Journal of Arid Land Resources and Environment

文章编号:1003 - 7578(2007)06 - 108 - 06

青海海北高寒湿地近地层大气 CO2浓度的变化特征

李英年1,徐世晓1,赵亮1,张法伟1,2,赵新全2

(1. 中国科学院西北高原生物研究所,西宁 810001;2. 中国科学院研究生院,北京 100049)

提 要:采用快速响应红外气体分析仪对青海海北高寒湿地大气 CO2浓度进行连续监测, 分析 2004 年 CO₂浓度变化特征表明,CO₂浓度存在明显的日、季变化,日、年内均表现"U"型 变化特征。这些变化与植被生理活动、土壤呼吸、大气逆温层、及湍流交换强度等有关。自 1 月到 7 月 CO_2 浓度的日变化过程中,日最高值出现时间在日出前后的 5:00 到 9:00,并随 7 月 的到来逐渐提早,日出后下降,约在下午15:00左右为最低,日落后又逐步升高。7月以后日 最高值出现时间随时间推移又滞后,最低提早。一年中,月平均浓度最低值出现在7月份,最 高值则在 10 月。观测表明,2004 年海北高寒湿地 CO2 年平均浓度为 315.3 µmol /mol,月平均 最高为 335.0µmol /mol(10 月) .月平均最低值为 270.1µmol /mol(7 月)。统计海北高寒湿地 旬平均 CO2浓度与气象因素线性相关关系表明,海北高寒湿地 CO2浓度与大多数气象因子有 显著的负相关关系,但与土壤温度、气压、相对湿度等的相关关系不明显。

关键词:高寒湿地;近地大气; CO2浓度;日、季节变化特征

中图分类号: P402 文献标识码: A

政府间气候变化委员会报告指出[1,2]:过去 100 年,由于人类活动(如:化石燃料使用、土地利用、农业 生产) 等影响,大气中许多温室效应气体浓度急剧上升。其中最主要的当属 CO2, 其全球平均浓度已从工 业革命前的 280µmol/ mol 上升到 1992 年的 280µmol/ mol ,2000 年达到 368µmol/ mol 。在这一期间全球 平均气温上升了 0.3 ~ 0.6 。据预测 2100 年大气 CO₂浓度将上升到 490 ~ 1260µmol/ mol^[2]。CO₂浓度 升高带来的负面影响诸如全球气候变暖、区域降水分布不均,土壤水分状况变得混乱等,严重冲击着人类 赖以生存的生态环境和社会经济的可持续发展,也波及到植被分布、生物生产力改变,以及植物生长规律 发生变化等一系列问题。因此,如何减少 CO2等主要温室气体的排放已成为各国政府和科学家面临的重 要研究课题。定量研究温室气体,特别是全球碳平衡及碳循环研究,已成为国际生态界的焦点,对保护生 态环境和社会可持续发展变得十分紧迫和重要。世界气象组织与美国国家海洋和大气局等在世界各地已 建立了很多大气 CO2观测站。同时许多国家开展了区域性大气 CO2监测[3-10],有的还对城市大气 CO2进 行了观测[8,11]。

近几年,我国在大气 CO2浓度监测和研究方面也取得较大的发展[7-11],但很少涉及青藏高原高寒湿地 大气 CO2浓度的监测与研究。中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站(海北站)以中国科学院知识创新 工程重大项目"中国陆地和近海生态系统碳收支研究 '和中日合作项目" 温带高山草原生态系统的碳素动 态和温暖化影响研究 '开展为契机,利用上述项目所提供的微气象设备,具备了利用涡度相关技术和箱式 法手段,开展高寒矮嵩草(Kobresia tibetica)草甸、金露梅(Potentilla fruticosa)灌丛草甸以及高寒湿地藏 嵩草(Kobresia tibetica)沼泽化草甸的大气一植被系统 CO2和水热通量等的长期定位观测,并取得了初步 的研究结果。本文主要利用涡度相关技术所观测的 CO2 资料 ,对分布于青藏高原高寒湿地近地表层 CO2

作者简介: 李英年(1962 -),男,高级工程师,从事生物气象研究工作。E- mail:ynli@nwipb.ac.cn

^{*} 收稿日期: 2006 - 04 - 27。

基金项目:中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-SW-01-01A)、国家重点基础研究发展规划项目(2002CB412501)、中日合 作"以 21 世纪亚洲陆地生态系统碳管理为目标的综合碳收支研究"及中日合作"亚太地区环境创新战略计划(APEIS)"资

浓度变化予以报道。

1 研究资料及自然概况

1.1 研究区自然概况

海北站地处青藏高原东北隅祁连山北支冷龙岭东段南麓坡地,地理位置为 37 29 ~ 37 45 N,101 12 ~ 101 23 E,站区地形开阔,海拔在 3200 ~ 3600m。该地位于亚洲大陆腹地,具明显的高原大陆性气候,夏季风影响微弱。受高海拔条件制约,气温极低,无明显四季之分,仅有冷暖二季之别,干湿季分明,空气稀薄,大气透明度高,辐射强烈。年平均气温 - 1.7 ,最热月的 7 月平均气温为 9.8 ,最冷的 1 月平均气温为 - 15.1 。年降水量约 580mm,植物生长季的 5 ~ 9 月降水占年降水量的 80 %,冷季的 10 ~ 翌年 4 月长达 7 个月时间仅占年降水量的 20 %。年内日照充足,在植物生长期日平均仍达 6.5h。年内相对无霜期约为 20d,在最热的 7 月仍可出现霜冻、结冰、降雪(雨夹雪)等天气现象。表现出冷季寒冷、干燥、漫长,暖季凉爽、湿润、短暂 121。

特殊的自然环境及其青藏高原的隆起过程,造就了适应寒冷湿中生的多年生草本植物群落,形成了以矮嵩草草甸、金露梅灌丛草甸、小嵩草(Kobresia pygmaea)草甸、藏嵩草沼泽化草甸为主要建群种的不同植被类型。牧草生长低矮,初级生产力低等[12]。土壤以洪积—冲积物(滩地)、坡积—残积(坡地)及古冰水沉积母质在不同水热条件下,受植被改造发育在滩地多为草毡寒冻雏形土(Mat - Cryic Cambisols)、山地阴坡多分布暗沃寒冻雏形土(Mol - Cryic Cambisols)、沼泽地为有机寒冻潜育土(Organic Cryic Gleysols)。土壤发育年轻,土层浅薄,有机质含量丰富等特征[12]。

1.2 研究材料

本研究在海北站东南方 $1.5 \, \mathrm{km}$ 处藏嵩草沼泽化草甸的高寒湿地进行。区域地形开阔,地势平坦,具有足够大"风浪区",数据采集为涡度相关技术观测系统,系统由一个三维超声风速仪 (CSA T3,CAMPBELL,USA)、一个快速响应的红外气体分析仪 (LI-7500,LI-COR Lnc.,USA) 和 2 层常规气象观测系统组成。系统采样频率为 $10 \, \mathrm{Hz}$,经系统处理后输出半小时平均数据。文中应用到的资料为 2004 年全年 CO_2 浓度每半小时输出的观测值,单位为 $\mu \, \mathrm{mol} \cdot \mathrm{mol}^{-1}$ 。因观测仪器在有降水,或夜间受结露、霜冻等凝结或融霜水产生时,数据观测精度受到影响,另受停电等影响造成部分数据缺测,实际有效数据约 $90 \sim 95\%$ 。在进行数据整理时,对全天缺测的数据选择就近同类型天气状况的资料替代,以内插法插部夜间因结露造成的缺测数据。

2 结果与分析

2.1 高寒湿地不同季节近地层 CO2浓度的日变化

图 1 绘出了海北高寒湿地 1 月、4 月、7 月和 10 月 0:00 到 23:30 (北京时,下同) 每半小时为步长的平均日变化情况。可以看出,大气CO₂浓度一年四季都存在明显的日变化过程,但不同季节其 CO₂浓度的日变化既有相似的变化规律,又因季节不同,其日变化幅度及其所表现的数值不同。

由图 1 看到,在冬季(1 月),CO₂ 日平均浓度 最高值出现在上午 9:00 左右,达 334.3µmol · mol · ,日出后的 10:00 开始缓慢下降,下午 14:00 ~16:30 左右为最低,月平均日最低可降低到 325.9µmol · mol · ,以后逐渐升高。春季(4 月), CO₂浓度日最高值出现时间较 1 月提早,约出现在 6:00 到 8:00 之间,月平均日最高达 317.2µmol

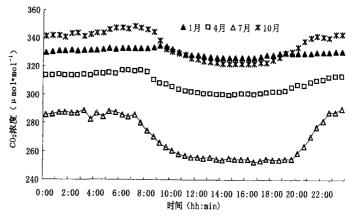


图 1 2004 年不同季节海北高寒湿地 CO₂浓度的日变化

Fig. 1 Diurnal variation of CO₂ concentration in alpine swamp in the Northern Qinghai during different seasons in 2004

·mol⁻¹,而最低时间出现在 14:30 左右,月平均日最低为 299.64mol ·mol⁻¹。随时间进程,依太阳高度角加大,

日照时间延长、CO2浓度最高值出现时间继续提早,而日最低值出现时间滞后。 如夏季的 7月月平均日最高出现 时间约在 5:00 左右,约 288. lµmol · mol ¹,日最低出现在下午的 17:00 左右,为 252. 9µmol · mol ¹。到 10 月,日 照时间缩短,CO2浓度日最高值出现时间比夏季又滞后,出现在早晨的7:00 左右,为348.64mol ·mol ·,日最低 出现在下午 14:30~16:30 之间,约为 321.9 mol·mol·s.月平均日变化还表现出,冷季日变化振幅小, 暖季大。如夏季 7 月日变化振幅为 35.5 µmol·mol¹大于秋季(10 月为 26.7 µmol·mol¹),冬季 1 月平 均日振幅为 8. 4μmol mol ,为最小,春季次小(4 月月平均日振幅为 17. 6μmol mol)。不论是夏季还 是冬季,其 CO2浓度均表现出从 0:00 开始缓慢上升,在日出前后达最高(冬季最高出现在日出后的 2h 内)。以后逐渐下降(夏秋季下降较冬春季迅速),11:00 左右达到较低值后在平稳变化过程中降低,下午 15:00 以后达最低,日落前又逐渐上升,日落后上升速率加快,但其上升速率小于日出后下降的速率。整 个变化过程基本表现出单峰式" U '型变化过程。

其单峰式"U"型变化过程原因表现在:1) 海北高寒湿地处在由西西北到东东南走向的大通河流域, 河谷两面为高大的达板山和冷龙岭,前者在站区偏南 18km 左右,平均山脊海拔 3700m,后者在站区北部 7km 左右处,平均山脊海拔 4000m,海北站下方 15km 和 38km 处分别为人口 2 万左右的青石嘴镇和人口 约 7 万左右的浩门镇。高大山脉的存在,使该地一年四季均可在夜晚出现逆温层[13],逆温层冬季强于夏 季,而且逆温层时间维持较长,冬季约在下午18:00 到次日10:00 左右,夏季约在下午21:00 到次日的9: 00 左右。逆温层影响减缓空气扩散,导致该地区的夜间形成较大的 CO2 浓度,次日日出后逐渐消失,才使 CO2浓度有所扩散而降低,特别是冬季的日变化与逆温层关系明显。同时,高寒湿地因冬季地表多为冰雪 面,夜间大气凝结水集聚在下垫面,日间因温度升高发生蒸发及升华过程,水分的物理运动过程导致微弱 的 CO2吸收。另外,在冬季虽然严寒,但在枯黄植被的岛状斑块土丘上,贴近地表面仍有大量的苔鲜呈现 绿色生长状态,当早晚出现水汽凝结时,也有可能发生弱的光合现象而造成微弱的 CO2吸收。当然这些特 征还有待于做深入观测和研究。2) 夏季的日变化过程主要受到植物光合作用和对流输送的影响,当然也 受到逆温层的影响。也就是说,在植物生长季的白天,光合作用明显,植物吸收大气 CO2,转换为碳水化合 物(植物生物量),同时夏季白天太阳辐射强烈,下垫面受热易产生不稳定层结的对流天气,对流旺盛且强 度大,从而增大了大气扩散率,使大气 CO2浓度降低明显;夜间因受青藏高原高海拔因素的影响,温度低,7 月的清晨气温常有下降到 0 以下的可能,植物呼吸降低,加上逆温影响,夜间 CO2沉积提高了 CO2浓度。 表现出日间 CO2 为明显的汇,夜间为明显的源。

高寒湿地 CO2浓度季节变化及与气象条件的关系

2.2.1 大气 CO2浓度季节变化特征

图 2 给出了海北高寒湿地 2004 年 1~12 月 CO2 浓度 月平均变化。图 2 表明,高寒海北湿地大气 CO2浓度季节 变化明显。总的来讲,一年中月平均浓度最低值出现在7 月份,月平均为 270. 1µmol · mol · 。最高值则在 10 月为 335.0µmol mol 1,1 月份或 11 月也表现出较高的 CO2浓 度,分别为 329.8µmol · mol ¹和 329.6µmol · mol ¹。其 中从 9 月到第 2 年的 2 月间均在 325µmol · mol · 左右 ,是 年内 CO₂较高的时期,6个月平均为329.5µmol·mol·。3

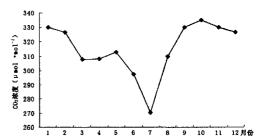


图 2 2004 年海北高寒湿地 CO2浓度的季节变化 Fig. 2 Seasonal variation of CO₂concentration of alpine swamp in the Northern Qinghai (2004)

~ 5 月和 8 月基本持平,分别保持在 309.5 µmol ·mol · 和 310.0 µmol ·mol · 左右。

在海北高寒湿地从 5 月到 7 月是植物旺盛生长阶段 ,5~6 月虽是年内土壤呼吸最强的时期[14,15] ,但 植物在发生光合时的吸收大于土壤呼吸的释放量,造成大气 CO2浓度相对下降。6~7 月植物叶面积最 大,植物蒸腾强烈,光合作用最为明显,植物干物质积累最快,可吸收大量的空气 CO2来补充植物能量的分 配,其结果导致6~7月的空气CO2浓度较低。到8月特别是8月后期植物生长进入成熟期,植物叶面积 降低,呼吸作用明显减弱,但此时土壤温度是年内的最高时期,土壤呼吸强烈,土壤释放的 CO2明显大于植 物吸收,同时附近放牧居民也从8月中旬以后陆续从夏季草场返回到高寒湿地附近的秋冬季草场,加大了 焚烧燃料 ,终久导致大气 CO2浓度开始急剧上升。

海北高寒湿地,因海拔高,天气寒冷,9~10月土壤出现日消夜冻现象,土壤较深层温度高于地表温度 和大气温度,土壤存在较大的温度梯度,较深层土壤及植物根系将产生很大的呼吸量,在温度梯度的作用

下使 CO_2 扩散至大气 ,导致大气 CO_2 浓度增高明显。随时间推移夜间冻结层加厚 ,约在 10 月中下旬开始 , 土壤形成稳定的冻结层 ,加上湿地多积水和研究地区上游来水补充的原由 ,在形成土壤冻结的同时 ,地表出现结冰面 ,冰面阻隔了土壤呼吸释放 CO_2 量 ,即大气 CO_2 浓度主要来源于它方 ,相对来讲 ,由于土壤呼吸减弱 ,大气 CO_2 浓度略有降低。这种态势将保持到次年的 4 月至 5 月初。在冬春季 , CO_2 浓度的提高 ,还受到当地居民焚烧燃料的影响 ,冬春季 ,当地居民用牛粪、煤等燃料用来取暖、烧炕、熟食等 ,且大多在下午到次日 10:00 用量最大 ,而该期间正是日间气压高 ,绝对湿度和温度很低、多静风 ,逆温强的时刻 ,大气层结稳定 ,对流难以产生 ,扩散微弱 ,也是导致日间 CO_2 浓度最高的原因之一。

自 4 月 21 日开始到 9 月 30 日,是植物生长出现由萌动发芽开始,历经返青、强度生长、稳定和折损减少等 5 个阶段。这些阶段的开始期分别对应于 4 月下旬日均气温稳定通过 0 、5 月中下旬日均气温稳定通过 3 、6 月中旬~8 月上旬日均气温稳定通过 5 的初期相一致。8 月底~9 月初牧草发育成熟,生物量在年内达到最大,并相对稳定一段时间。尔后随着气温降低,生物量不再积累而出现折损减少的现象 [12]。整个过程与 CO_2 吸收过程密切联系,其时间的同步性基本一致 [16]。从而从 CO_2 浓度的变化也可达到证实,在植物旺盛生长期 CO_2 浓度因植物的强光合作用吸收 CO_2 浓度,致使 CO_2 浓度在年内达最低。以后因植物转入停止生长和枯黄,土壤呼吸释放 CO_2 ,以及人类活动污染的影响,大气 CO_2 浓度逐渐升高。这些随季节变化过程符合自然生态系统中大气 CO_2 浓度的消长规律。

值得一提的是,海北站东南方约 $8 \sim 40 \text{km}$ 的河谷范围内,多为油菜种植区,8 月下旬到 9 月中旬期间的收割期,大量的油菜秸杆堆积在田野,有近 30 %的秸杆不能外运而就地焚烧在田野,产生的 CO_2 顺大通河谷的东南风溯源而上,将增大了实验观测区 $8 \sim 10$ 月 CO_2 的浓度。

2.2.2 影响大气 CO2浓度季节变化的因素

影响 CO₂浓度的变化是多种气象的综合。统计海北高寒湿地 CO₂浓度旬平均值与诸如温度、湿度等有关同步旬线性相关数气象因子有显著的负相关关系(图 3),数气象因子有显著的负相关关系(图 3),特别是与空气温度、太阳总辐射、地面长波与别是与空气温度、太阳总辐射、光合有效辐射、大气长波辐射、净辐射、光合有效辐射上极显著检验水平(P < 0.01 ,n = 36),表现出这些量值越大,CO₂浓度越低。而与水汽压、饱和水汽压、风速表现弱的反相关关系(P < 0.05 ,n = 36),与长波有效辐射呈现正的相关性(P < 0.05 ,n = 36),

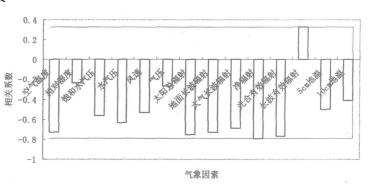


图 3 2004 年气象因素与 CO2浓度旬线性相关系数的统计结果 Fig. 3 Linear correlation between average CO2 concentration and climate factors in a period of ten days

与土壤温度有弱的负相关关系,但达不到显著性检验水平,与气压和相对湿度的相关关系也达不到显著性检验水平。其影响机理问题有待做深入讨论。

3 结语

高寒湿地草甸植被是青藏高原特有的植被类型之一,高寒湿地 CO_2 浓度在不同季节的日间,因季节不同其日最高出现时间不同,在夏季最高值一般出现在早晨的5:00 左右,冷季出现时间滞后,常在 $8:00 \sim 10:00$ 左右,而且在冷季日最高出现时间维持较长。当日出后逐渐下降(冬季下降在日出后的2h 左右)。日最低出现时间在不同季节基本一致,均出现在下午的15:00 左右,以后随日落又逐渐升高,直至早晨达最高。

海北高寒湿地冬季寒冷,气温极低,涡度相关法观测测定的温度显示,1 月平均气温为 - 17.4 ,降水稀少,10~次年 4 月降水量仅占年降水量的 80%,2004 年的 1~4 月和 10~12 月降水量为 93.5 mm,特别是 1~4 月和 11~12 月降水量只为 53.7 mm,同时冬季采暖燃烧燃料量较大,将排出大量的 CO_2 ,冬季大气层结又较稳定,对流弱,导致大气 CO_2 浓度较高。夏季温度升高,但大多的日均气温 < 10 ,7 月月平均气温为 9.5 。降水也是年内分布最多时期,如 5~9 月降水是年降水量的 80%,2004 年 5~9 月降水量达435.6 mm,水热协调配合利于植物生长,太阳光照又因海拔高,大气清洁表现充足,植物光合作用强烈,可快速固定大气中的 CO_2 ,夏季又是大气对流旺盛时期,近地面的 CO_2 可被迅速输送到高空以及周边区域,虽然该期间具有强的土壤呼吸,但光合吸收 CO_2 作用明显大于土壤的释放,导致夏季大气 CO_2 源强度较弱而汇在年内季节中最强,因而 CO_2 浓度为全年最低值。春秋季气温较低,但因强烈的太阳辐射作用下,地表吸收热量强,土壤温度相对较高,土壤呼吸明显,释放到大气的 CO_2 很高,此时虽有植物生长,但均处在营养生长阶段,导致大气 CO_2 浓度最高。就月际变化来看,月平均 CO_2 浓度在 7 月最低,10 月最高,在寒冷的冬季均表现有很高的量值。

同时,在日变化过程中,夏季日变化幅度大于冬季,春、秋季日变化振幅界于夏、冬季之间。即表明夏季日变化比冬季明显。

海北高寒湿地 CO₂浓度存在这些明显的日、季变化特征与植被生理活动、土壤呼吸、以及附近居民清晨焚烧燃料,并受早晨的逆温影响不易扩散,日间及下午又因辐射强烈,有较强的植物光合作用有关外,与空气层结不稳定,易触发空气对流有很大的关系。

观测表明,2004 年海北高寒湿地 CO_2 年平均浓度为 315. 3μ mol·mol·, 月平均最高为 335. 0μ mol·mol·(10月), 月平均最低值为 270. 1μ mol·mol·(7月)。统计海北高寒湿地 CO_2 浓度旬平均值与气象 因素旬线性相关关系表明,海北高寒湿地 CO_2 浓度与大多数气象因子有显著的负相关关系,但与土壤温度、气压、相对湿度等的相关关系不明显。

参考文献

- [1] IPCC. Climate Change 1995: The science of climate change [M]. Contribution of working group I to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University press, Cambridge, unitek kingdom and new York, 1996, 1 ~ 680.
- [2] IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis[M]. Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University press, Cambridge, unitek kingdom and new York. 2001, 1 ~ 881.
- [3] Ramanathan V, Cicerone RJ. Trace gas trends and their potential role in climate change[J]. J. Geophys. Res., 1985, 90: 5547 ~ 5566.
- [4] Further P. Studies of the comparability of baseline atmospheric CO_2 measurements [J]. Tellus, 1977, 29: 171 ~ 181.
- [5] Idso SB, Idso CD, Balling CR. Seasonal and diurnal variations of near surface atmospheric CO₂ concentration within a residential sector of the urban CO₂ dome of Phoenix, AZ, USA[J]. Atmospheric Environment, 2002, 36: 1655~1660.
- [6]温玉璞, 汤洁, 邵志清, 等. 瓦里关山大气二氧化碳浓度变化及地表排放影响的研究[J]. 应用气象学报, 1997, 8(2): 129~136.
- [7]蒋高明,黄银晓,韩兴国. 城市与山地森林地区夏秋季大气 CO2浓度变化初探[J]. 环境科学学报,1998,18(1):108~111.
- [8]王庚辰, 温玉璞, 孔琴心, 等. 中国大陆上空 CO2的本底浓度及其变化[J]. 科学通报, 2002, 47(10): 780~783.
- [9]吴家兵,关德新,赵晓松,等.长白山阔叶红松林二氧化碳浓度特征[J].应用生态学报,2005,16(1):49~53.
- [10] 王跃思, 王长科, 郭雪清, 等. 北京大气 CO2浓度日变化' 季节变化及长期趋势[J]. 科学通报, 2002, 47(14): 1108~1112.
- [11]李英年,赵新全,曹广民,等.海北高寒草甸生态系统定位站气候、植被生产力背景的分析[J].高原气象,2004,23(4):558~567.
- [12]李英年,师生波,曹广民,等. 祁连山海北高寒草甸地区微气候特征的观测研究[J]. 高原气象,2000,19(4):512~519.
- [13]曹广民, 李英年, 张金霞,等. 高寒草甸不同土地利用格局土壤 CO2 的释放量[J]. 环境科学, 2001,22(6):14~19.
- [14]曹广民, 李英年, 张金霞, 等. 环境因子对暗沃寒冻雏形土土壤 CO2释放速率的影响[J]. 草地学报, 2001, 9(4): 307~312.
- [15]赵亮, 李英年, 赵新全, 等. 青藏高原 3 种植被类型净生态系统 CO2交换量的比较[J]. 科学通报, 2005. 50(9): 926~932.
- [16]周凌晞, 温玉璞, 李金龙, 等. 瓦里关山大气 CO2本底变化[J]. 环境科学学报, 2004, 24(4): 637~642.
- [17] WMO. World data center for greenhouse gases (WDCGG) data summary[J]. WDCGG, 2000, 22:1~22.

[18] 白军红,邓伟,余国营,等. 向海湿地贴地气层中 CO₂日平均浓度空间分异特征[J]. 中国环境科学,2002,22(1):75~79.

Changes of Surface Atmospheric CO₂ Concentration in Alpine Swamp of Northern Qinghai

LI Ying - nian¹, XU Shi - xiao¹, ZHAO Liang¹, ZHANG Fa - wei^{1,2}, ZHAO Xin - quan²

- (1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008;
 - 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract

Surface atmospheric carbon dioxide concentration was measured continuously with an anemometer's temperature and open - path CO2 analyzer, and then CO2 concentration change of alpine swamp in Northern Qinghai was analyzed during 2004. It was suggested that there were distinct daily and seasonal change in CO2 concentration, present a "U" pattern changing mode during a day and a year, all those changes were correlated with vegetation physiological activity, soil respiration, atmospheric trade inversion layer and overfall exchange intensity. As for diurnal variation of CO2 concentration from January to July, the maximum CO₂ concentration appeared during 05:00 to 09:00 (Beijing Standard Time), and became earlier gradually from January to July; CO2 concentration decrease obviously after sunrise, the minimum value appeared around 15:00, and then, increased after sunset. The time of maximum CO2 concentration was lag after July, and there was no obviously change for the time of minimum CO₂ concentration. As for monthly change, the maximum monthly average CO2 concentration was in July and the minimum month was in October. Observation results showed that average CO2 concentration of 2004 was 315.3µmol·mol⁻¹, the maximum monthly average was 335.0µmol·mol⁻¹ (October), and the minimum monthly average was 270. 1µmol ·mol · (July). According to statistic analysis results, there were negative correlations between average CO2 concentration and most of climate factors in a period of ten days. However, there were no distinct correlation with soil temperature, air pressure and relative humidity.

Key words: alpine swamp; surface atmosphere; CO2 concentration; diurnal and seasonal variation