

# 我国东部样带土地利用方式对温室气体排放通量的影响<sup>\*</sup>

李玉娥 林而达 谢军飞

杨志伟

(中国农业科学院农业气象研究所 北京 100081) (中国农业科学院草原研究所 呼和浩特 730020)

**摘要** 以中国东部南北样带为平台,以典型森林和草地生态系统为对象,测定研究了不同生态系统中土壤温室气体排放通量与吸收规律。

**关键词** 土地利用 温室气体 通量 南北样带

**Impact of land use on the emission fluxes of greenhouse gas in North-South Transection of Eastern China.** LI Yu-E, LIN Er-Da, XIE Jun-Fei (Institute of Agricultural Meteorology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China), YANG Zhi-Wei (Institute of Grassland, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 730020, China). *CJEA*, 2005, 13(2): 152~154

**Abstract** The North-South Transection of Eastern China is used as a working platform for the study on the emissions and removals of greenhouse gases from forest, grassland and farmland ecosystems.

**Key words** Land use, Greenhouse gas, Flux, North-South Transect

(Received Dec. 14, 2003; revised Jan. 23, 2004)

自1850~1998年间约2700(±200)亿tC因化石燃料燃烧和水泥生产以CO<sub>2</sub>形式排放到大气中,约1360(±550)亿tC排放是因土地利用变化所致,且大部分产生于森林生态系统,导致大气CO<sub>2</sub>含量增加1760(±100)亿tC,其浓度由约285mg/kg增至366mg/kg<sup>[2]</sup>。土地利用及其变化也影响CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O的排放,许多研究表明陆地生态系统吸收大气中的CH<sub>4</sub><sup>[3,4]</sup>,好气土壤是对流层CH<sub>4</sub>的第2吸收汇,吸收汇强度占全球CH<sub>4</sub>排放总量的10%~15%。土壤受到扰动后CH<sub>4</sub>吸收强度降低,天然草地开垦后土壤CH<sub>4</sub>吸收率降低35%。森林砍伐可导致N<sub>2</sub>O排放通量的增加,还可能减弱森林CH<sub>4</sub>吸收汇,甚至使森林成为CH<sub>4</sub>排放源<sup>[1]</sup>,新砍伐的森林CH<sub>4</sub>排放约为附近未受干扰森林的3倍。目前我国对森林生态系统和草原生态系统土壤温室气体排放的研究尚少见报道,而对不同气候森林生态系统温室气体排放对比、农田转变为草地以及退耕还草后对温室气体排放的影响研究尚属空白。本研究探讨了我国东部样带不同土地利用方式对温室气体排放通量的影响,为该区合理利用土地提供依据。

## 1 研究方法

试验分别于1997年5月和1998年开始研究选择中国东部样带寒温带森林生态系统、人工林地和采伐迹地(黑龙江省帽儿山),亚热带森林生态系统、人工林地和采伐迹地(广东省鼎湖山),温带天然草场、恢复草场和玉米地(内蒙古自治区皇甫川)等不同农业系统并测定其温室气体(CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O)排放通量及吸收量,测定时间分别为每年1、4、7、10月份的第2周,连续测定5d以反映不同生态系统土壤温室气体排放通量的季节变化。取样装置为封闭式测定箱,体积14.7L,测定箱顶端安装2通阀用于采集气体,测定箱封闭时间为30min。在测定温室气体排放通量的同时,测定不同生态系统的气温及5cm和10cm土层土壤温度。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同气候带林地温室气体排放通量比较

寒温带与亚热带森林生态系统土壤CO<sub>2</sub>排放通量比较。不同气候带森林生态系统土壤CO<sub>2</sub>排放通量均具有明显季节分布规律,呈夏季排放量高、冬季排放量低的特点。但土壤CO<sub>2</sub>排放通量年变幅鼎湖山森

<sup>\*</sup> 国家重点基础研究(973)发展规划项目(2002CB412500-8)资助

收稿日期:2003-12-14 改回日期:2004-01-23

林生态系统低于帽儿山森林生态系统,7月份土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量鼎湖山森林生态系统低于帽儿山森林生态系统,其他季节鼎湖山森林生态系统均高于帽儿山森林生态系统,这主要与土壤温度的季节变化相关(见图 1)。不同季节土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量鼎湖山森林生态系统为 5.8~39.3 kg/hm<sup>2</sup>·d(C,下同),而帽儿山森林生态系统为 0.0~61.5

kg/hm<sup>2</sup>·d。土壤平均 CO<sub>2</sub> 排放通量鼎湖山森林生态系统高于同期帽儿山森林生态系统,分别为 15.8 kg/hm<sup>2</sup>·d 和 13.4 kg/hm<sup>2</sup>·d。相同地区人工林、天然林和采伐迹地土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量不同,帽儿山森林生态系统红松林、白桦林和采伐迹地土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量相差较大,采伐迹地明显高于红松林和白桦林,其顺序依次为采伐迹地>红松林>白桦林(见图 2),土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量采伐迹地分别比红松林和白桦林高 31% 和 38%。鼎湖山季风阔叶林、人工松林和采伐迹地土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量相差较小,平均 CO<sub>2</sub> 排放通量分别为 17.5 kg/hm<sup>2</sup>·d、18.2 kg/hm<sup>2</sup>·d 和 16.6 kg/hm<sup>2</sup>·d。

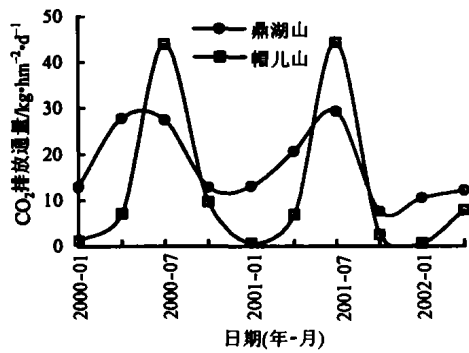


图 1 不同气候带森林生态系统土壤平均 CO<sub>2</sub> 排放通量比较  
Fig. 1 Comparison of soil CO<sub>2</sub> emission from forest ecosystem located at different climatic regions

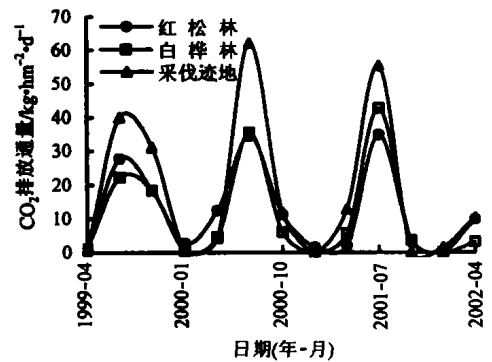


图 2 帽儿山森林生态系统不同林地土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量比较  
Fig. 2 Comparison of soil CO<sub>2</sub> emissions from different forest lands in Maershan forest ecosystem

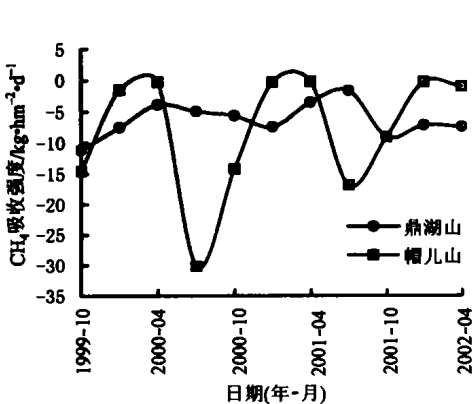


图 3 不同气候带森林生态系统土壤 CH<sub>4</sub> 吸收通量比较  
Fig. 3 Comparison of soil CH<sub>4</sub> uptake rate by forest ecosystem located at different climatic regions

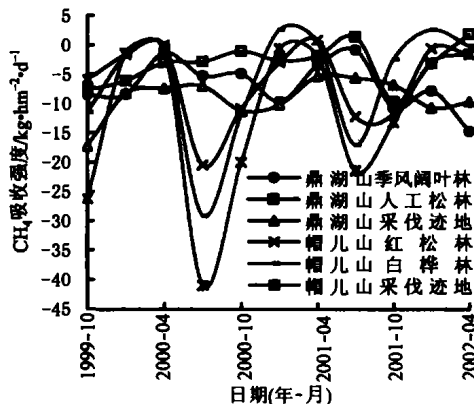


图 4 不同林地土壤 CH<sub>4</sub> 吸收通量比较  
Fig. 4 Comparison of soil CH<sub>4</sub> uptake rate by different forest lands

迹地土壤 CH<sub>4</sub> 吸收强度不同,帽儿山不同林地和采伐迹地间 CH<sub>4</sub> 吸收率相差较大(见图 4)。帽儿山森林生态系统土壤 CH<sub>4</sub> 吸收强度依次为采伐迹地>白桦林>红松林,白桦林和红松林林地 CH<sub>4</sub> 吸收强度相差较小。鼎湖山各森林生态系统土壤 CH<sub>4</sub> 吸收强度依次为采伐迹地>季风阔叶林>人工松林(见图 4)。

寒温带与亚热带森林生态系统土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量比较。森林生态系统为 N<sub>2</sub>O 排放源,不同季节其排放通量为 -2.39~39.6 g/hm<sup>2</sup>·d(N,下同)。除 2000 年 7 月份土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量帽儿山森林生态系统高于鼎湖山森林生态系统外,其他各季节鼎湖山森林生态系统均高于帽儿山森林生态系统,这主要受气温和土壤温度的影响所致。土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量鼎湖山森林生态系统为 1.7~39.6 g/hm<sup>2</sup>·d,帽儿山森林生态系统为 -2.35~23.46 g/hm<sup>2</sup>·d,2 个站点的土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量均为 1 月份最低,7 月份最高(见图 5)。

2.2 天然草地、退耕草地及农田土壤温室气体排放通量比较

1998~2001 年 10 月观测结果表明,天然草地、农田和农田退耕还草后草地土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量分别为 5.84 kg/hm<sup>2</sup>·d、7.37

寒温带与亚热带森林生态系统土壤 CH<sub>4</sub> 排放通量比较。森林生态系统土壤 CH<sub>4</sub> 吸收通量具有明显季节分布规律,特别是寒温带森林生态系统该特点更为明显。土壤 CH<sub>4</sub> 吸收强度季节变化帽儿山森林生态系统明显高于鼎湖山森林生态系统,冬季吸收强度大于夏季,干旱少雨季节林地 CH<sub>4</sub> 吸收强度大于多雨季节(见图 3)。相同地区人工林、天然林和采伐迹地土壤 CH<sub>4</sub> 吸收强度不同,帽儿山不同林地和采伐迹地间 CH<sub>4</sub> 吸收率相差较大(见图 4)。

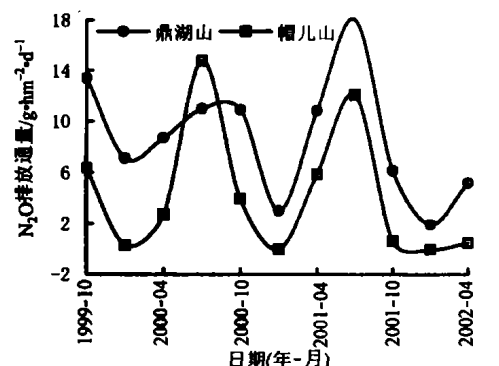


图 5 不同气候带森林生态系统土壤平均 N<sub>2</sub>O 排放通量比较  
Fig. 5 Comparison of soil N<sub>2</sub>O emission from forest ecosystem located at different climatic regions

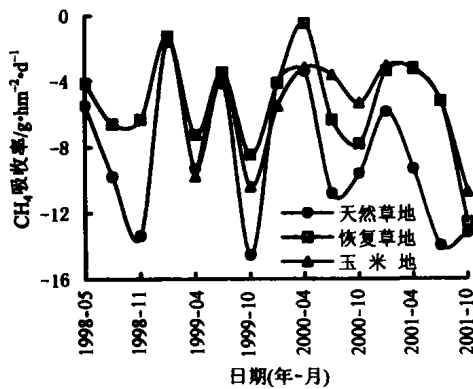


图 6 土地利用方式变化对土壤 CH<sub>4</sub> 吸收率的影响

Fig. 6 The impacts of land use changes on CH<sub>4</sub> uptake rate

kg/hm<sup>2</sup>·d 和 7.56kg/hm<sup>2</sup>·d,天然草地比农田和恢复草地分别低 20.76% 和 22.75%,这可能是由于人为因素对土壤扰动的增加加速了土壤有机碳的分解,且返还到土壤中的有机物量增加,土壤中易分解有机碳含量增加,从而导致退耕草地和农田土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量增加。农田转变为草地后并未立刻减少土壤 CO<sub>2</sub> 排放,不同季节对皇甫川天然草地、退耕草地和农田 CH<sub>4</sub> 吸收测定结果表明,天然草地转变为农田或农田转变为草地后,土壤对大气 CH<sub>4</sub> 的吸收能力均低于天然草地对大气 CH<sub>4</sub> 的吸收能力(见图 6),尤其冬季土壤受到扰动后对大气 CH<sub>4</sub> 吸收能力降低更加明显,即使农田转变为草地,减少土壤扰动后,土壤对 CH<sub>4</sub> 的吸收能力也不能立即恢复。天然草地转变为其他利用方式后 CH<sub>4</sub> 吸收率降低的原因可能是由于施肥、农田灌溉和对土壤扰动所致。草地转变为农田后 N<sub>2</sub>O 排放通量增加,其原因可能是由于 N 肥投入量增加和土地扰动加剧所致。1999 年内蒙古达拉特旗草地试验站观测结果表明,草地转变为玉米地后其 N<sub>2</sub>O 排放通量均高于天然草地,玉米生育期间平均 N<sub>2</sub>O 排放通量为 9.23g/hm<sup>2</sup>·d,牧草生长期间平均 N<sub>2</sub>O 排放通量为 4.1g/hm<sup>2</sup>·d,生长季节土地利用方式发生变化后 N<sub>2</sub>O 排放量增加 125%。皇甫川天然草地、退耕草地和农田土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量具有明显的季节变化,一般夏季排放强度高于冬季。草地转变为农田后 N<sub>2</sub>O 排放通量增加,但农田再恢复到草地后土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量降低,且高于天然草地(见表 1)。

表 1 天然草地、退耕草地和农田土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量比较

Tab. 1 Comparison of soil N<sub>2</sub>O emission from natural grassland, revegetation grassland and farmland

日期(年-月) Date(year-month)	N <sub>2</sub> O 排放通量/kg·hm <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O emission			日期(年-月) Date(year-month)	N <sub>2</sub> O 排放通量/kg·hm <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O emission		
	天然草地 Natural grassland	退耕草地 Revegetation grassland	玉米地 Maize land		天然草地 Natural grassland	退耕草地 Revegetation grassland	玉米地 Maize land
1999-04	0.86	1.38	2.45	2000-10	0.18	2.01	2.80
1999-07	1.58	2.79	4.24	2001-01	-2.60	-0.56	0.02
1999-10	0.18	1.46	1.80	2001-04	0.16	0.90	1.07
2000-01	0.69	1.04	1.37	2001-07	0.42	2.34	2.93
2000-04	0.42	0.90	2.07	2001-10	1.86	0.55	-0.38
2000-07	1.35	2.70	4.69				

### 3 小 结

森林、草地以及旱地农田土壤均为 CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>O 排放源,为大气 CH<sub>4</sub> 吸收汇;森林、草地及旱地农田土壤温室气体排放呈明显的季节变化,夏季 CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>O 排放通量高,但对 CH<sub>4</sub> 吸收率低;土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量的季节变化幅度寒温带森林生态系统高于亚热带森林生态系统,这可能与不同气候区温度变化特点有关;寒温带森林生态系统土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量采伐迹地明显高于红松林和白桦林;土壤 CH<sub>4</sub> 吸收通量寒温带森林生态系统明显高于亚热带森林生态系统;草地转变为农田后土壤 CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O 排放通量增加,土壤对 CH<sub>4</sub> 吸收能力降低,退耕还草后并未明显降低土壤 CO<sub>2</sub> 排放通量和对 CH<sub>4</sub> 吸收通量,但退耕还草后土壤 N<sub>2</sub>O 排放通量明显低于农田 N<sub>2</sub>O 排放通量。

### 参 考 文 献

- 1 李克让主编. 土地利用变化和温室气体净排放与陆地生态系统碳循环. 北京: 气象出版社, 2002
- 2 Watson R. T., Noble I. R., Bolin B., et al. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Cambridge: Cambridge University Press, 2000
- 3 Keller M., Mitre M. E., Stallard R. F. Consumption of atmospheric methane in soils of central panama: Effect of agricultural development. Global Biogeochem Cycles, 1990, 4: 21~27
- 4 Mosier A. R., Schimel D. S. Influence of agricultural nitrogen on atmospheric methane and nitrous oxide. Chemistry and Industry, 1991, 23: 874~876