

施肥与不施肥措施下小麦田的 CO₂、CH₄、N₂O 排放 日变化特征

李晓密, 伦小秀*

北京林业大学环境科学与工程学院, 北京 100083

摘要: 二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)是对全球气候变化影响最大的温室气体。由于土壤与大气之间的水热交换需要一定的传导平衡时间, 因此土壤温室气体与温湿度之间的关系存在不同的表现形式。目前, 有关温室气体研究多集中于季节性排放特征, 而关于 CO₂、CH₄、N₂O 的日变化研究却少见报道。以北京小麦(*Triticum aestivum*)农田土壤为研究对象, 对施肥和不施肥条件下 CO₂、CH₄、N₂O 交换通量和气温、土壤温度进行连续观测, 来探讨 3 种温室气体的日变化特征。采用人工静态暗箱法对小麦田土壤进行连续 48 h 原位观测, 每 2 h 测定 1 次, 每次盖箱时间为 30 min。气体样品中的 CO₂、CH₄、N₂O 用气相色谱仪 (Agilent 6890A, FID/ECD) 测定。结果表明: 施肥与不施肥条件下小麦生育后期麦田土壤 CO₂、CH₄、N₂O 交换通量具有明显的日变化特征。土壤表现为 CH₄ 的吸收汇、CO₂ 和 N₂O 的排放源。CH₄ 的吸收通量、CO₂ 和 N₂O 的排放通量均表现为施肥区>对照区。CO₂、CH₄ 的交换通量的 70% 以上出现在白天, 而施肥区和对对照区的 N₂O 白天排放通量分别达到全天的 81.8%、91.1%。另外, 相关性分析表明, CO₂、N₂O 交换通量的日变化与气温和 5 cm 地温呈极显著 ($P<0.01$) 或显著 ($P<0.05$) 的正相关关系, 且 N₂O 交换通量日变化与 10 cm 地温呈现极显著的正相关关系, 说明温度是影响 CO₂、N₂O 交换通量日变化的重要因素; 而气温、5 cm 地温、10 cm 地温对 CH₄ 交换通量日变化不存在显著性影响。

关键词: 温室气体; 日变化; 麦田; 施肥措施

中图分类号: X144

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2014) 01-0178-05

引用格式: 李晓密, 伦小秀. 施肥与不施肥措施下小麦田的 CO₂、CH₄、N₂O 排放日变化特征[J]. 生态环境学报, 2014, 23(1): 178-182.

LI Xiaomi, LUN Xiaoxiu. Diurnal variations of CO₂, CH₄ and N₂O fluxes from wheat land under the treatments of fertilization and no-fertilization [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2014, 23(1): 178-182.

由温室气体排放增加引起的全球变暖已是国际社会公认的全球性问题。二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)是对全球气候变化影响最大的温室气体(水利部应对气候变化研究中心, 2008; 李虎等, 2012)。近百年来, 中国年平均气温上升了 0.5~0.8 °C; 从地域分布看, 西北、华北和东北地区气候变暖现象更为明显(中国国家发展和改革委员会, 2007)。华北平原是我国重要的粮食产区, 其农田土壤温室气体的吸收与排放对我国估算农业温室气体的排放量、制定合理的农业减排措施具有重要意义(李迎春等, 2007)。施肥是农业生产的重要环节, 关于施肥导致的温室气体排放研究, 特别是季节性排放特征已有大量报道(刘运通, 2008; 王立刚等, 2008; 朱小红等, 2011; 裴淑玮等,

2012), 而有关 CO₂、CH₄、N₂O 的日变化研究却少见报道, 由于土壤与大气之间的水热交换需要一定的传导平衡时间(Hillel, 1998), 不同时间尺度(小时、昼夜、月和季节)下温湿度与土壤温室气体之间的关系可能会有不同的表现形式(裴淑玮等, 2012), 因此, 研究不同时间尺度上的温室气体排放与气候环境因素之间的关系以及温室气体相互间关系对温室气体研究具有重要的理论意义。

本研究通过观测施肥和不施肥条件下温室气体在小麦(*Triticum aestivum*)生育后期的日变化规律及相关回归分析, 探究了温室气体日变化特点及温室气体交换通量间的相关关系, 以期通过本文为该地区研究温室气体的季节排放规律和相关分析提供参考和技术支持。

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金 (YX2011-14); 国家自然科学基金 (51078034; 51278051)

作者简介: 李晓密 (1988 年生), 女, 硕士研究生, 主要从事农田温室气体研究。E-mail: lixiaomi0710@126.com; 责任作者: 伦小秀 (1975 年生), 女, 副教授, 主要从事大气污染化学研究。E-mail: lunxiaoxiu@bjfu.edu.cn

收稿日期: 2013-10-11

1 材料与方法

1.1 研究区概况

本实验于 2012 年在北京郊区 (40°5'N, 116°17'E, 海拔 40 m) 进行, 属于典型的暖温带半湿润大陆性季风气候, 四季分明, 光照充足。平均气温 14 °C, 年均日照时数 2462.3 h, 年均降雨量 786.3 mm。试验地采用冬小麦-夏玉米轮作制度, 具有华北平原的典型特点。试验地土壤为棕壤土, 土层深厚, 土壤有机碳质量分数为 1.24%, 全氮质量分数为 0.13%。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计, 分为施肥区、对照区 2 个处理, 试验设 3 次重复。

供试小麦品种为济麦 20 号, 基施折合纯氮: 150 kg·hm⁻², P₂O₅ 160 kg·hm⁻², K₂O 90 kg·hm⁻², 各处理统一浇拔节水 150 mm, 配合浇水施肥区追施纯氮 105 kg·hm⁻², 对照区不施肥。

1.3 研究指标与方法

根据小麦生长后期的温度特点和研究区气候特征, 通过季节变化研究(裴淑玮等, 2012), 采样时间选取不受降水和施肥等外部因素影响, 温度、土壤含水量等影响因子相对稳定的 5 月初进行连续 48 h 观测, 每隔 2 h 测定 1 次。气体收集分析采用静态箱-气相色谱法。静态箱由铝塑板制成 (0.5 m×0.5 m×0.6 m), 箱内顶部设置轴流风扇, 箱体上方有采样口。基座用不锈钢制作, 基座于小麦播种期埋入小区中, 底部插入地下 10 cm, 基座上部设置水槽, 用于采集气体时浇水密封。采气时通过微量气体采样泵(NMP830KNDC, 德国)将箱内空气收集到 200 mL 带有聚乙烯涂层的铝箔采样袋 (大连德霖) 中, 并密封保存。采样过程中同时记录土壤温度、大气温度和大气压等参数。样品中的 CO₂、N₂O、CH₄ 用气相色谱仪 (Agilent 6890A, FID/ECD) 测定。气体通量计算是通过气体浓度随时间变化来计算单位面积的气体排放通量。计算公式(方双喜, 2007):

$$F = H \times \frac{\Delta C}{\Delta t} \times \frac{P}{RT} \times M \times 10^3$$

式中: H 表示箱体的物理高度, m; $\frac{\Delta C}{\Delta t}$ 表示箱体所测气体浓度随时间变化的斜率, mg·L⁻¹·s⁻¹; P 表示田间大气压, Pa; R 是常数, 8308.65 Pa·L·K⁻¹·mol⁻¹; T 是环境温度, K; M 是 N 或 C 元素的原子量。

1.4 试验数据处理

试验所得数据采用 Excel 处理、作图; 采用

SPSS 18.0 做回归分析。

2 结果与讨论

2.1 施肥与不施肥措施下麦田 CO₂、CH₄、N₂O 通量的日变化

施肥与不施肥条件下 CO₂ 通量呈现出类似的变化趋势, 具有明显的日变化特征, 昼高夜低 (图 1)。大体表现为随着温度的升高而升高, 但

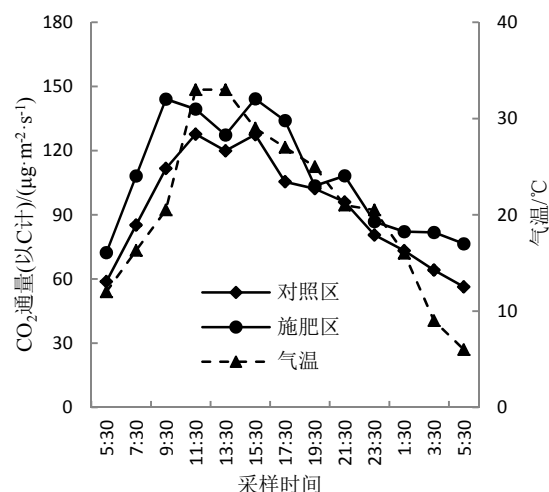
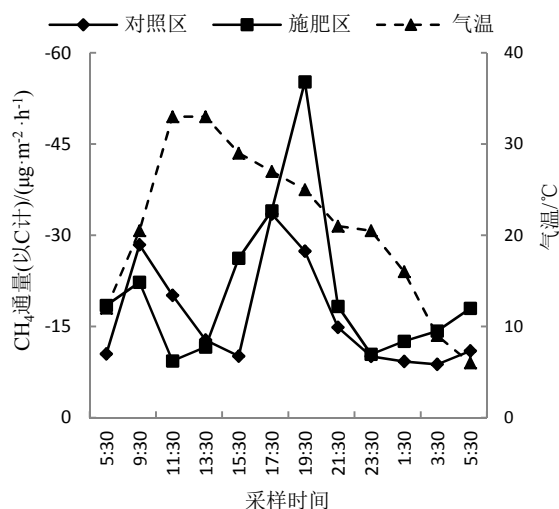


图 1 施肥与不施肥条件下 CO₂ 交换通量日变化

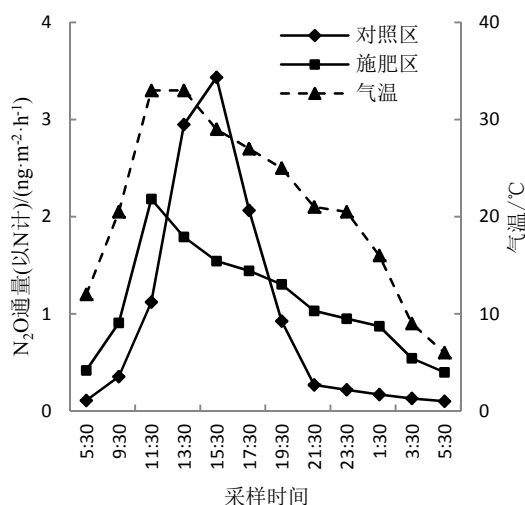
Fig.1 Diurnal variation of CO₂ fluxes under conventional fertilization and no-fertilization treatments

是在中午气温达到最高温度时, 通量稍稍下降, 呈现不明显的双峰形状, 这和刘运通(2008)的研究结果相吻合; 施肥区日排放高峰比气温最高值提前 2 h 出现, 这与邓爱娟等(2009)的研究结果类似, 并且施肥区 CO₂ 通量全天中一直高于对照区。前人研究表明(张中杰等, 2005): 地表温度影响土壤中微生物的活动, 在低于 34 °C 温度范围内温度越高, 土壤微生物活动越强烈, 呼吸作用越强烈, 从而影响土壤中 CO₂ 的产生。当温度达到 34 °C, CO₂ 通量略微降低, 可能是高温抑制了 CO₂ 产生过程中相关酶的活性。5:30 之后, 随着气温升高, CO₂ 通量迅速变大。CO₂ 排放高峰主要集中在 9:30—15:30, 温度在 20~33 °C, 最大通量分别达到 144.18、127.70 C μg·m⁻²·s⁻¹。15:30 过后, 随着温度的降低, CO₂ 通量逐渐降低。在次日 5:30 通量达到最低值, 对照区和施肥区 CO₂ 排放通量分别是 0.61、0.65 C μg·m⁻²·s⁻¹, 这与 Shi 等(2006)的研究结果相似。

由图 2 可以看出, CH₄ 吸收通量具有明显的日变化轨迹, 呈现升高-降低-升高-降低的趋势, 呈大小不同的双峰形状, 波形与刘运通(2008)的研究结果相似。小麦全天吸收通量平均值表现为施肥区 > 对照区, 分别是 -21.26、-17.31 C

图2 施肥与不施肥条件下CH₄交换通量日变化Fig.2 Diurnal variation of CH₄ fluxes under conventional fertilization and no-fertilization treatments

$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。各处理在 5:30 之后, CH₄ 吸收通量逐渐升高, 在 9:30 达到第 1 个峰值; 9:30 之后, 各处理呈现下降趋势, 施肥区在 11:30 时出现低谷, 通量达到 $-9.33 \text{ C } \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$; 11:30 之后吸收通量迅速升高, 在 19:30 达到 1 d 的峰值, $-55.23 \text{ C } \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$; 19:30 之后, 吸收通量迅速降低。对照区分别在 15:30 和 17:30 达到低谷和高峰, 分别是 -10.12 、 $-33.50 \text{ C } \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。不同施肥措施下土壤表现为 CH₄ 的净吸收汇, 原因是 CH₄ 的产生条件在旱地系统中受到了限制, CH₄ 是在极端的还原条件下产 CH₄ 微生物活动的产物。旱地土壤具有良好的土壤通透性, 土壤有机质分解快, 不利于土壤有机碳的累积, 不易产生厌氧环境, 因而影响土壤氧化还原电位和产 CH₄ 微生物的产生。干燥的土壤中, 从空气中扩散到土壤

图3 施肥与不施肥条件下N₂O交换通量日变化Fig.3 Diurnal variation of N₂O fluxes under conventional fertilization and no-fertilization

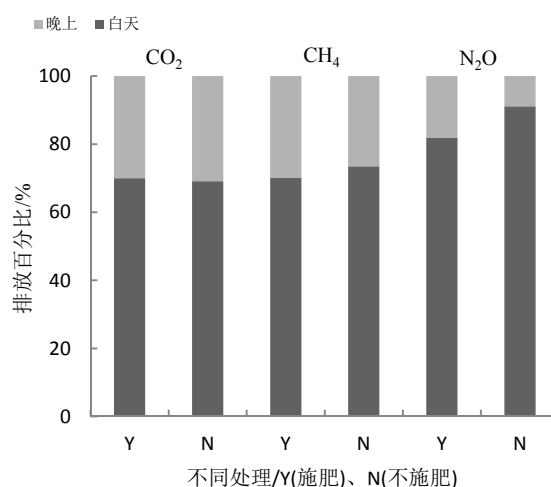
的氧气很可能氧化所有传输过程中的甲烷。

由图 3 可知, 5:30 到 11:30, 随着温度的升高, 两区 N₂O 通量迅速升高, 这期间土壤温度较适宜, 加之夜间露水凝结使得土壤湿度变大, 土壤湿度起决定性作用, 此时的湿度有利于土壤微生物活性的提高, 从而促进了 N₂O 的产生。施肥区在 11:30 达到峰值, 对照区直到 15:30 才达到最高峰, 峰值分别是 21.13 、 $22.76 \text{ N ng}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 。午后随着气温的降低, N₂O 通量开始下降, 施肥区下降缓慢, 而对照区下降迅速, 在第 2 天 5:30 时分别达到 0.40 、 $0.10 \text{ N ng}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 的低值。N₂O 通量呈现出明显的单峰形状, 这与刘运通(2008)、魏达等(2011)的研究结果相同。

由图 4 可知, CO₂、N₂O、CH₄ 日总通量中以白天所占比例最高, CO₂、CH₄ 白天交换通量均占到全天总量的 70% 以上, 而对照区 N₂O 的白天交换通量竟占到全天总量的 91.1%。施肥区与对照区的 CO₂ 交换通量的日变化具有极显著性差异, 这主要是因为施肥区小麦生长旺盛, 根系呼吸强, 并且此时土壤温度较高, 也会促进土壤微生物的呼吸作用, 裴淑玮等(2012)指出, CO₂ 排放通量与作物生长状况密切相关; 而施肥区和对照区的 CH₄ 和 N₂O 的交换通量日变化不存在显著性差异, 原因可能是施肥后太久, 土壤中氮素消耗殆尽, 两区土壤肥效没有明显差异。

2.2 施肥与不施肥措施下温室气体相互间的差异性分析

分别对施肥区和对照区 CO₂、CH₄、N₂O 两两做相关性分析发现, 两个区域内 CO₂ 通量与 N₂O 通量均呈显著性正相关关系, 这与 Simek 等(2004)、刘芳等(2010)的研究结果相同。Baggs 等(2003)和 Ineson 等(1998)研究表明, 土壤中高

图4 CO₂、N₂O、CH₄日交换通量的昼夜百分比分布Fig.4 The percents of CO₂, N₂O and CH₄ fluxes during daytime and night respectively

浓度的 CO₂ 能促进反硝化反应,而 Azam 等(2005)发现,土壤中硝化反应与 CO₂ 浓度有关,低浓度的 CO₂ 会抑制硝化反应。CO₂ 的累积可以促进土壤中碳、氮循环(Zak 等, 1993; Ross 等, 2000),从而为硝化细菌和反硝化细菌提供反应底物和能量,另外植物的呼吸作用所造成的氧胁迫可以调节土壤中 N₂O 的生成和消耗,最终影响土壤中整个 N 素的转化(Azam 等, 2005)。其他研究表明,土壤反硝化过程中,土壤呼吸强度也会增加(Christensen 等, 1990; Van 等, 1993)。对施肥区和对照区的 CO₂ 与 N₂O 作回归模拟得知,CO₂ 与 N₂O 存在指数相关关系,如图 5 所示,回归方程分别是 $y=0.4379 e^{0.0295 x}$, $r^2=0.6261$; $y=0.5625 e^{0.0238 x}$, $r^2=0.5498$ 。

2.3 施肥与不施肥措施下麦田 CO₂、CH₄、N₂O 通量日变化与气温、地温的关系

由表 1 可知,CO₂ 排放通量日变化与气温和 5 cm 地温呈显著性正相关,并且施肥区 CO₂ 排放通量日变化与两者呈现极显著正相关。但是不管施肥区还是对照区的 CO₂ 排放通量日变化都与 10 cm 地温不存在相关关系。CH₄ 吸收通量日变化与气温、5 cm 地温、10 cm 地温均不存在相关关系,说明 CH₄ 吸收通量日变化可能受其他因素的影响,而气温或地温对其没有显著性影响。N₂O 排放通量日变化与气温、5 cm 地温、10 cm 地温均呈现极显著性正相关,说明温度是影响 N₂O 排放通量日变化的重要因素。

3 结论

(1) 小麦生长后期施肥区和对照区的 CO₂ 排放通量均具有明显的日变化,呈现昼高夜低的趋势;CH₄ 吸收通量的日变化呈双峰曲线,下午和午夜出现两个吸收高峰;而 N₂O 排放通量的日变化呈单峰曲线,下午出现排放高峰。

(2) 由于观测近期内没有降水、施肥及其他外界因素的影响,温度成为这一时期影响温室气体

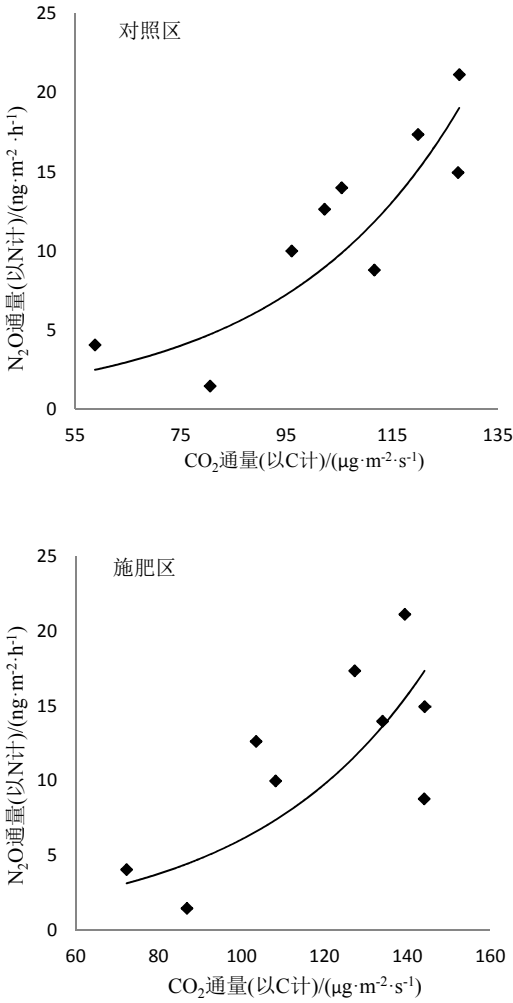


图 5 CO₂ 日变化通量与 N₂O 日变化通量关系图
Fig.5 Relationship of daily fluxes variations between CO₂ and N₂O

交换通量的决定性因素。本研究表明,日变化中气温和 5 cm 地温显著影响着 CO₂ 和 N₂O 的释放过程。但气温、地温对 CH₄ 通量日变化不存在显著性影响。

(3) 在施肥区与对照区中,CO₂ 通量与 N₂O 通量均呈显著性正相关关系;数据拟合分析知,一定范围内,N₂O 通量随着 CO₂ 通量增加呈指数关系增长。

表1 各处理温室气体交换通量日变化与气温、5 cm地温、10 cm地温的相关性分析

Table 1 Correlation analysis between greenhouse gas fluxes and atmospheric temperature, soil temperature of 5, 10 cm depth

温室气体	处理	气温/℃		5 cm地温/℃		10 cm地温/℃	
		相关方程	相关系数	相关方程	相关系数	相关方程	相关系数
CO ₂ (以C计)/ (μg·m ⁻² ·h ⁻¹)	Y	y=2.793x+49.187	0.724**	y=4.609x+16.260	0.704**	y=4.216x+36.808	0.475
	N	y=2.965x+30.487	0.894*	y=4.763x-1.606	0.847**	y=4.648x+14.053	0.61
CH ₄ (以C计)/ (μg·m ⁻² ·h ⁻¹)	Y	y=0.076x-24.745	0.036	y=-0.179x-18.942	0.049	y=-1.197x+0.111	0.244
	N	y=-0.205x-13.611	0.154	y=-0.304x-11.934	0.135	y=-0.162x-15.523	0.053
N ₂ O(以N计)/ (ng·m ⁻² ·h ⁻¹)	Y	y=0.816x-8.448	0.890**	y=1.306x-17.168	0.84**	y=1.093x-9.395	0.718*
	N	y=0.900x-13.671	0.738*	y=1.786x-30.896	0.863**	y=2.325x-36.207	0.829**

Y: 施肥; N: 对照。**: 在0.01水平(双侧)上显著相关; *: 在0.05 水平(双侧)上显著相关

参考文献:

- AZAM F S, GILL S, FAROOP S. 2005. Availability of CO₂ as a factor affecting the rate of nitrification in soil[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 37(11): 2141-2144.
- BAGGS E M, RICHTER M, CADISCH G, et al. 2003. Denitrification in grass swards is increased under elevated atmospheric CO₂[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 35(5): 729-732.
- CHRISTENSEN S, SIMKINS S, TIEDJE J M. 1990. Temporal patterns of soil denitrification: their stability and causes[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 54(6): 1614-1618.
- HILLEL D. 1998. Environmental soil physics: Fundamentals, applications, and environmental considerations[M]. San Diego: Academic Press: 291-293.
- INESON P, COWARD P, HARTWIG U. 1998. Soil gas fluxes of N₂O, CH₄ and CO₂ beneath *Lolium perenne* under elevated CO₂: The Swiss free air carbon dioxide enrichment experiment[J]. *Plant and Soil*, 198(1): 89-95.
- ROSS D, TATE K, NEWTON P, et al. 2000. Carbon and nitrogen pools and mineralization in a grassland gley soil under elevated carbon dioxide at a natural CO₂ spring[J]. *Global Change Biology*, 6(7): 779-790.
- Shi P L, ZHANG X Z, ZHONG Z M. 2006. Diurnal and seasonal variability of soil CO₂ efflux in a cropland ecosystem on the Tibetan Plateau[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 137: 220-233.
- SIMEK M D, ELHOTTOVA F, KLIMES, et al. 2004. Emissions of N₂O and CO₂, denitrification measurements and soil properties in red clover and ryegrass stands[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 36(1): 9-21.
- VAN K C, PENNOCK D J, FARREL R E. 1993. Seasonal variations in denitrification and nitrous oxide evolution at the landscape scale[J]. *Soil Science Society of America Journal*, 57(4): 988-995.
- ZAK D R, PREGITZER K S, CURTIS P S, et al. 1993. Elevated atmospheric CO₂ and feedback between carbon and nitrogen cycles[J]. *Plant and Soil*, 151(1): 105-117.
- 邓爱娟, 申双和, 张雪松, 等. 2009. 华北平原地区麦田土壤呼吸特征[J]. *生态学杂志*, (11): 2286-2292.
- 方双喜. 2007. 含 N 气体在长江三角洲地区农田与大气间交换的研究[D]. 北京: 中科院生态环境研究中心.
- 李虎, 邱建军, 王立刚, 等. 2012. 中国农田主要温室气体排放特征与控制技术[J]. *生态环境学报*, 21(1): 159-165.
- 李迎春, 林而达, 甄晓林. 2007. 农业温室气体清单方法研究最新进展[J]. *地球科学进展*, 22(10): 1076-1080.
- 刘芳, 刘丛强, 王仕禄, 等. 2010. 喀斯特地区土壤剖面 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度的相关关系[J]. *生态学杂志*, (4): 717-723.
- 刘运通. 2008. 不同施肥措施下玉米地温室气体排放特点分析与模拟研究[D]. 北京: 中国农业科学院.
- 裴淑玮, 张圆圆, 刘俊锋, 等. 2012. 华北平原玉米-小麦轮作农田 N₂O 交换通量的研究[J]. *环境科学*, 33(10): 3641-3646.
- 裴淑玮, 张圆圆, 刘俊锋, 等. 2012. 施肥及秸秆还田处理下玉米季温室气体的排放[J]. *环境化学*, 31(4): 407-414.
- 水利部应对气候变化研究中心. 2008. 《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》简介[J]. *中国水利*, (2): 65-68.
- 王立刚, 李虎, 邱建军. 2008. 黄淮海平原典型农田土壤 N₂O 的排放特征[J]. *中国农业科学*, 41(4): 1248-1254.
- 魏达, 旭日, 王迎红, 等. 2011. 青藏高原纳木错高寒草原温室气体通量及与环境因子关系研究[J]. *草地学报*, (3): 412-419.
- 张中杰, 朱波, 江长胜, 等. 2005. 川中丘陵区旱地小麦生态系统 CO₂、N₂O 和 CH₄ 排放特征[J]. *生态学杂志*, (2): 131-135.
- 中国国家发展和改革委员会. 2007. 中国应对气候变化国家方案[M]. 北京: 中国环境科学出版社: 4-5.
- 朱小红, 马友华, 杨书运, 等. 2011. 施肥对农田温室气体排放的影响研究[J]. *农业环境与发展*, 28(5): 42-46.

Diurnal variations of CO₂, CH₄ and N₂O fluxes from wheat land under the treatments of fertilization and no-fertilization

LI Xiaomi, LUN Xiaoxiu*

College of Environmental Science and Engineering, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: CO₂, CH₄ and N₂O are the most important greenhouse gases on global climate change. Since water-heat exchange between the soil and the atmosphere requires a certain time, there are different relationships between greenhouse gases and soil parameters, such as the temperature and humidity. Currently, researchers have concentrated in the studies of seasonal variations of greenhouse gas emissions, while diurnal variations were rarely reported. This study was conducted to investigate diurnal variations of CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in the late growth stage of wheat (*Triticum aestivum*L) under conventional fertilization and no-fertilization treatments from wheat land in Beijing. In this study, artificial static chamber method was used for investigating CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in situ continuously for 48 hours. The samples were collected every two hours and each time lasted 30 minutes. CO₂, CH₄ and N₂O were determined by gas chromatography (Agilent 6890A, FID, ECD), atmospheric temperature and soil temperature were also measured. The results showed that CO₂, CH₄ and N₂O fluxes had obvious diurnal variation tracks. Wheat land soil might be a sink of CH₄ but a source of N₂O and CO₂. The daily mean fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O after fertilization were higher than those without fertilization. More than seventy percents of the fluxes of CO₂, CH₄ occurred in daytime. The N₂O emission fluxes under both fertilization and no-fertilization treatments during the daytime reached 81.8% and 91.1% respectively. There were highly significant ($P < 0.01$) or significant ($P < 0.05$) positive correlations between CO₂ fluxes and atmospheric temperature, soil temperature of 5 cm depth. Also there were highly significant ($P < 0.01$) positive correlations between N₂O fluxes and soil temperature of 10 cm depth, thus the temperature might be a crucial factor in diurnal variations of CO₂ and N₂O fluxes. However, atmospheric temperature, soil temperature of 5 cm and 10 cm depth didn't impact CH₄ fluxes significantly.

Key words: greenhouse gases; diurnal variation; wheat land; fertilization treatments