mmol/l 的水溶液中,铯浓度范围为 $5\text{--}30\mu\text{mol/l}$ 条件下的吸着和解吸等温线。由图2可见,Cs与Sr不同,在本实验条件下,在吸着及解吸相同时间标度内,Cs有明显的吸着-解吸滞后作用。图2还给出了三种已处理过土壤上的吸着等温线。它们均在实验误差范围内与原土壤一致。由此可以认为,Cs与Sr不同,它在 CaCO_3 、有机质与原土壤中其他固相组分上的吸着均十分接近。

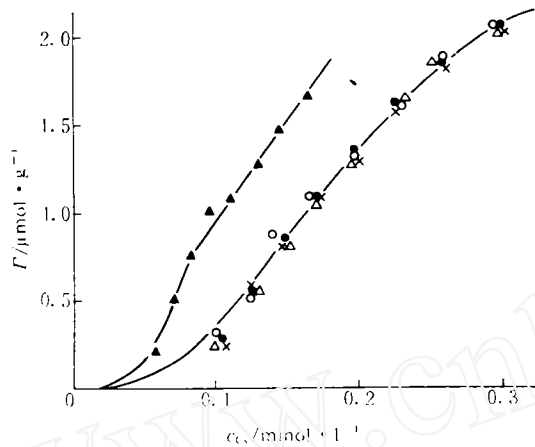


图2 铯在土壤上的吸着和解吸等温线

●——未处理原土壤上的吸着,▲——未处理原土壤上的解吸,○——除去 CaCO_3 后的吸着,
×——除去有机质后的吸着,△——除去 CaCO_3 和有机质后的吸着

3 结 论

(1)在石灰性土壤中,放射性铯和锶的保持能力主要不是来源于碳酸钙及有机物。

(2)痕量铯在石灰性土壤中有吸着-解吸滞后作用,而痕量锶则没有,这是石灰性土壤保持铯能力大的主要原因。

(3)本文所用的选择性提取法,可以用来判断土壤中各固相组分在整个土壤吸着金属中的各自的贡献。但必须考虑到,在提取过程中比表面、表面电荷可能发生变化,以及各固相组分间的相互作用。

参 考 文 献

- 1 Ohnuki T. Sorption Characteristics of Cesium on Sandy Soil and Their Components. *Radiochim Acta*, 1994, 65(1):75.
- 2 Hiroshi Y, Shigeo U. Statistical Approach for the Estimation of Strontium Distribution Coefficient. *Environ Sci Technol*, 1993, 27(12):2462.
- 3 Ohnuki T. Sorption Characteristics of Strontium on Sandy Soil and Their Components. *Radiochim Acta*, 1994, 64(3/4):237.
- 4 Daviod AL, Pau YP, William CK, et al. Sorption of Atrazine on Soil Clay Components. *Eviron Sci Technol*, 1994, 26(6):1054.

- 5 常 征,杜金洲,岳肃俊,等.用 ^{160}Tb 示踪法研究稀土元素铽在石灰性土壤上的吸着.核化学与放射化学,1996,18(1):52.
- 6 Klute A. Methods of Soil Analysis;Part I—Physical and Mineralogical Methods. Second Edition. Madiso Wisconsin, American Society of Agronomy. U. S. A, 1986. 91—100.

SORPTION AND DESORPTION OF RADIOSTRONTIUM AND RADIOCESIUM ON CALCAREOUS SOIL

Du Jinzhou Dong Wenming Ding Guozhu Tao Zuyi

(*Department of Modern Physics, Lanzhou University, Lanzhou 730000*)

Fan Zhongxiu

(*Lanzhou Agriculture School of Gansu Province, Lanzhou 730020*)

ABSTRACT

Sorption and desorption isotherms of radiostrontium and radiocesium on the untreated calcareous soil and three treated soils are determined by batch method at 20°C , $\text{pH} = 7.8 \pm 0.2$ and in the presence of 1mmol/l CaCl_2 . The calcium carbonate and the organic matter are removed by HAC-NH₄AC and 30% H₂O₂ treatments respectively, and both the solid components are removed by the sequential treatments. The effect of different components on the retention of Sr and Cs is investigated.

Key words Radiostrontium Radiocesium Sorption Desorption Calcareous soil