

## 灌溉型水库沿岸区甲烷排放特征——以泥河水库为例

刘策, 暴旭, 黄保祥, 明根桑, 柴龙会, 黄璞祎\* (东北林业大学野生动物资源学院, 黑龙江哈尔滨 150040)

**摘要** 为研究灌溉型水库沿岸区的甲烷排放特征,于2010年5~10月采用静态箱-气相色谱法测定了泥河水库沿岸区的甲烷排放通量。结果发现,泥河水库沿岸区的甲烷排放通量为0.08~7.31 mg/(m<sup>2</sup>·h),平均为3.14 mg/(m<sup>2</sup>·h),夏季甲烷排放通量最高。甲烷通量与水温呈显著正相关关系,而与水深呈显著负相关关系。水生植物对甲烷排放的影响不显著。研究表明,灌溉活动引起的水深变化会影响沿岸区的甲烷排放,建议在估算灌溉型水库温室气体排放清单时考虑灌溉活动的影响。

**关键词** 甲烷排放;灌溉型水库;沿岸区

**中图分类号** S181.3;X703 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)31-247-02

## Methane Emission in the Littoral Zone of an Irrigation Reservoir——Nihe Reservoir Case

LIU Ce, BAO Xu, HUANG Bao-xiang, HUANG Pu-yi\* et al (College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

**Abstract** Methane flux in the littoral zone of Nihe reservoir was measured by static chamber-gas chromatogram method from May to October 2010 in order to study methane emission characteristic in the littoral zone in the irrigation reservoirs. The results showed that the methane flux ranged from 0.08 to 7.31 mg/(m<sup>2</sup>·h), average of 3.14 mg/(m<sup>2</sup>·h). Methane emission peaked in summer. The CH<sub>4</sub> flux was positively related to the water temperature and negatively related to the water depth. There were no differences in methane flux between vegetation and vegetation removal regions. The results suggest that methane emission in the littoral zone was affected by water depth change caused by irrigation, and methane emissions in the littoral zone should be considered to accurately estimate carbon gas emissions in irrigation reservoirs such as Nihe reservoir.

**Key words** Methane emission; Irrigation reservoir; Littoral zone

甲烷是引起全球气候变暖的主要温室气体之一,研究不同生态系统-大气的甲烷排放特征是预测全球气候变化趋势的基本前提。目前甲烷排放的研究主要集中在湿地、湖泊等方面<sup>[1-2]</sup>,关于水库,特别是灌溉型水库的甲烷排放研究较少。泥河水库位于黑龙江省兰西、呼兰、绥化交界,处于呼兰河支流泥河的下流,集水区1 515 km<sup>2</sup>,最大水深3 m(丰水期),属于大型(II)平原灌溉型水库。该研究通过测定泥河水库沿岸区甲烷排放通量,分析甲烷排放的影响因子,揭示东北地区平原灌溉型水库的甲烷排放特征,为评价水库的生态效益,优化管理模式,减少温室气体排放提供理论依据和数据支持。

## 1 材料和方法

**1.1 研究地概况** 泥河水库(46°15' N,126°37' E)位于黑龙江省泥河下游,1978年建成,集水区主要为农田。水库集水区和灌溉区面积分别为1 515和48 km<sup>2</sup>;敞水区面积40 km<sup>2</sup>,平均和最大水深分别为2.6和4.5 m。该区域属典型温带大陆性季风气候,年平均气温3.3℃,年平均降水505.4 mm。灌溉期为每年的5月中旬至8月末。

**1.2 样品的采集** 试验于2010年5~10月,采用静态箱-气相色谱法逐月测定了泥河水库沿岸区的甲烷排放通量。在7~9月水生植物出现期间,试验还测定了去除水生植物的甲烷排放通量,以研究水生植物对甲烷排放的影响。

采样箱为直径40 cm,高30 cm的不锈钢圆筒(1面封底),详见参考文献[3]。采样点测定3个平行样本,采样箱

之间的距离<3 m。罩箱后立即采集气体40 ml,而后每隔10 min采集40 ml气体,连续采集3次,用于气体样品分析。气体样本在24 h内送回实验室进行分析。试验期间每4 h测定1次,持续时间为24 h。数据取24 h内甲烷通量平均值代表该点1 d的平均甲烷排放通量。采样期间,同时测定箱内外的气温、表层水温(水面下5 cm)和气压。

**1.3 样品的分析** 采用北分瑞利 sp2100 气相色谱仪对气体样品进行分析,具体分析条件见参考文献[3]。

**1.4 环境因子的测定** 水温采用 YSI-6600 野外多参数水质分析仪测定。水深采用塞氏盘测定。水生植物的地上生物量采用收割法测定(1 m × 1 m,60℃至恒重)。

**1.5 数据分析** 采用 SPSS 17.0 统计软件进行数据分析。采用 Pearson 相关性分析甲烷通量与环境因子的关系;采用 *T* 检验比较含有水生植物与去除水生植物区域的甲烷通量。

## 2 结果

**2.1 环境因子** 从表1可知,泥河水库沿岸区水温变化范围为2.9~31.0℃。水深从5月15日的1.25 m持续下降,至7月30日~8月27日为干旱期,之后水深显著增加。大型水生植物出现在7月3日至9月18日,优势种类分别为沉水植物马来眼子菜 *P. malaianus*(7月3日至7月17日)和浮叶植物两栖蓼 *P. amphibium*(8月24日至9月18日)。马来眼子菜地上生物量为443~590 g/m<sup>2</sup>,两栖蓼地上生物量为40~87 g/m<sup>2</sup>。10月17日大部分水生植物由于低温而死亡。

**2.2 泥河水库沿岸区甲烷排放通量** 图1显示,泥河水库沿岸区的甲烷通量变化范围是0.08~7.31 mg/(m<sup>2</sup>·h),平均值为3.14 mg/(m<sup>2</sup>·h)。春季甲烷排放通量最低,夏季甲烷排放通量最高,峰值出现在8月24日。Person 相关性分析表明,甲烷通量与水温呈显著正相关( $P < 0.05$ ),与水深呈显著负相关( $P < 0.05$ )。

**基金项目** 东北林业大学大学生创新训练项目(201510225192);中央高校基本科研业务费专项(2572014BA01)。

**作者简介** 刘策(1995-),男,山东枣庄人,本科生,专业:野生动物与自然保护区管理。\*通讯作者,讲师,博士,从事湿地生态学研究。

**收稿日期** 2015-09-29

表1 泥河水库沿岸区环境特征

日期	水温//℃	水深//m	水生植物地上生物量//g/m <sup>2</sup>
05-15	12.0±0.4	1.250	
05-29	20.8±0.8	0.900	
06-15	25.1±1.2	0.350	
07-03	31.0±4.5	0.250	590±43(马来眼子菜)
07-17	24.7±2.7	0.175	443±26(马来眼子菜)
08-24	20.2±1.7*	0	40±14(两栖蓼)
09-18	17.3±2.8	0.300	87±11(两栖蓼)
10-17	2.9±0.5	1.100	

注: \* 由于干旱所测温度为土壤表层温度。

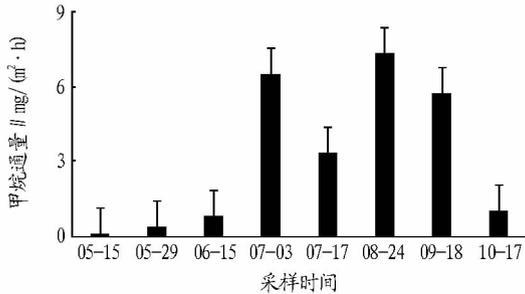


图1 泥河水库沿岸区甲烷通量

**2.3 水生植物对甲烷排放的影响** 图2表明,7月含有马来眼子菜的甲烷通量平均值为4.91 mg/(m<sup>2</sup>·h),略高于去除植物的甲烷通量4.41 mg/(m<sup>2</sup>·h)。8~9月含有两栖蓼的甲烷通量平均值为6.51 mg/(m<sup>2</sup>·h),略低于去除两栖蓼的甲烷通量6.75 mg/(m<sup>2</sup>·h)。T检验表明,含有水生植物与去除水生植物的甲烷通量无显著差异(P>0.05)。

### 3 结论与讨论

**3.1 泥河水库沿岸区甲烷排放通量特征** 泥河水库沿岸区的平均甲烷排放通量为3.14 mg/(m<sup>2</sup>·h),高于北温带地区水库的甲烷通量0.13~2.25 mg/(m<sup>2</sup>·h)<sup>[4]</sup>,说明泥河水库是甲烷排放的源。但是泥河水库沿岸区的甲烷排放通量明显低于其敞水区的甲烷排放通量6.56 mg/(m<sup>2</sup>·h)<sup>[3]</sup>。这一结果表明,在估算灌溉型水库甲烷排放时应考虑沿岸区的甲烷排放特征。

**3.2 泥河水库沿岸区甲烷排放的影响因子** 泥河水库沿岸区的甲烷通量存在明显的季节差异,夏季最高,其次为秋季,

(上接第220页)

方信息对称,促进耕地自愿、高效、公平的流转;有条件的地区应给予农户一定的财力支持。目前,农村耕地流转还停留在初级阶段,流转价格偏低,农户流转意愿尚不强烈,建议地方政府给耕地流转农户以一定补贴,鼓励更多的农户参与耕地流转<sup>[7-11]</sup>。

**3.3 严厉制止侵权行为** 有了法律法规保障,耕地流转可以顺利进行。政府要采取严厉措施,坚决制止侵害农户耕地权益的违法行为,切实解除农户的疑虑。

#### 参考文献

[1] 吉林省统计局. 吉林省2014年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2015-03-23)[2015-09-20]. [http://tjj.jl.gov.cn/tjgb/ndgb/201503/t20150323\\_1959884.html](http://tjj.jl.gov.cn/tjgb/ndgb/201503/t20150323_1959884.html).  
 [2] 胡瑞卿,张岳恒. 不同目标下耕地流转的理论与实证分析[J]. 中国农

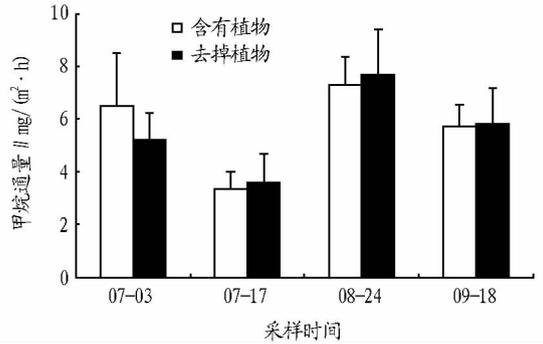


图2 含有植物与去除植物的甲烷通量

春季最低。夏季甲烷的高排放与温度和水深密切相关。研究发现,泥河水库沿岸区的甲烷通量与水温呈显著正相关,与水深呈显著负相关。这一结果说明,夏季高温促进了水体甲烷的产生和排放,是导致夏季甲烷高排放的原因;另一方面,持续灌溉导致泥河水库的水深在夏季最低,而且夏季水体的溶氧较低,使得甲烷在穿过水柱时被氧化的机率减少<sup>[5]</sup>,从而引起夏季甲烷的高排放。

以往研究结果表明,大型挺水植物会促进水体的甲烷排放<sup>[6]</sup>。但是该研究结果发现,含有水生植物和去除水生植物的甲烷通量没有显著差异,这可能与泥河水库沿岸区水生植物生物量较低有关。

#### 参考文献

[1] BOLPAGNI R,PIEROBON E, LONGHI D, et al. Diurnal exchanges of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> across the water-atmosphere interface in a water chestnut meadow (*Trapa natans* L.) [J]. Aquatic botany, 2007, 87: 43-48.  
 [2] SCHRIER-UJIL A P, VERAART A J, LEFFELAAR P A, et al. Release of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> from lakes and drainage ditches in temperate wetlands [J]. Biogeochemistry, 2011, 102: 265-279.  
 [3] 李紫桥,柴龙会,黄璞玮,等. 泥河水库的甲烷排放特征及其影响因子[J]. 黑龙江水利科技, 2014, 42(6): 16-19.  
 [4] ST LOUIS V L, KELLY C A, DUCHEMIN E, et al. Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases to the atmosphere: A global estimate [J]. Bioscience, 2000, 50: 766-775.  
 [5] JACINTHE P A, FILIPPELLI G M, TEDESCO L P, et al. Carbon storage and greenhouse gases emission from a fluvial reservoir in an agricultural landscape [J]. Catena, 2012, 94: 53.  
 [6] 段晓男,王效科,欧阳志云. 维管植物对自然湿地甲烷排放的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3375-3382.

村经济, 2007, 33(1): 36-44.  
 [3] 岳正华,杨建利. 我国发展家庭农场的现状和问题及政策建议[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(4): 420-424.  
 [4] 王春来. 发展家庭农场的三个关键问题探讨[J]. 农业经济问题, 2014, 35(1): 43-48.  
 [5] 张照新. 中国农村土地流转市场发展及其方式[J]. 中国农村经济, 2002, 18(2): 19-24, 32.  
 [6] 刘卫柏. 我国农村土地流转机制研究[D]. 长沙: 中南大学, 2013: 67-83.  
 [7] 田欧南. 吉林省农村土地流转问题研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2012: 109-114.  
 [8] 白洋铭. 农村土地流转限制问题研究[D]. 北京: 中国政法大学, 2013: 28-30.  
 [9] 王新钢,张思光,张宝悦. 中国农村土地流转的限制因素及对策[J]. 农村经济, 2004, 22(11): 25-27.  
 [10] 孙靖涛,吴美林. 促进吉林省农村土地流转的对策[J]. 吉林省经济管理干部学院学报, 2006, 20(6): 24-26.  
 [11] 葛慧超. 我国农村土地流转的问题及其对策[J]. 法制与社会, 2009, 18(15): 284.  
 [12] 李艳,王露. 促进我国农村土地流转的对策建议[J]. 广东农业科学, 2006, 42(12): 109-110.