

# 沼泽湿地剖面水原位采集方法研究

丁维新 蔡祖聪 李小平

(中国科学院南京土壤研究所土壤圈物质循环开放研究实验室 南京 210008)

**摘 要** 提出了一种新型的沼泽湿地剖面不同层次水分的原位采集装置和采样方法。此方法采集水样时既不扰动沼泽剖面和沼泽水,又可保证所采集的水样始终处于全封闭状态,不与空气接触,确保所采水样具有原位性和原始性。

**关键词** 水分采集装置;沼泽湿地;原位采样方法

**中图分类号** X511

湿地是陆地生态系统的重要组成部分,是大气CO<sub>2</sub>的C贮存库之一,总量达50~260Pg<sup>[1]</sup>,占陆地C总贮藏量的15%,但是湿地也是温室气体甲烷的重要来源,每年排放甲烷量占全球甲烷排放总量的20%,并且主要来自沼泽<sup>[2]</sup>。因此开展沼泽甲烷产生、氧化和排放的研究,对阐明沼泽甲烷排放规律,进而可以为科学地管理沼泽提供理论依据。然而由于受沼泽特殊剖面层次组成的限制,目前国内尚缺乏成熟而可靠的技术用于采集沼泽地下水,通常只对沼泽表层静水开展研究<sup>[3,4]</sup>。为了全面了解沼泽不同层次中水分的组成特征、化学行为及其动态变化规律以及与甲烷排放的关系,我们依据研究要求,设计了沼泽地下水原位采集装置,以此系统地研究沼泽甲烷排放的机理。

## 1 新型采集装置设计的必要性

现今常用2种方法采集地下水:一是用土钻以一定倾斜角度(通常为60°)钻孔到土壤剖面的一定深度,放入砂滤管,注入硅粉,防止砂滤管堵塞,然后再注入泥浆、密封钻孔<sup>[5]</sup>;二是用土钻钻孔或直接用人挖掘土壤剖面形成小型采样水井的方法来采集水样<sup>[6]</sup>。显而易见,上述采样方法存在明显的缺点:一是埋设砂滤管工作量大,在沼泽湿地钻孔并保持钻孔完整不容易;二是破坏剖面土壤原有的形态特征特别是土壤容重,无法正确再现剖面中地下水的原有特性;三是采样井中由于无土壤或根系,使得上下不同层次水易于扩散和混合。

沼泽形成的共同特点是底部有一个质地粘重的

不透水土壤层或地下水位过高,使得地表以上出现滞水层,整个草根层逐渐被水分饱和,久而久之形成并保持长期而稳定的积水环境,最终发育成典型沼泽。沼泽剖面典型层次有活根层和腐殖质层或泥炭层组成,有的沼泽在腐殖质层和潜育层之间还存在着净水层,不具有承重能力,人类在沼泽表面活动不仅会扰动沼泽地表水和整个剖面,而且会破坏沼泽的原有剖面结构。由于受采样方法的制约,目前只局限于对沼泽表层水的研究<sup>[3]</sup>,而很少涉及沼泽内部物质循环规律和养分、微生物的动态变化特征。因此假如没有采样方法的突破,就很难对沼泽剖面开展原位动态研究。

## 2 新型采样装置组成和优点

整个采集器由4部分组成:抽水针筒、三通阀、不锈钢采样针和采样针保护套(图1)。图中A为医用针筒,主要功能是产生负压和临时储存水分,大小依据需要采集水样的多少而定;B和D为高弹性的硅橡胶管,其中B的一端用高弹性的硅胶堵头堵塞,以便针尖插入抽水;C为密封性能极高的有机玻璃三通阀,采样时可用于排放不锈钢采样针中残留的水,平时则起隔绝地下水与大气;E为外径3mm、内径2mm的不锈钢采样针,下部钻有一定数目的进水孔(直径为1mm),是整个装置的核心部件,为水分自地下层次到达地面提供通道,长度则依据所采水样的深度而定,F为100~300目的纱网,起防止土壤和植物残体等堵塞进水孔的作用;G为不锈钢采样针保护套,起防止纱网从采样针上脱落

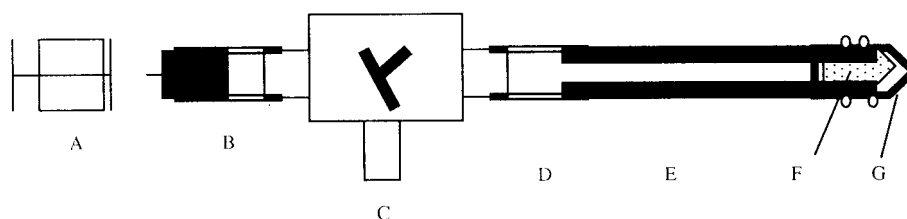


图 1 试验装置示意图

Fig. 1 Schematic design showing the experimental device

当把不锈钢采样针插入到沼泽所要采样的深度并抽动针筒时,相应层次的水就会通过采样针自动地到达针筒中。由于采样后不锈钢采样针中残留有水样,因此每次采样前应该首先挤压针筒通过三通阀排除残留水,然后再开始采集。如果采集的水样用于分析水中的气体含量,则需要注入抽真空的瓶中,并尽快放入冰箱冷冻,直止分析;如做常规分析,应在采样后立接进行。

与以往采样方法相比,此方法具有如下优点:(1)由于不锈钢采样针很细而抽水时所给的负压较小,因此整个采样过程都不会明显扰动沼泽植物、草根层和沼泽剖面不同层次的水,确保水样的原位

性;(2)在整个采样过程中,水分一直处于封闭状态,不与空气接触,确保水样的原始性;(3)试验布置和采样过程的工作量小,工作时间短,效率高;(4)采样器结构简单,便于携带。

### 3 应用实例和效果

为了验证该采集装置在沼泽剖面不同层次水样采样过程中的可行性、可靠性和使用效果,于 2001 年 7 9 月之间在中国科学院三江平原沼泽湿地生态试验站开展了沼泽甲烷浓度的剖面分布特征研究。同时也把该装置运用到旱地土壤剖面不同层次空气的采集。

表 1 毛果苔草和乌拉苔草沼泽剖面不同层次水样中甲烷浓度差异比较 ( $\mu\text{mol/L}$ )Table 1 Comparison between *Carex lasiocarpa* and *Carex meyeriana* in methane concentration in profile porewater

深度 (cm)	毛果苔草(M)	变异系数(%)	乌拉苔草(W)	变异系数(%)	M 与 W 差异比较
5	44.3±8.7a	19.64	17.7±7.5a	42.37	*
10	74.5±9.1a	12.21	18.4±3.4a	18.48	
15			96.5±7.2b	7.46	
20	195.5±16.5bc	8.44	169.5±6.4c	3.78	*
25	215.0±8.9cd	4.14	181.1±6.5c	3.59	*
30	219.4±8.4d	3.83	185.1±12.7c	6.86	**
35	219.7±10.5d	4.78	152.6±37.6c	24.64	*
40	214.5±10.7cd	4.99	167.7±19.9c	11.87	**
45	199.9±13.6bcd	6.80	159.1±25.0c	15.71	*
50	197.1±10.4bc	5.28	103.0±44.0b	42.72	**
60	186.3±10.9b	5.85			

\*和\*\*分别代表差异达到显著 (<0.05%) 和极显著 (<0.01%) 水平。

试验在每一类沼泽和林地土壤上设置了 4 个采样点并进行连续 3 天的采样,因此每 1 个样点的每一层次都得到了 3 个水样或气样,即每种类型沼泽或林地土壤各有 12 批数据供分析统计。表 1 给出了毛果苔草沼泽和乌拉苔草沼泽剖面中甲烷浓度的剖面分布特征。由表 1 可知,尽管采样时设定的沼泽剖面层次的间距仅为 5cm,但是甲烷浓度在剖面不同层次中的分布存在着明显的差异,方差分析表明达到显著水平,而同一层次不同重复之间的变异系数较小,差异不显著(表 2)。当比较 2 类沼泽同一

层次之间甲烷浓度时,发现也存在着明显的差异,说明二类沼泽产甲烷能力是完全不同的。整个试验初步表明该采样器比较成功地采集到了沼泽剖面不同层次的水样,同时也说明整个采样过程未对沼泽原始状态产生明显的扰动。图 2 显示了林地土壤剖面不同层次中土壤空气甲烷浓度的变化特征。方差分析也表明,不同层次空气中的甲烷含量存在着显著的差异,说明该采样装置同样适用于旱地土壤剖面不同层次空气的采集。

表 2 沼泽剖面不同层次水样和林地土壤剖面不同层次气样中甲烷浓度的方差分析

Table 2 Variance analysis of methane concentration in profile porewater samples of marshes and in profile air samples of forest soil

剖面类型	变因	自由度	平方和	均方	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
毛果苔草	层次间	9	144007.2	16000.8	80.69***	2.25	3.14
	层次内	3	1428.5	476.16	2.40	2.96	4.6
	误 差	27	5353.95	198.29			
	总变异	39	150789.7				
乌拉苔草	层次间	9	121892.9	13543.66	13.33***	2.3	3.25
	层次内	3	4827.57	1609.19	1.58	3.01	4.72
	误 差	24	24386.43	1016.10			
	总变异	36	151106.9				
林地土壤	层次间	7	3.58	0.511	15.16***	2.49	3.65
	层次内	3	0.22	0.072	2.14	3.07	4.87
	误 差	21	0.71	0.033			
	总变异	31	4.50				

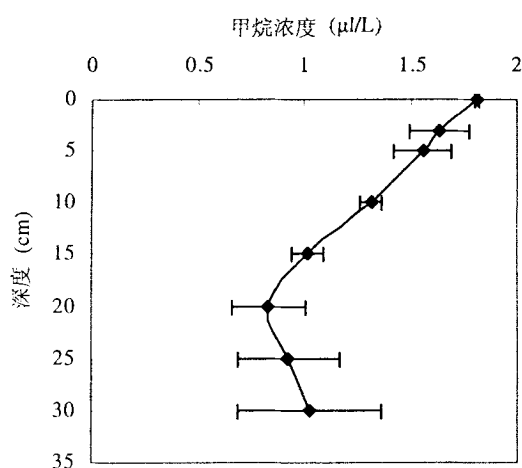


图 2 林地土壤空气中甲烷浓度的剖面变化特征

Fig. 2 Vertical variation of methane concentration in the profile of forest soil

## 参考文献

- 1 Houghton RA. Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850. In: Lal R, Kimble J, Levine E, Stewart BA. eds. Soils and global change. CRC Press, Inc., Boca Raton, London, Tokyo, 1995, 45~65
- 2 Bartlett KB, Harriss RC. Review and assessment of methane emissions from wetlands. Chemosphere, 1993, 26: 261~320
- 3 杨永兴, 王世岩等. 三江平原湿地生态系统 P、K 分布特征及季节动态研究. 应用生态学报, 2001, 12: 522~526
- 4 孙广友主编. 横断山区沼泽与泥炭. 北京: 科学出版社, 1998, 82~112
- 5 王维君, 蔡祖聪, 何立涛. 介绍一种原位采集土壤溶液的方法. 土壤学报, 1995, 32 (增 2): 232~235
- 6 王春鹤, 曾建平, 宋德人等. 三江平原沼泽湿地区环境水文地质初探. 见: 黄锡畴主编, 中国沼泽研究. 北京: 科学出版社, 1988, 126~133

## AN IN-SITU SAMPLING METHOD FOR POREWATER IN MIRE PROFILE

Ding Weixin Cai Zucong Li Xiaoping

(LMCP, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

**Abstract** A new in-situ sampler and method for sampling porewater in mire profile and gases in upland soils are devised. The sampler includes four parts: a syringe, a three-way valve, a stainless steel capillary and a capillary end protector for preventing soil and/or plant residue to block the inlet. By using this sampler, porewater can be sampled from different layers of a profile not only without disturbing either the profile or the porewater therein, but also with the samples completely intact from air during the sampling process, thus ensuring the collected porewater real representative of the mire profile porewater consequently it can be used in a series of studies on such as mechanism for methane production, oxidation and emission.

**Key words** Sampler, Mire wetland, In situ sampling method