

环境科学

内蒙古草地挥发性有机物的预研究

白建辉¹ 王庚辰¹ Bradley Baker² Lee Klinger³ 李庆军⁴ 王永峰⁴(中国科学院大气物理研究所中层大气与全球环境探测开放实验室¹, 北京 100029;South Dakota School of Mines and Technology², Rapid City 57701 USA; National Centerfor Atmospheric Research³, Boulder 80307 USA; 中国科学院西双版纳热带植物园⁴, 昆明 650223)

摘要 内蒙古草原挥发性有机物的研究在大气化学、大气环境领域具有重要的作用。2001年夏季,利用便携式光离子化检测器以及采样仪器对于内蒙古草原的一些优势草种进行了测量,得到了对内蒙古草原挥发性有机物的初步认识。

关键词 内蒙古草原 挥发性有机物 异戊二烯

中图分类号 X511; **文献标识码** A

大气中化学成分的组成是全球环境中的一个重要组成部分,观测发现痕量气体正在发生相当快的变化^[1]。研究表明,全球每年非甲烷挥发性有机物的90%以上来源于植物的排放^[2]。挥发性有机物(VOC)在城市、乡村大气化学和光化学、臭氧以及光化学烟雾的形成、有机气溶胶的形成等方面有重要作用。由于化学成分和树木种类数量非常庞大,造成生物VOC源的特征比较复杂,这样,植物VOC的研究就集中在主要的碳氢化合物排放(如异戊二烯和一些单萜烯)以及温带的主要树种方面^[3]。国外科学家开展VOC方面的研究比较早,许多单位如美国的国家大气研究中心(NCAR)、麻省理工学院(MIT)等均做了大量的研究工作,Guenther的VOC模式一直被广泛引用。我国很多单位的科学家和学者近年来在VOC方面也开展了大量的研究工作^[4-8],对我国不同地区、典型树种VOC(主要包括异戊二烯和单萜烯)的排放通量做了测量和调查;但是,与国外相比还远远不够。目前,对尚未研究的内蒙古温带半干旱草原开展VOC排放通量的研究,由于它在全球尺度上的典型代表性及其不可替代性,无疑将具有重要的意义和科学价值。草原大气化学成分的组成是怎样的?草地利用及其畜牧业发展等的变化将对草原大气化学成分排放带来怎样的变化?控制草原VOC排放的物理和化学过程又是怎样的?哪些过程

是决定性的以及VOC的排放通量与这些过程间的相互关系如何?这一系列的问题都有待解决。这里有很多过程与树木VOC的排放明显不同,而且也更加复杂,其排放通量比森林较小,这也是草地VOC排放研究比较少的原因之一。因此,需要对草原VOC的排放过程以及控制因子进行综合监测和研究,找出并确定草地生态系统VOC排放的主要成分和控制因子,以最终确定草原VOC的排放特征和变化规律,为估算目前和将来草地生态系统VOC的排放提供坚实的实验基础和理论依据。2001年7月16—26日,我们到中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站进行了短期的科学实验,得到了对一些草种是否排放VOC的初步认识。

1 实验仪器及初步结果

此次所用的仪器由美方科学家携带的PID(便携式光离子化检测器)以及大气气体采集系统,主要包括封闭采样箱、自动控制部分、采样管、温度和光合有效辐射传感器、多参数自动显示和记录装置等等。PID仪器的使用一般是大气温度在25—30℃,光合有效辐射大于 $700 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的条件下,VOC排放速率是以排放潜势(emission potential)给出的。在利用PID测量草种VOC的排放速率时,分三种情况:(1)首先是直接测量某一草种一些叶片VOC的排放速率;(2)然后用反射光而不透光的材料将要采样的草的叶子罩严,测量黑暗条件下其VOC的排放速率;(3)最后是采集某一草种的一些叶片,并将其揉碎,在黑暗条件下迅速测量其VOC

的排放速率。此次实验期间,我们对内蒙古中国科学院生态系统定位研究站大针茅样地、嘎松山(草甸草原)一些优势草种 VOC 的排放做了初步调查。表 1 给出对一些草种 VOC 在情况 1 和情况 3 两种情况下的测量结果。

表 1 草种 VOC 排放的测量结果

拉丁名称	中文名称	情况 1	情况 3
POL DIV	叉分蓼	0	186
LEO LON	长叶火绒草	0	93
SER CEN	麻花头	0	93
AST ADS	斜茎黄芪	0	279
IRI DIC	囊花鸢尾	0	0
OXY MYR	多叶棘豆	93	93
STE CHA	狼毒	46	46
THE LAN	披针叶黄华	0	139
STI BAI	贝加尔针茅	0	93
AST ALP	高山紫菀	0	470
GAL VER	蓬子菜	0	93
THA PET	瓣蕊唐松草	0	93
SAR KOR		0	超量程
LEY CHI	羊草	0	1684
CAR KOR	黄囊苔草	43	139
STI GRA	大针茅	46	279
FIL SIB	线叶菊	46	超量程
CLE SQU	糙隐子草	93	325
PAT ROP	岩败酱	46	139
KOC PRO	木地肤	0	0
ART FRI	冷蒿	0	超量程
CAR MIC	小叶锦鸡儿	0	0
SAN OFF	地榆	0	186
AGR MIC		0	232
SCU BAI	黄芩	46	93
SAL COL	猪毛菜	0	0
MEL RUT	扁蓿豆	0	139
HAP DAU	草芸香	909	232
ART POB		0	超量程
CYM DAH	芯芭	0	0
CLE HEX	棉团铁线莲	46	186
OXY HIR	硬毛棘豆	0	139
ALL TEN	细叶葱	0	139

情况 1 中得到的是一些对光有依赖的 VOC 的排放,如异戊二烯、萜烯、含氧的 VOC 等。情况 1 与情况 2 的差给出对光有依赖的异戊二烯的排放速率,情况 3 给出的是储存的 VOC(stored VOC)的排放速率,如萜烯。

在情况 2 的测量中,绝大部分草种 VOC 的排放均未测到,所以表 1 中未给出,只有草芸香的测量值为 46。从表 1 我们看到,草地 VOC 的排放有一部分是依赖于光合有效辐射的,大部分草种都有储存的 VOC。对比情况 1 与情况 3 可以发现,某些草的叶子被揉搓后,其 VOC 的排放速率明显增大。实验中还发现,将某些草种的叶子搓揉得越厉害,即破坏程度越严重,其 VOC 的排放速率越大,甚至超过仪器测量量程。这说明,大部分草种 VOC 的排放与草叶是否被破坏以及破坏程度有很大关系,也即意味着与人类对草场的利用以及利用程度密切相关,它涉及到草场是否有牛羊等动物的放牧、践踏以及放牧、践踏程度等等。因此,初步的认识是人类对于草场的利用程度对草地 VOC 的排放有直接而且非常重要的影响。当然,对于我国草地 VOC 排放的准确定量测定需要进一步的研究。目前的工作,还只是很初步的。PID 仪器与气相色谱仪的对比研究表明,PID 对于确定排放异戊二烯植物的准确率为 96%,对于确定不排放异戊二烯植物的准确率为 94%^[11]。从 PID 仪器测量值可以初步判定异戊二烯的高排放者(测量值大于 50,未标定的 PID 之值)和低排放者(测量值小于 50,以及大于 10)。因此,PID 的测量结果可以为今后的工作提供依据。从表 1 还可以发现,有一些草种没有 VOC 的排放,既没有依赖于光的 VOC 排放,也没有储存的 VOC 的排放。因此,它们不是今后研究的主要内容。实验期间,利用美国国家大气研究中心(NCAR)提供的小型箱式采样系统,对于一些草种 VOC 的排放进行了采样,所采气体样品储存于不锈钢的采样管内,并低温保存,然后在 NCAR 的实验室进行分析。从初步的分析结果来看,大部分草种 VOC 的排放都非常小。因此,在今后的研究工作中,以箱方法为主来研究我国草地 VOC 的排放可能是比较好的方法,而且采样箱尺寸以及罩箱时间的选择是一个非常重要的关键因素。

2 讨论

通过中美双方科学家在内蒙古草原的初步考察,对于内蒙古草原不同类型、具有典型代表性的优势草种是否有 VOC 的排放进行了初步测量和气体样品采样。目前,已经基本上了解了哪些草种具有 VOC 的排放,虽然此次实验的结果只是初步的。同时了解到草地 VOC 的排放与人类对草场的利用程度有密切关系,

这些为将来进一步的研究奠定了良好的基础。内蒙古草原草地生态系统 VOC 排放通量的准确确定,以及控制其 VOC 排放过程的重要因子如温度、辐射等参量与排放通量之间的关系,将是未来研究的主要内容。由于内蒙古草原在全球的独特地理位置和典型的代表性,对于这一尚未研究区域进行 VOC 排放通量、排放规律的研究,在大气化学、大气环境等领域将具有重要的意义和价值。

参 考 文 献

- 1 Brasseur G P, Orlando J J, Tyndall G S. Atmospheric chemistry and globe change. Academic, San Diego Calif, 1998. Newyork Oxford: Oxford Umiversity Press, 1999
- 2 Guenther A. Natural volatile organic compound emission rate estimates for U. S. woodland landscapes. Atmos Environ, 1994;28(6): 1197—1210
- 3 Guenther A, *et al.* A global model of natural volatile organic compound emissions. J Geophys Res, 1995;100(D5): 8873—8892
- 4 李金龙,白郁华,等.油松排放萜烯类化合物浓度的日变化及排放速率的研究.中国环境科学,1994;14(4):165—169
- 5 邵敏,等.北京地区大气中非甲烷碳氢化合物(NMHC)的人为源排放特征.中国环境科学,1994;14(1):6—11
- 6 白郁华,梁宝生,李金龙,等.中国地区植物排放的非甲烷总烃天然源研究.自:周秀骥.中国地区大气臭氧变化及其对气候环境的影响(一).北京:气象出版社,1996:120—127
- 7 徐晓斌,等.中国大陆本底大气 NMHC 的浓度和构成及其与臭氧的关系.自:周秀骥.中国地区大气臭氧变化及其对气候环境的影响(一).北京:气象出版社,1996:67—81
- 8 张福珠,苗鸿,鲁纯.落叶阔叶林释放异戊二烯的研究.环境科学,1994;15(1):1—5
- 9 白建辉,王明星,John Graham,等.森林排放非甲烷碳氢化合物的初步研究.大气科学,1998;12(2):247—251
- 10 白建辉,王明星,John Graham,等.亚热带森林非甲烷碳氢化合物的研究,II. 日变化.气候与环境研究,2001;6(4):456—466
- 11 Klinger L F, Greenberg J, Guenther A, *et al.* Patterns in volatile organic compound emissions along a savanna-rainforest gradient in central Africa. J Geophys Res, 1998;103 (D1): 1443—1454

Prestudy on the Volatile Organic Compound in Inner Mongolia Grassland

BAI Jianhui¹, WANG Gengchen¹, Bradly Baker²,
Lee Klinger³, LI Qingjun⁴, WANG Yongfeng⁴

(Laboratory for Middle Atmosphere Layer and Global Environments Observation, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences¹, Beijing 100029; South Dakota School of Mines and Technology², Rapid City 57701 USA; National Center for Atmospheric Research³, Boulder 80307 USA; Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences⁴, Kunming 650223)

[Abstract] The study on volatile organic compound (VOC) in Inner Mongolia grassland plays important role in atmospheric chemistry and environment. In summer of 2001, the VOC measurements on dominant grasses by hand-held photoionization detector in Inner Mongolia grassland are made, and primary understanding for VOC in Inner Mongolia grassland is obtained.

[Key words] Inner Mongolia grassland volatile organic compound isoprene