

DOI: 10.11766/trxb201303130116

# 大气 CO<sub>2</sub> 浓度富集对华北平原农田土壤可溶性碳含量的影响\*

乌兰巴特尔<sup>1</sup> 魏江生<sup>1</sup> 程淑兰<sup>2†</sup> 方华军<sup>3</sup> 林而达<sup>4</sup> 颜学佳<sup>1</sup>

(1 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010019)

(2 中国科学院大学, 北京 100049)

(3 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

(4 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所/农业部农业环境与气候变化重点开放实验室, 北京 100081)

## THE EFFECTS OF ATMOSPHERIC CO<sub>2</sub> CONCENTRATION ENRICHMENT ON AGRICULTURAL SOIL DISSOLVED CARBON CONTENTS ON THE NORTH CHINA PLAIN

Wu Lanbateer<sup>1</sup> Wei Jiangsheng<sup>1</sup> Cheng Shulan<sup>2†</sup> Fang Huajun<sup>3</sup> Lin Erda<sup>4</sup> Yan Xuejia<sup>1</sup>

(1 College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, 010019, China)

(2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

(3 Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

(4 Key Laboratory for Agro-Environment and Climate Change, Ministry of Agriculture, Agricultural Environment and Sustainable Development Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

**关键词** 自由大气 CO<sub>2</sub> 浓度富集 (FACE); 可溶性碳; CO<sub>2</sub> 浓度富集; 氮素输入

**中图分类号** S154.1 **文献标识码** A

由温室气体排放导致的气候变化是当前全球关注的热点问题之一<sup>[1]</sup>。化石燃料燃烧、水泥生产、土地利用变化等人类活动向大气中排放大量 CO<sub>2</sub>, 进而引起全球变暖和地球系统碳循环过程的显著变化。研究表明, 大气 CO<sub>2</sub> 浓度已由 1870 年的 280 μmol mol<sup>-1</sup> 增加至 2005 年的 379 μmol mol<sup>-1</sup>, 目前仍以 1.9 μmol mol<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 的速率急剧攀升; 同期地表温度平均增加了 0.74℃ (变幅 0.56 ~ 0.92℃)<sup>[2]</sup>。根据《中国应对气候变化国家方案》的估计, 2004 年我国温室气体排放总量约为 61 亿 t CO<sub>2</sub> 当量, 其中 CO<sub>2</sub> 排放量约为 50.7 亿 t, 占世界排放总量的 19%。除温室效应外, 大气 CO<sub>2</sub> 浓度升

高还显著影响陆地生态系统碳、氮循环, 包括植物的光合、呼吸、凋落物分解、养分归还等过程, 进而改变生态系统的结构和功能<sup>[3]</sup>。

农田生态系统是陆地生态系统的重要组成部分, 受人类扰动最为频繁<sup>[4-5]</sup>。CO<sub>2</sub> 浓度升高对我国农田生态系统物质循环以及主要作物的产量和品质的影响尤为突出, 关系到区域的粮食安全和生态环境问题。因此, 研究 CO<sub>2</sub> 浓度富集对农田土壤碳循环影响至关重要<sup>[6]</sup>。然而, 过去有关 CO<sub>2</sub> 浓度富集试验多集中在森林<sup>[7-8]</sup>、草地<sup>[9-10]</sup>、湿地<sup>[11]</sup> 等自然生态系统中, 农田生态系统 CO<sub>2</sub> 富集试验相对较少<sup>[12]</sup>。由于经济和技术等方面的原因, 相关研究在

\* 国家自然科学基金项目(31070435, 41071166, 31130009, 31290222)、农业部农业环境与气候变化重点开放实验室开放基金、国家重点基础研究发展计划项目(2012CB417103)和中国科学院地理资源所“秉维”优秀青年人才基金项目(2011RC202)资助

† 通讯作者, E-mail: slcheng@ucas.ac.cn

作者简介: 乌兰巴特尔(1987—), 男, 内蒙古阿拉善左旗人, 硕士研究生, 主要从事土壤碳氮循环研究。E-mail: hongyingxiang1987@163.com

收稿日期: 2013-03-13; 收到修改稿日期: 2013-05-27

中国北方地区更为鲜见。

华北平原是我国冬小麦和夏大豆重要产区之一。近年来,由于受到气候变化的影响,农作物产量下降,品质降低,病虫害加剧等一系列问题显得尤为突出。因此,农业适应气候变化已经成为我国社会经济可持续发展亟待解决的关键问题<sup>[13]</sup>。土壤有机碳是土壤肥力的基础,有关华北平原农田土壤碳储量动态对 CO<sub>2</sub>富集的影响知之甚少。本文以华北典型农田豆麦轮作系统为研究对象,构建自由大气 CO<sub>2</sub>浓度富集(FACE)实验平台,辅助不同氮肥施加剂量处理,研究土壤可溶性有机碳和无机碳含量的剖面变化和储量的季节变化,阐明不同 CO<sub>2</sub>浓度和氮素输入对华北平原典型农田土壤可溶性碳动态的影响。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究区概况

研究区位于北京市昌平区南部,距市中心约 30 km 处的中国农业科学院实验基地(N 40.13°, E 116.14°)。该区气候属于暖温带半湿润半干旱大陆性季风气候,春季气候干燥多风,夏季炎热多雨,秋季昼夜温差大气候凉爽,冬季寒冷干燥。多年平均

气温为 11.8℃;7 月温度最高,平均为 25.7℃,1 月份最低,平均为 -4.1℃。无霜期 180~203 d,≥10℃积温约 4 200℃左右。年均降水量为 571.8 mm,大部分集中在 7、8 月份;年均日照时数 2 684 h。全年风向以西北风为主,主要在春季和冬季。实验基地处于山前平原,地下承压水较丰富,土壤类型为褐潮土。FACE 实验地 0~20 cm 表层土壤理化性质如表 1 所示。

### 1.2 试验设计

FACE 实验采用裂区设计,CO<sub>2</sub>浓度富集为主处理,施肥为副处理,共设 4 种处理:低氮正常 CO<sub>2</sub>浓度(ALN, N 15 g m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>, CO<sub>2</sub> 350 μmol mol<sup>-1</sup>)、高氮正常 CO<sub>2</sub>浓度(ANN, N 45 g m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>, CO<sub>2</sub> 350 μmol mol<sup>-1</sup>)、低氮 CO<sub>2</sub>浓度富集(ELN, N 15 g m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>, CO<sub>2</sub> 700 μmol mol<sup>-1</sup>)、高氮 CO<sub>2</sub>浓度富集(ANN, N 45 g m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>, CO<sub>2</sub> 700 μmol mol<sup>-1</sup>)。FACE 实验设施主要由 CO<sub>2</sub>气体供应装置、控制系统组成<sup>[14]</sup>。FACE 圈为八角形,对边距离为 4 m,每根放气管长度为 1.66 m。FACE 实验平台共有 6 个 FACE 圈和 6 个对照圈,两圈之间的间隔至少为 17 m。FACE 圈通气时间为每天 6:30—18:30,夜间停止通气。实验开始于 2009 年。

表 1 昌平 FACE 实验地 0~20 cm 表层土壤理化性质

土层 (cm)	pH	容重 (g cm <sup>-3</sup> )	总碳 (g kg <sup>-1</sup> )	全氮 (g kg <sup>-1</sup> )	全磷 (g kg <sup>-1</sup> )	铵态氮 (mg kg <sup>-1</sup> )	硝态氮 (mg kg <sup>-1</sup> )
0~10	8.52 ± 0.07	1.14 ± 0.08	8.18 ± 0.15	0.82 ± 0.12	0.74 ± 0.06	5.24 ± 1.20	14.61 ± 1.70
10~20	8.59 ± 0.25	1.33 ± 0.03	7.24 ± 0.12	0.75 ± 0.07	0.69 ± 0.04	5.94 ± 1.51	13.76 ± 0.63
20~40	8.48 ± 0.09	1.35 ± 0.04	6.05 ± 0.19	0.59 ± 0.06	0.58 ± 0.03	5.38 ± 0.84	14.94 ± 3.57

注:平均值 ± 标准偏差

### 1.3 土样采集及测定

在不同作物(大豆、小麦)生育期内,用土钻对 FACE 实验地 4 个处理 12 个样方进行 0~10、10~20、20~40 cm 分层取样;根际土采用抖落法采集。土样采集后立即过 2 mm 筛去除土壤中砾石和植物根系,装于自封袋中冷藏运回实验室待测。所有土样可溶性有机碳(Dissolved organic carbon, DOC)和可溶性无机碳(Dissolved inorganic carbon, DIC)采用水提取法测定。利用千分之一天平称取相当于 10 g 干土的新鲜土样,加入 100 ml 蒸馏水,于室温下振荡 60 min,5 000 r min<sup>-1</sup>离心 10 min,上清液过

0.45 μm 滤膜,滤液中的 DOC 和 DIC 浓度用总有机碳分析仪(Elementa, Germany)测定,结果用 mg kg<sup>-1</sup>表示。两者之和为总可溶性碳(Total dissolved carbon, TDC)。根据各层可溶性碳浓度和容重计算出 0~40 cm 土层土壤可溶性碳储量(g m<sup>-2</sup>)。

### 1.4 统计分析

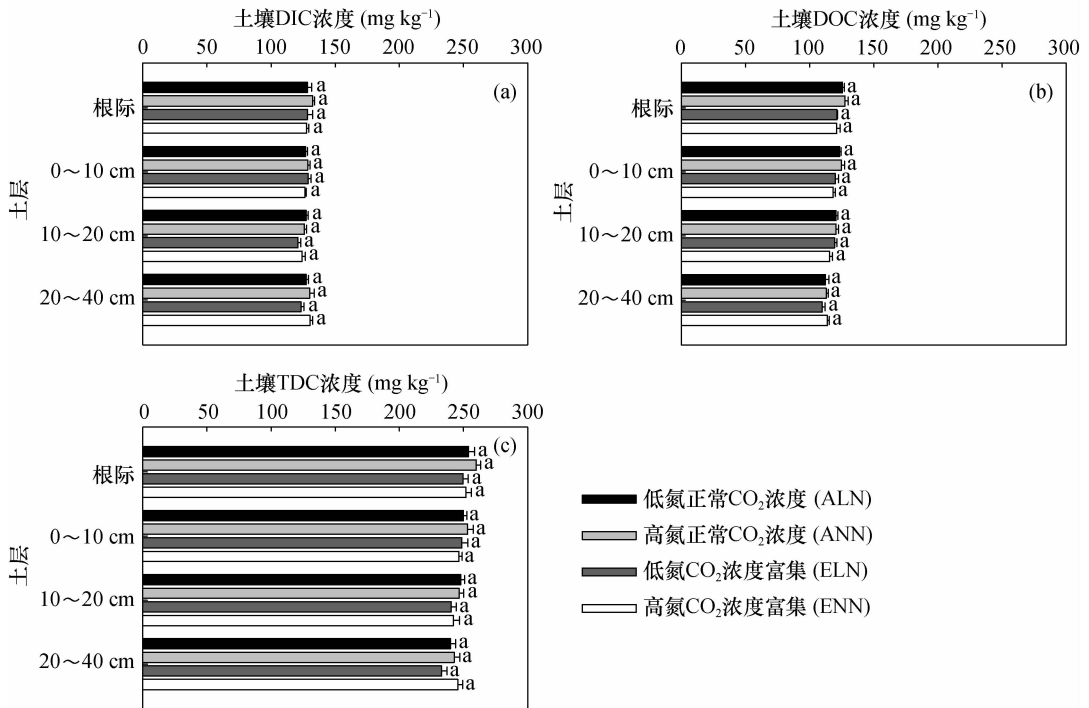
利用双因素方差分析(Two-way ANOVA)分析不同 CO<sub>2</sub>富集和施氮量对土壤 DIC、DOC 和 TDC 含量的影响。均值比较利用最小显著差(LSD)法,显著水平  $p < 0.05$ 。利用 SigmaPlot 10.0 软件进行统计绘图。

## 2 结 果

### 2.1 土壤 DIC、DOC 和 TDC 浓度的剖面变化

对照处理(ALN)下,土壤 DIC 浓度随土壤深度的增加变化不大,DOC 和 TDC 浓度随土壤深度增加而下降。土壤 TDC 浓度变化范围为 232.9 ~ 259.9  $\text{mg kg}^{-1}$ ,DOC 和 DIC 基本各占 1/2;土壤 DIC 浓度变化范围 121.0 ~ 132.4  $\text{mg kg}^{-1}$ ,占总 TDC 含量的 50.3%;土壤 DOC 浓度变化范围 109.6 ~ 127.5  $\text{mg kg}^{-1}$ ,占总 TDC 含量 49.7%。与对照相比,高氮正常

$\text{CO}_2$  浓度处理(ANN)下土壤表层(根际层、0 ~ 10 cm 土层)DIC、DOC 和 TDC 含量平均增加了 2.2%、2% 和 4.2%;而在低氮  $\text{CO}_2$  浓度富集(ELN)处理下,土壤 DIC、DOC 和 TDC 含量分别降低 0.5%、3.1% 和 3.6%;在高氮  $\text{CO}_2$  浓度富集处理(ENN)下,土壤 DIC、DOC 和 TDC 含量平均降低 0.8%、3.8% 和 4.6%(图 1a 和图 1b)。总体而言,短期内施氮倾向于增加可溶性碳含量,而  $\text{CO}_2$  浓度富集倾向于降低表层土壤 DOC 含量(图 1c)。但是,不同处理样方土壤 DIC、DOC 和 TDC 含量的差异没有达到显著性水平(图 1a ~ 图 1c,表 2,  $p > 0.05$ )。



注: 同一土层不同字母表示不同处理间差异显著

图 1 不同处理样方土壤 DIC、DOC 和 TDC 浓度的剖面分布

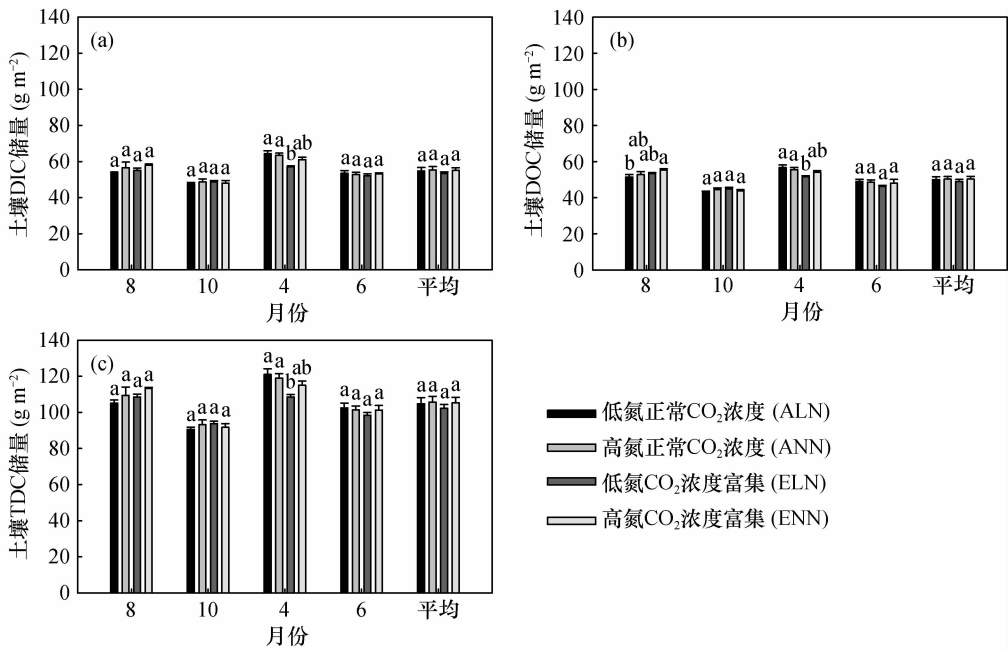
表 2  $\text{CO}_2$  浓度富集/施氮处理、土层及其交互作用对土壤可溶性碳浓度影响的双因素方差分析结果

变异来源	DIC 浓度			DOC 浓度			TDC 浓度		
	MS	F	p	MS	F	P	MS	F	p
处理	121.5	0.65	0.58	129.4	0.72	0.54	495.1	0.74	0.53
层次	178.5	0.96	0.41	1 285	7.17	<0.01	1 687	2.53	0.06
处理 × 层次	56.18	0.30	0.97	34.33	0.19	0.99	115.0	0.17	0.99

### 2.2 土壤 DIC、DOC 和 TDC 储量的季节变化

土壤 DIC、DOC 和 TDC 储量表现出明显的季节变化特征(表 3,  $p < 0.01$ )。对照处理(ALN)土壤 DIC、DOC 和 TDC 含量均表现为 4 月最高,10 月最低,6 月和 8 月相差不大。不同  $\text{CO}_2$  浓度和施氮处理下,0 ~ 40cm 土壤 DIC、DOC 和 TDC 储量变化范

围分别为 47.50 ~ 64.29  $\text{g m}^{-2}$ 、43.12 ~ 56.74  $\text{g m}^{-2}$ 、90.62 ~ 121.03  $\text{g m}^{-2}$ ,DIC 含量略高于 DOC 含量(图 2a ~ 图 2c)。此外,月份与处理之间有显著的交互作用。与 6 月和 10 月相比,4 月和 8 月土壤可溶性碳含量对  $\text{CO}_2$  浓度富集和氮素输入响应更加敏感。



注: 同一月份不同字母表示不同处理间差异显著

图 2 不同处理样方土壤 DIC、DOC、TDC 储量的季节变化

表 3 CO<sub>2</sub> 浓度富集/施氮处理、月份及其交互作用对土壤可溶性碳储量影响的双因素方差分析结果

变异来源	DIC 含量			DOC 含量			TDC 含量		
	MS	F	p	MS	F	p	MS	F	p
处理	10.05	1.77	0.17	4.62	1.22	0.32	28.18	1.75	0.18
月份	365.9	64.39	<0.01	279.0	73.80	<0.01	1 250	77.62	<0.01
处理 × 月份	11.35	2.00	0.07	8.31	2.20	0.05	37.25	2.31	0.04

## 3 讨论

### 3.1 CO<sub>2</sub> 富集和施氮对土壤 DIC 含量的影响

土壤 DIC (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 和 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) 主要来源于土壤母质, 受降水输入、生态系统蒸散 (土壤蒸发和植物蒸腾) 导致的水分收支平衡以及土壤酸碱度的支配。由于自然生态系统土壤 DIC 含量较土壤 DOC 的含量低, 在陆地生态系统碳平衡研究中常常被忽略, 有关土壤 DIC 动态变化对大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高的响应知之甚少。土壤中无机碳普遍存在一个平衡:  $H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$ , 土壤孔隙中 CO<sub>2</sub> 浓度、水分含量的增加会推动方程向右变化, 导致土壤 DIC 增加; 相反, 施肥导致土壤变酸, 导致方程向左转变, CO<sub>2</sub> 排放增加, 土壤 DIC 含量减少。本研究发现施氮和 CO<sub>2</sub> 浓度富集没有显著改变土壤 DIC 含量, 一方面与处理时间较短有关, CO<sub>2</sub> 富集和氮素输入没有显著影响土壤水分沿着土壤剖面上下移动 (向下淋溶

和毛细管上移), 土壤酸化现象也不明显。另一方面, 研究结果也说明 CO<sub>2</sub> 扩散进入土壤和 CO<sub>2</sub> 排放至大气两个过程在一定程度上互相抵消。

### 3.2 CO<sub>2</sub> 富集和施氮对土壤 DOC 含量的影响

土壤 DOC 主要来源于植物根系分泌以及凋落物和土壤有机质的分解, 而 DOC 消耗主要通过微生物生物化学氧化和向下淋溶<sup>[15]</sup>。不同处理样方土壤 DOC 浓度随土壤深度增加呈现递减趋势, 与凋落物归还及微生物活性随土壤深度增加而减小有关<sup>[16]</sup>。此外, 土壤扰动以及 DOC 的垂直渗漏导致整个土壤剖面 DOC 含量变化不太剧烈。土壤 DIC 和 DOC 有显著的季节变化。4 月份最高, 对应于冬小麦的生长旺季, 气温回升快, 微生物转化也较快; 10 月份是大豆的收获末期, 较低的土壤 DOC 含量归因于地上作物残体移除归还量减少, 以及气温下降微生物活动减弱<sup>[17]</sup>。

本研究结果表明, CO<sub>2</sub> 浓度富集倾向于降低土壤 DOC 储量, 尤其是在 4 月份冬小麦生长旺季。增

加施氮量没有显著改变土壤 DOC 储量,而 CO<sub>2</sub> 浓度富集和增加施氮量耦合作用显著增加了土壤 DOC 储量,8 月份该响应尤为显著。相关研究表明,CO<sub>2</sub> 浓度升高会显著刺激植物的光合作用,增加凋落物和根系分泌物的归还量,为木质素和纤维素分解菌群落提供更多的可利用基质;加之农田土壤氮素为非限制性因子,刺激了微生物对土壤 DOC 的利用,释放更多的 CO<sub>2</sub> 至大气中,降低了土壤 DOC 的含量<sup>[11, 18-20]</sup>。但是,CO<sub>2</sub> 浓度富集和增加施氮量耦合作用倾向于增加土壤 DOC 储量,主要是因为 CO<sub>2</sub> 富集导致生态系统产生渐进式氮限制,增加施氮量一定程度上缓解了土壤微生物对有效氮的需求,增加了土壤微生物分解能力和 DOC 含量<sup>[21-24]</sup>。然而,土壤 DOC 储量取决于作物残体微生物分解产生和利用之间的平衡,由于 CO<sub>2</sub> 熏蒸时间较短,以及其他管理措施的影响,导致研究期间土壤 DOC 储量没有显著变化,即土壤 DOC 产生与消耗基本持平。

## 4 结 论

短期内 CO<sub>2</sub> 浓度富集倾向于降低华北平原农田土壤 DIC 和 DOC 储量,增加施氮量影响不显著,而 CO<sub>2</sub> 浓度富集和增加施氮量耦合作用显著增加了土壤 DOC 储量。并且,土壤可溶性碳储量变化对 CO<sub>2</sub> 富集和施氮的响应具有季节特异性。土壤微生物活性是影响 DOC 产生和消耗的重要因素,CO<sub>2</sub> 富集会导致土壤氮素有效性下降。此外,CO<sub>2</sub> 浓度富集也会显著改变土壤 DIC 含量,应该加以重视。因此,在未来大气 CO<sub>2</sub> 浓度增加情景下,适当增加氮肥输入量可能是维持华北平原农田土壤有机碳平衡的一种优先选择。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 邓祥征,姜群鸥,林英志,等. 中国农田土壤有机碳储量变化预测. 地理研究,2010,29(1):93—101
- [ 2 ] IPCC. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the fourth assessment report of the ipcc intergovernmental panel on climate change. New York: Cambridge University Press, 2007
- [ 3 ] Luo Y Q, Field C, Jackson R B, et al. Does nitrogen constrain carbon cycling, or does carbon input stimulate nitrogen cycling? Ecology, 2006, 87: 3—4
- [ 4 ] 丁雪丽,韩晓娟,乔云发,等. 农田土壤有机碳固存的主要影响因素及其稳定机制. 土壤通报,2012,43(3):737—744
- [ 5 ] 邓爱娟,申双和,张雪松,等. 华北平原地区麦田土壤呼吸特征. 生态学杂志,2009,28(11):2286—2292
- [ 6 ] Navas M L, Guillerm J L, Fabreguettes J, et al. The influence of elevated CO<sub>2</sub> on community structure, biomass and carbon balance of mediterranean old-field microcosms. Global Change Biology, 1995, 1(5): 325—335
- [ 7 ] 赵平,彭少麟. 大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高与森林群落结构的可能性变化. 生态学报,2000,20(6):1090—1096
- [ 8 ] 段洪浪,刘菊秀,邓琦,等. CO<sub>2</sub> 浓度升高与氮沉降对南亚热带森林生态系统植物生物量积累及分配格局的影响. 植物生态学报,2009,33(3):570—579
- [ 9 ] 吴伊波,崔骁勇. 草地植物根系碳储量和碳流对 CO<sub>2</sub> 浓度升高的响应. 生态学报,2009,29(1):378—388
- [ 10 ] 王英舜,史激光. 典型草原区生长季大气 CO<sub>2</sub> 浓度特征分析. 中国农学通报,2010,26(13):363—365
- [ 11 ] 赵光影,刘景双,王洋,等. CO<sub>2</sub> 浓度升高和氮输入影响下湿地生态系统 CO<sub>2</sub> 排放研究. 农业现代化研究,2009,30(2):220—224
- [ 12 ] Kou T J, Zhu J G, Xie Z B, et al. Effect of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration on soil and root respiration in winter wheat by using a respiration partitioning chamber. Plant and Soil, 2008, 299(1/2): 237—249
- [ 13 ] 韩荣青,潘韬,刘玉洁,等. 华北平原农业适应气候变化技术集成创新体系. 地理科学进展,2012,31(11):1537—1545
- [ 14 ] 郝兴宇,林而达,杨锦忠,等. 自由大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高对夏大豆生长与产量的影响. 生态学报,2009,29(9):4595—4603
- [ 15 ] McGill W, Hunt H, Woodmansee R, et al. Phoenix, a model of the dynamics of carbon and nitrogen in grassland soils. Ecological Bulletins, 1981, 33: 41—115
- [ 16 ] 郭嘉,张卫建,户其亮,等. 大气 CO<sub>2</sub> 浓度倍增对稻田生态系统钙、镁、硅离子流失的潜在影响. 中国科学: C 辑,2008, 38(6):558—564
- [ 17 ] Prechtel A, Alewell C, Michalzik B, et al. Different effect of drying on the fluxes of dissolved organic carbon and nitrogen from a Norway spruce forest floor. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2000, 163(5): 517—521
- [ 18 ] Yang L X, Wang Y L, Kobayashi K, et al. Seasonal changes in the effects of free-air CO<sub>2</sub> enrichment (FACE) on growth, morphology and physiology of rice root at three levels of nitrogen fertilization. Global Change Biology, 2008, 14(8): 1844—1853
- [ 19 ] Liu W Q, Liu B Y, Lei C Y, et al. Physiological responses of *Pogonatum cirratum* subsp. *fuscatum* living in different habitats to simulated nitrogen deposition. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(6): 291—297
- [ 20 ] Heath J, Ayres E, Possell M, et al. Rising atmospheric CO<sub>2</sub> reduces sequestration of root-derived soil carbon. Science, 2005, 309(5741): 1711—1713
- [ 21 ] Haynes R J. Labile organic matter as an indicator of organic matter quality in arable and pastoral soils in New Zealand. Soil Biology & Biochemistry, 2000, 32(2): 211—219
- [ 22 ] Li Z, Yagi K, Sakai H, et al. Influence of elevated CO<sub>2</sub> and nitrogen nutrition on rice plant growth, soil microbial biomass, dissolved organic carbon and dissolved CH<sub>4</sub>. Plant and Soil, 2004, 258(1/2): 81—90

- [23] 张文会,刘立科,苗秀莲,等. CO<sub>2</sub>倍增及 UV-B 增强对大豆植株生长和根际微生物的影响. 西北植物学报, 2009, 29(4):724—732
- [24] Dijkstra P, Hymus G, Colavito D, et al. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub> stimulates aboveground biomass in a fire-regenerated scrub-oak ecosystem. *Global Change Biology*, 2002, 8(1): 90—103

(责任编辑:卢 萍)

## 《土壤学报》2012 年度优秀论文评选揭晓

《土壤学报》2012 年度优秀论文评选活动已于近期结束。经本刊编委推荐和评选,共评出优秀论文奖 10 篇,涵盖土壤地理与土壤信息、土壤物理与土壤侵蚀、土壤化学、土壤生物、植物营养、土壤肥力、土壤管理等版块。现将获奖名单公布如下(详见附件),并授予年度优秀论文证书,给予适当奖励。

《土壤学报》编辑部  
二〇一三年十二月二日

附件:

《土壤学报》2012 年度优秀论文奖获奖名单(以版块顺序排序)

序号	论文题目	论文作者	第一作者单位	卷期页码
1	同时估测土壤全氮、有机质和速效氮含量的光谱指数研究	张娟娟,田永超,姚霞,曹卫星,马新明,朱艳	南京农业大学国家信息农业工程技术中心,河南农业大学信息与管理科学学院	49(1):50-59
2	基于 T-S 模糊模型的 TDR 土壤水分传感器标定方法研究	胡月明,卢启福,薛月菊,陈联诚	华南农业大学信息学院	49(2):389-393
3	水土保持措施对黄土高原小流域重力侵蚀的调控机理研究	于国强,李占斌,张茂省,裴亮	中国地质调查局西安地质调查中心,西北大学地质学系	49(4):646-654
4	温室气体排放量空间尺度扩展方法的误差来源分析——以 CH4MOD 模型为例	郭森,遆超普,蔡祖聪,颜晓元	中国科学院南京土壤研究所	49(5):916-923
5	低分子量有机酸对可变电荷土壤铝活化动力学的影响	李九玉,徐仁扣,龙伦明	土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所)	49(4):708-715
6	土壤有机/无机胶体凝聚的光散射研究	朱华玲,李航,贾明云,田锐	西南大学资源环境学院	49(3):409-416
7	不同施肥模式对绿洲农田土壤微生物群落丰度与酶活性的影响	李晨华,贾仲君,唐立松,吴宇澄,李彦	中国科学院新疆生态与地理研究所	49(3):567-574
8	小麦-玉米轮作体系下氮肥对长期不同施肥处理土壤氮含量及作物吸收的影响	梁斌,赵伟,杨学云,周建斌	西北农林科技大学资源环境学院	49(4):748-757
9	磷在潮土肥层微域中的迁移和转化	杜振宇,王清华,周健民,王火焰	山东省林业科学研究院	49(4):725-730
10	不同灌溉方式对保护地土壤酸化特征的影响	李爽,张玉龙,范庆锋,虞娜,刘畅	沈阳农业大学土地与环境学院	49(5):909-915