

若干生态系统和大气中 CO_2 浓度的变化

马学慧 吕宪国 杨 青

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

关键词 生态系统 CO_2 浓度 环境变化

地球表层的 CO_2 具有直接影响全球生态环境的作用。1938年(英)G·S·Callendon 首先提出大气 CO_2 有增加的现象^[1]。他指出,人类活动所产生的 CO_2 对如此之大的地球会带来什么影响,这一问题没有引起科学家的重视。直至本世纪50年代才开始用精密仪器系统观测大气 CO_2 浓度的变化。虽然大气层、海洋、生物圈、岩石沉积物对 CO_2 具有吸收、贮存和转移作用,但是人类向大气中排放 CO_2 的速度远远大于陆地植物、海洋等转移 CO_2 的能力。因此,自工业革命以来,大气 CO_2 迅速增加。

本文仅就海洋、农田、沼泽、森林等生态系统和大气 CO_2 浓度变化的一般规律进行阐述,它将有助于生态系统中碳的循环以及大气 CO_2 含量急剧增加对环境影响的研究。

1 海洋中的 CO_2

海洋是碳的最大贮存库。它具有吸收、贮存和转移大气 CO_2 的能力。许多研究表明,海洋贮存碳的能力是极其巨大的,但它向海洋深层传输是缓慢的。同时, CO_2 在海洋与大气之间处于不平衡状态。

CO_2 在海洋中的垂直分布 CO_2 在海洋中的渗透深度大约是700m,垂直分布受海水物理、化学和生物因素的影响。一般表层海水含 CO_2 为0.088g/L;中层和深层海水 CO_2 含量平均值为 1.7×10^{-3} g/L^[2]。这说明 CO_2 在海洋中垂直分布变化很大。虽然表层水占整个海洋体积10%,但对 CO_2 的贮存量却占整个海洋中 CO_2 含量的85%;中、深层海水占整个海洋的90%, CO_2 贮存量仅占15%。可见深层海水尚有贮存 CO_2 的巨大容量。

CO_2 在海水中的化学和生物化学行为 海水中的 CO_2 化学特征很复杂^[2]。它的水合形态为碳酸,碳酸会离解为 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 离子, CO_2 还能与 CO_3^{2-} 形成 HCO_3^- 。在某些海域,表层海水中富含植物生长的养分,存在一些与陆地植物类似的水生植物。它们像陆地植物一样从大气中吸收 CO_2 ,从海水中吸收养分和水进行光合作用生产有机质。死亡的水生植物在其腐败过程中产生气相 CO_2 ,可使局地海域海水对 CO_2 过饱和,于是 CO_2 又回到大气中;另一部分有机体可能变成颗粒态有机物和无机物,并把这些物质转移到中层和深层海水,或海洋底质中,从而长期贮存起来^[3]。例如矿化的浮游动物和浮游植物组织、壳和残骸、方解石和文石等。

• 本研究得到国家自然科学基金的资助。

海洋与大气 CO₂ 的交换 大气 CO₂ 通过海与气相互作用溶于海洋,并通过各种作用转化为碳的化合物。据估算海洋能贮存 390×10¹¹t 的溶解碳(不包括颗粒的有机碳和无机碳),大约是大气贮存 CO₂ 的 56 倍^[2]。海洋不但能吸收 CO₂,而且也释放 CO₂。因此,海与气之间 CO₂ 处于不平衡状态。据日本最新观测数据,在北纬 30°海域,冬天海水吸收 CO₂ 量为夏天放出量的三倍¹⁾。极地冷海域吸收 CO₂ 特别活跃,CO₂ 从大气进入海洋,造成大气与海洋间 CO₂ 差值达 100ppm^[2]。因此高纬冷海域,起了 CO₂ 汇(Sink)的作用。而在赤道暖海域 CO₂ 呈过饱和,CO₂ 由海洋释放到大气,使大气 CO₂ 含量增高,起了 CO₂ 源(Source)的作用。就全球而言,CO₂ 是由海洋向大气输送,净通量为 4.151×10⁷g/a^[4]。

2 农田生态系统中的 CO₂

大气 CO₂ 最重要汇是陆地上的各种植物。大气与陆地生物圈之间的 CO₂ 交换是由大气输向陆地生物圈,净通量为 4.342×10¹⁷g/a^[4]。

2.1 农田 CO₂ 含量日变化和季节变化

由于作物的光合作物和呼吸作用,使作物与大气间进行 CO₂ 交换,故农田 CO₂ 浓度有明显的日变化和季节变化。

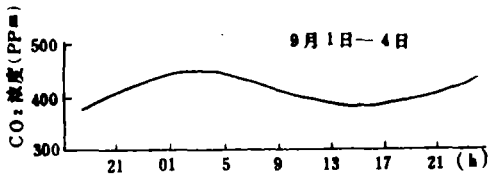


图 1 玉米地冠层附近 CO₂ 浓度日变化
(1989 年 9 月 1~4 日)

Fig. 1 The average daily carbon dioxide concentration of maize canopy

晨超过 400ppm^[6]。

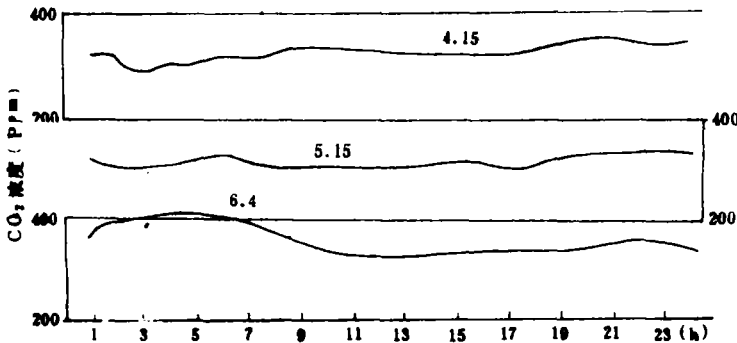


图 2 不同发育期麦田 CO₂ 浓度日变化(北京大屯,地面高度 2m)

Fig. 2 The daily carbon dioxide concentration of wheat field in different growing seasons

作物不同发育期田间 CO₂ 浓度日变化 在作物生长发育全过程中,以作物生长最

1)日本经济新闻·海洋吸收 CO₂ 三倍于释放量·参考消息,1993—04—05,6 版。

旺盛季节,田间 CO₂ 浓度日较差最大,而在作物生长发育初期和成熟季节,田间 CO₂ 浓度日较差变小(图 2)⁽⁷⁾。

作物种群内 CO₂ 的铅直分布 土壤表面是 CO₂ 的永久源,大气具有源、汇交替作用。由于在夜间、傍晚与清晨作物呼吸释放 CO₂,以及土壤表面呼出 CO₂,所以田间由地面向上 CO₂ 浓度逐渐降减,形成递减分布型;日间包括早上及中午,作物光合作用吸收 CO₂,使 CO₂ 浓度的廓线产生弯曲,CO₂ 浓度最低点出现在作物某一高度层,由此向上向下 CO₂ 明显增大。这一位置也是作物光合作用最强部位,是 CO₂ 的汇。

2.2 农田 CO₂ 通量

在作物生长发育过程中,不断地通过大气、土壤湍流输送获得 CO₂ 来满足作物生长发育的需要,以制造干物质,若湍流交换系数越高,以及上下层间 CO₂ 浓度差越大,则输送 CO₂ 量就越大。农田 CO₂ 通量(F_c)可用下式表示:

$$F_c = f \cdot K_c \cdot \frac{\partial c}{\partial z} \approx f \cdot K_c \cdot \frac{\Delta c}{\Delta z}$$

式中, f 为 CO₂ 浓度转换系数; $\partial c / \partial z$ 与 $\Delta c / \Delta z$ 分别为 CO₂ 浓度(C)随高度(Z)变化的偏微分和差分; K_c 为交换系数。

农田 CO₂ 通量在作物生长发育过程中有明显的日变化。日间,作物进行光合作用,大量吸收 CO₂,农田从大气获得 CO₂ 补充,通量由作物上方指向下方为正值;夜间,作物因呼吸放出 CO₂,通量为负值(图 3)⁽⁸⁾。CO₂ 通量在作物生长旺盛、水分供给充足的季节,日变化幅度增大;在作物生长发育初期和成熟季节,以及土壤水分含量不足的条件,CO₂ 通量日变化幅度则很小。

3 森林生态系统 CO₂ 特征

3.1 林内 CO₂ 垂直剖面日变化

不同结构的林分不仅对 CO₂ 吸收和积累功能不同,而且林木和林地土壤释放 CO₂ 的水平也有差别。一般森林 CO₂ 供应来自大气和土壤上、下两个方向,由于植被吸收引起 CO₂ 浓度降低,林内 CO₂ 垂直剖面呈现出上层和下层向中部浓度递减的趋势。据观测⁽⁹⁾,春季长白山针阔混交林内,上午 10:00 时,10m 高的林冠层 CO₂ 浓度 362ppm,林冠下 6m、2m、0.2m 和地表 CO₂ 浓度分别为 359ppm、363ppm、366ppm 和 369ppm。浓度梯度的时间动态表明,日间林内 CO₂ 浓度不断降低,从早上 10:00 到下午 13:00、16:00、19:00 时对林内 6m 高处的 4 次观测结果分别为 359ppm、353ppm、346ppm 和 351ppm。CO₂ 日间浓度逐渐降低,在夜间出现积累,夜

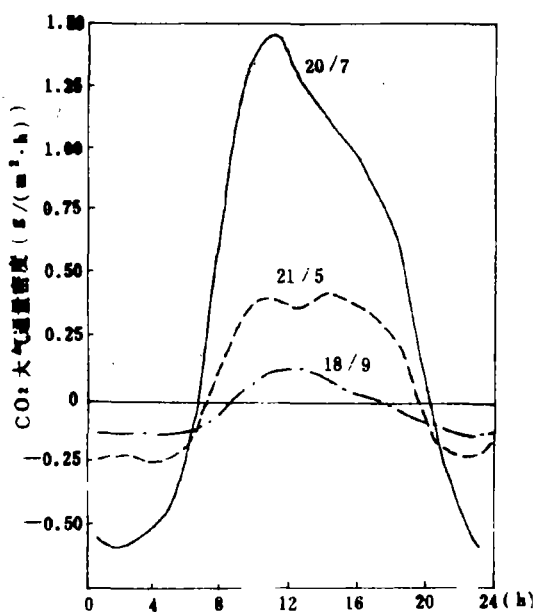


图 3 牧草地生长季节 CO₂ 通量的日变化
(据里普莱)

Fig. 3 The daily carbon dioxide flux of grazing land in growing season

间的累积使早晨 CO_2 浓度处于较高水平。

3.2 林内 CO_2 浓度季节变化

不同季节森林生长状况不同,林内 CO_2 浓度特征也有明显差别。图 4 为云杉林内 CO_2 浓度特征定位观测结果。从图 4 可以看出不同 CO_2 源和汇在时间和高度方面的意义,这是由于植物光呼吸、分解和消耗引起的 CO_2 光合吸收或释放所造成的。

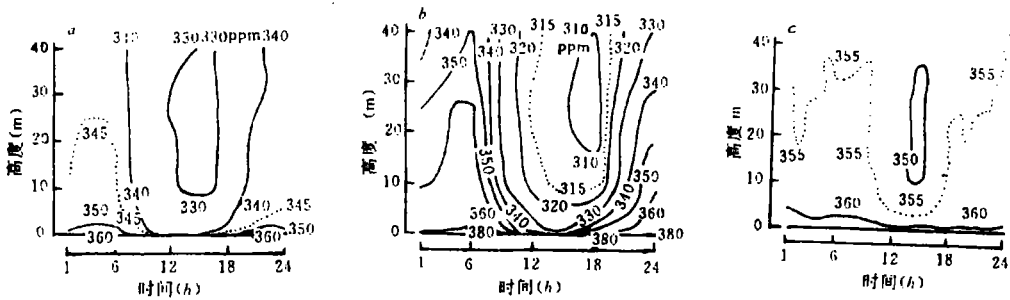


图 4 云杉林不同季节日平均 CO_2 浓度垂直分布等值线(据文献[11])

a—4 月, b—8 月, c—12 月

Fig. 4 Isolines of the average daily carbon dioxide concentration in the vertical distribution of spruce forest in different seasons

图 4-a 代表了春季(4 月)中等强度 CO_2 源和汇的活动, CO_2 浓度日平均变化波动不大,但是中午前后和下午 CO_2 浓度的微小变化已经说明了一定的光合活动。图 4-b 说明夏季(8 月)很强的 CO_2 光合吸收,早晨开始 CO_2 浓度迅速降低,浓度绝对最小值(310ppm)出现在午后末期。图 4-c 代表冬季(12 月)林内 CO_2 浓度特征。冬季缺乏较强的 CO_2 源和汇, CO_2 浓度变化非常平缓,由于光合作用,只有一个较小的峰值出现在午后的早期。

3.3 年内 CO_2 平衡过程

通过空气动力学法对不同高度和时间湍流交换系数评价后,可以以小时为基础,计算 CO_2 通量和它们的平衡^[11]。 CO_2 平衡正值之和代表植物日同化作用速率,负平衡之和代表呼吸作用速率。两者之差为林冠 CO_2 净同化速率。月 CO_2 同化速率绝对值在 4~8 日稳定增长,9~11 月强烈下降。6 月份呼吸速率达到第一个极大值,8 月和 9 月出现第二个极大值。然后随着进入秋季和冬季,呼吸作用速率逐渐减小。 CO_2 净同化速率也表现出同样特征。

4 沼泽生态系统中的 CO_2

沼泽地,特别是泥炭沼泽地是有机物质的堆积场所,是陆地上碳素积累速度最快的自然生态系统,Moore 和 Billamy 认为,全球沼泽地若以每年 1mm 速度堆积泥炭的话,一年中将有 $0.32 \times 10^{15} \text{g}$ 碳在沼泽地中积累起来^[10]。泥炭的形成有助于缓和破坏了的 CO_2 平衡。

沼泽近地层 CO_2 浓度的日变化 根据 1991 年 8 月和 1992 年 8 月、9 月我们在三江平原苔草沼泽地布点观测,其间 8 月,沼泽植物生长高度为 0.8~1.0m,盖度 80%~90%。1991 年 8 月沼泽地积水深 15~20cm,而 1992 年 8~9 月份,沼泽地无积水,但土壤

处于过饱和状态。沼泽地近地层(1.5m)大气 CO₂ 浓度日变化明显。近地层大气 CO₂ 最低值,8 月份出现双峰型,即 11 点左右和 16 点左右,午间因植物具有“午休”现象,植物光合作用减弱,因此近地层常常出现两个低值。CO₂ 最高值出现在 19~22 时。9 月份以后部分沼泽植物已近枯黄,光合作用变弱,近地层 CO₂ 日变化幅度变小,植物的“午休”现象也渐趋消失(图 5)。

不同群落下土壤呼吸差异 我们选择漂筏苔草沼泽和毛果苔草沼泽与小叶樟-苔草湿草甸进行土壤呼吸对比观测。结果表明,三种群落下的土壤呼吸差异很大。其中湿草甸的土壤呼吸量最大,其次是毛果苔草沼泽,而漂筏苔草沼泽土壤呼吸量最小。这是因为沼泽环境下土壤温度低、湿度大、微生物活动弱,所以土壤呼吸释放 CO₂ 速率低。

沼泽近地层 CO₂ 含量与其相关因素 近地层 CO₂ 含量与其相关要素同步观测表明,沼泽近地层 CO₂ 浓度与气温、风速呈负相关,与土壤呼吸量正相关,白天 CO₂ 浓度与照度为负相关(图 6)。

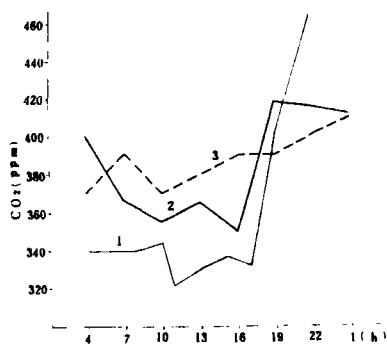


图 5 沼泽地近地层 CO₂ 浓度日变化
(地面高度 1.5m)

Fig. 5 The daily carbon dioxide concentration of
a marsh 1.5m above ground

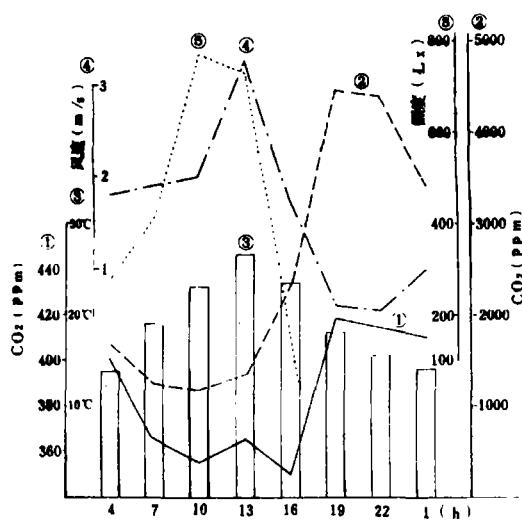


图 6 沼泽地近地层(距地面 1.5m)CO₂
浓度与其相关要素

Fig. 6 The daily variation of carbon dioxide, wind
speed, dry bulb temperature, soil respiration
and intensity of illumination of a marsh

5 大气中的 CO₂

5.1 显生宇不同时段大气 CO₂ 含量变化

A. Б. РОНОВ根据不同年代大陆沉积岩和火山岩中 CO₂ 含量,估算不同时段大气圈 CO₂ 含量的演化,从而计算出自寒武纪以来在沉积物中已经积累了 7.3×10^{21} g 有机碳,并形成 19×10^{21} g 氧^[12]。M. H. БУДИКО 又根据这些有机碳含量的变化,计算了显生宇各时段大气 CO₂ 浓度的变化^[13]。显生宇的大部分时间里,大气 CO₂ 含量从 0.1% 变化到 0.4%。

对火山活动与大气中 CO₂ 含量的研究表明,显生宇以来大气 CO₂ 的高峰含量期正是火山活动最强烈时段。火山活动与大气 CO₂ 含量的变化曲线基本相近。因此,大气 CO₂ 含量与单位时段形成的火山岩数量亦呈正相关关系^[13]。

一般认为大气 CO₂ 含量与大气温度有较好的相关性。从地史上古气候变化与大气

CO₂ 浓度分析表明,寒冷时期都相应伴随着大气 CO₂ 含量的低值。在前寒武纪、石炭纪至二叠纪、新生代是地球历史上三次大规模冰期时代,其间大气 CO₂ 含量明显降低^[12,14]。

5.2 第四纪最后一次冰期以来大气 CO₂ 含量变化

Barnola 等(1987)根据前苏联“东方”南极考察站冰柱中钻取冰中¹⁴C 同位素和气泡中所含 CO₂ 成分,推测出最后一个冰期距今 15 万~2.5 万年大气 CO₂ 含量和气候变化^[17]。

在距今 15 万~14.5 万年前,大气 CO₂ 随着全球气温回升,也有一个明显升高,从 190ppm,上升到 275ppm 左右,极高值可达 290ppm。距今 11 万年以后大气 CO₂ 含量急剧减少。其中,距今 11 万~7 万年间,摆动在 230ppm 上下;距今 7 万~2 万年间,摆动在 200ppm 上下;距今 6 万和 4 万年前后出现两次低值,大气 CO₂ 含量分别降到 190ppm 和 180ppm。距今 1.5 万年之后直至工业化革命前,大气 CO₂ 呈直线回升,从 190ppm 升高到 275ppm。可见 15 万年来大气 CO₂ 含量具有很大的波动。

5.3 近代大气 CO₂ 含量变化

自人类进入工业化革命以来,由于矿物燃料燃烧增加,使大气中 CO₂ 浓度已经增加了 25%。再加上大量的森林砍伐、沼泽和草地的开垦、水体污染等,更引起植物和水体对 CO₂ 吸收和释放之间的不平衡。因此,自 1940 年以来大气 CO₂ 含量有逐年增长的趋势。

Siegenthaler 等(1987),通过取自南极冰层气泡成分,研究和计算了 1740~1990 年间大气 CO₂ 含量变化^[1]。250 年间大气 CO₂ 呈不断增长趋势。1740~1990 年呈缓慢的直线增加,年增加速度为 0.12ppm;1900~1960 年,CO₂ 含量增长速度加快,年增长速度为 0.34ppm;1960~1990 年 CO₂ 含量迅速增高,年增长速率高达 1.26ppm。

5.4 大气 CO₂ 含量的空间差异

大气 CO₂ 浓度呈不均匀分布,它不但具有时间的变化,而且也有空间分布的差异。目前在全球大约有 40 个地面观测站,监测大气 CO₂ 含量的变化。观测表明^[5],在日本上空大气 CO₂ 浓度在 310~369ppm,意大利大气 CO₂ 浓度在 310~360ppm,日本—澳大利亚之间的太平洋上空大气 CO₂ 浓度为 329~343ppm。从 CO₂ 年变化率看,日本和意大利 1979~1985 年平均变化率为 +1.3ppm/a;澳大利亚为 +1.5ppm/a;在太平洋上空年增长率最大的地域是北半球中纬度地带,其 CO₂ 平均年增长率与南极增长率之差达 3ppm。

6 大气 CO₂ 含量与环境变化

众所周知,温室气体有水汽、CO₂、CH₄、近地层和对流层的臭氧、氮氧化物、氯氟碳化物等,在这些气体中水汽和 CO₂ 对调节大气和地表温度起着特别重要的作用。

6.1 CO₂ 的温室效应

大气 CO₂ 可使来自太阳的短波辐射通过,而阻挡地球向外的长波辐射,因而使低层大气加温,地球温度升高,这就是所谓“温室效应”。由于人类活动,特别是工业革命以来,大气 CO₂ 含量不断增加^[15]。

对未来大气 CO₂ 增长率有不同看法,在给定 CO₂ 排放量为 2Gt 碳/a,20Gt/a 时,前

1) 辛基嘉. 气候变化的若干基本问题. 地球的大气. 国家气象局办公室, 1991.

者到 2100 年大气 CO₂ 达到 420ppm,后者到 2045 年前后大气 CO₂ 为 560ppm^[16]。

大气 CO₂ 增长将带来的气候变化^[15~26] 目前全世界有 20 个模式小组研究 CO₂ 当量浓度加倍后,全球平均温度可增加 2~4℃^[12],其升温程度在地域上呈不均匀分布。热带地区的温度所受影响不大,而极地地区温度将明显增高,并且愈向极地变暖愈强,极区低层升温可达 10℃以上,低纬则只有 2~3℃^[17]。各季节增温状况也不相同,冬季大于夏季,冬季北半球与高纬增温大于全球平均温度。还有大陆增温比海洋快,对流层增温,而平流层降温的趋势。中国气温特点之一,就是与世界同纬度地区相比,夏季气温偏高,而冬季气温偏低,这对于植物生长利少弊多。全球增温冬季大于夏季,内陆增温大于海洋,更可能使寒潮削弱,其结果有助于减小这一缺点。

季风降雨将向极区推进。在地球变暖的情况下,热带辐合带有可能由于海陆气压梯度加大(季风季节之前地表变热的结果)而进一步朝极区方向推进。这样,某些季风地区的降雨可能增加,降水强度可能更大。因此,洪水和土壤侵蚀现象都有可能增加。

海平面上升 过去 100 年间,全球海平面平均升高 10~20cm。据专家预测,按现有的温室气体排放,海平面将以每 10 年 6cm 速度上升,到 2050 年,海平面将上升 10~50cm,到 2100 年将上升 1m¹⁾。某些岛国将无人居住,数以千万计的居民要迁移,严重危及地势低洼的城市区域,淹没土地,污染淡水,改变海岸线。海平面的迅速上升将会改变海岸生态,并危及许多重要的鱼类资源。造成生境变化,生物多样性减少,以及海洋生物体和生产带的迁移。海冰的减少将有利于航行,但它将严重影响依赖于海冰的海洋哺乳动物和鸟类。海平面上升所产生水热的重新分配,对人类生态环境将产生巨大的影响。如植物气候带将向极地推进,土壤侵蚀、酸化、沙漠化、盐碱化等土地退化过程加剧,生物多样性的改变,等等。就中国而言,全球增温将导致冬季风变弱,夏季风增强。因此,在目前的多雨地区降水量有可能增加。

6.2 大气 CO₂ 的农业效应

大气 CO₂ 含量增加对农业生产的影响可以从两方面分析。一是 CO₂ 对作物的直接影响,另一方面是气候变暖使有效积温增加,生长期延长等对作物的间接影响。

大量研究认为 C₃ 植物的净光合作用率随着 CO₂ 浓度升高而增加,美国根据 1980~1983 年 4 年田间试验表明²⁾,CO₂ 浓度升高,大多数 C₃ 植物根叶比、叶面积均有增加,一般群体密度也有增加。而且在高浓度 CO₂ 条件下,植物叶子渗透压较高,能改善植物水分的胁迫状况,使气孔的输送减弱,因而提高了水分利用率。所以说 CO₂ 浓度增加有利于作物发育和产量提高。国际 Villach 会议指出^[16],若大气 CO₂ 从 340ppm 增到 680ppm,将造成 C₃ 类作物(如小麦、大豆、水稻等)产量增加 10%~15%(系指 CO₂ 的直接影响),C₄ 类作物(如玉米、甘蔗等)产量增加 10%~20%。

大气 CO₂ 增加除了有上述直接生物作用外,同时因有效积温、生育期延长,使生产力有所提高。有人认为在高纬地区生产力变化最大,因生长期延长,北半球地球植物带北移,在水分充足地区,生产力有明显提高;在 40~50°N 地带降水量减少,将会被 CO₂ 对生产力影响的增强所补偿,故生产力也会有一定的提高。

1)谢宗辉. 谈谈气候变化和环境问题. 见:资源环境与人类生存,1991.

2)同前页脚注.

CO₂ 浓度增加,也会给农业生产带来许多不利的影响。由于气候变暖,某些区域降水量减少、气候变干,会造成干旱灾害频繁发生;致命高温出现也不利作物生长,以及气候变暖后某些病虫害、杂草增多等不利的影响。

6.3 减少大气 CO₂ 含量的对策

首先,改善能源生产和应用效益,提高水电、核电、太阳能以及其它能源的效率和比率。工业发达国家要降低每个生产单位生产总值的能源消耗量。

其次,应减少使用矿物燃料,多用新能源,如核燃料、天然气等是目前较好的能源,天然气所排放的 CO₂ 只为煤的 60%左右¹⁾。

再次,减少森林采伐量,扩大营造森林面积,逐渐改变从全球纯伐状况,过渡到纯造林状况,这是平衡大气 CO₂ 的最有效措施⁽²⁵⁾。据估计种植 1 亿 ha 树木,每年可从大气中吸收 10 亿~20 亿 t 碳。积极推行联合国环境署实施的热带森林行动计划。

参 考 文 献

- 1 Peter B G. Carbon Dioxide and Climate. *Oceanus*, 1978, 21(4): 13~17.
- 2 詹滨秋,赵水平. 二氧化碳,海洋与气候. 海洋与湖沼. 1959, 20(1): 92~98.
- 3 Honjo S. Material fluxes and Models of Sedimentation in the Mesopelagic and Bathypelagic Zones. *Journal of Marine Research*, 1980, 30(1): 53~97.
- 4 王明星. 大气化学. 北京:科学出版社, 1991, 116~121.
- 5 小田桂三郎,田中市郎,字田川武俊,等. 农田生态学. 北京:科学出版社, 1976. 112~114.
- 6 于沪宁,刘萱. 麦田 CO₂ 通量密度和水分利用效率研究. 中国农业气象, 1990, 11(3): 18~21.
- 7 于沪宁. 农田生态系统中 CO₂ 流研究. 农田生态系统能量物质交换. 北京:气象出版社, 1987.
- 8 翁笃鸣,陈万隆,沈觉成,等. 小气候和农田小气候. 北京:农业出版社, 1981. 242~247.
- 9 杨思河,林继惠,文诗韵,等. 长白山天然林内 CO₂ 环境初探. 生态学杂志, 1992, 11(5): 56~58.
- 10 Bramrgd T. The Role of Peatlands for the Global Carbon Dioxide Balance. *Proceedings of 6th International Peat Congress of International Peat Society, Duluth.*, 1980.
- 11 Hager H. Carbon Dioxide Balance in a Spruce Forest. In: Reichle D E. ed. *Dynamic Properties of Forest Ecosystems*. New York, Cambridge University Press, 1981. 160~168.
- 12 曹银真. 大气 CO₂ 浓度的变化及其气候环境效应. 地理科学, 1991, 11(1): 48~59.
- 13 Budyko K I. *Climatic Changes*. American Geophysical Union, Washington, D.C. 1977.
- 14 杉村行勇. 二氧化碳在地球表层的循环. 地理译报, 1990, (3): 19~22.
- 15 Machta L. Energy and Carbon Dioxide, In: Conference on Climate and Energy, *Climatological Aspects and Industrial Operations*, Boston, Arn. Met. Soc. 1978, 133~139.
- 16 陈泮勤. 大气中微量气体增加对气候及环境的影响. 大气科学, 1987, 12(1): 89~99.
- 17 王绍武,近代气候变化的研究,见:纪念竺可桢文集. 北京:科学出版社. 1986.
- 18 Jill Jäger. 气候与能源系统. 杨长新,向元珍译. 北京:气象出版社, 1988. 41~140.
- 19 王绍武. 大气二氧化碳浓度增加对气候的影响. 地理研究, 1987, 6(4): 89~105.
- 20 张家诚. CO₂ 的气候效应与华北干旱问题. 气象, 1989, 15(3): 3~9.
- 21 赵宗慈. 模拟温室效应对我国气候变化的影响. 气象, 1989, 15(3): 10~14.
- 22 赵宗慈. 五个全球大气海洋模式模拟 CO₂ 增加对气候变化的影响. 大气科学, 1990, 14(1): 119~129.
- 23 周清波. 未来气候变化对环境、社会经济的可能影响. 地球表层研究, 1992, 1(1): 51~59.
- 24 章少卿,朱其文,刘实. 近百年 CO₂ 的增加与吉林省气温变化的统计关系. 吉林气象, 1992, 10(1): 1~12.
- 25 毛文永. 温室气体与气候变迁. 生态学报, 1992, 12(2): 186~191.
- 26 张柳明,徐永昌. 中国西北地区大气 CO₂ 浓度及其碳氧同位素组成特征. 科学通报, 1992, (5): 441~444.

1)同前页注脚 1)。

CHARACTERISTICS OF CARBON DIOXIDE CONCENTRATION IN SOME ECOSYSTEMS AND ATMOSPHERE

Ma Xuehui Lü Xianguo Yang Qing

(*Changchun Institute of Geography, Academia Sinica, Changchun 130021*)

Key Words: Ecosystem; Carbon dioxide concentration; Environment change

ABSTRACT

Based on the present literature at home and abroad and the data of observing atmospheric carbon dioxide near the surface of the marsh in the Sanjiang Plain, the carbon dioxide concentration fluctuates obviously. Oceans have ability to absorb, store and transfer atmospheric carbon dioxide. The carbon budget between the ocean and the atmosphere would be approximately unbalanced. The major sink for atmospheric carbon dioxide is the ocean, forest and marsh. Plants transfer atmospheric carbon dioxide and water into organic matter by photosynthesis. The respiration and the decomposition of animals and plants emit carbon dioxide into atmosphere. There are clear daily and yearly changes of carbon dioxide concentration in the ecosystems.

M. H. Булыко calculated the change of atmospheric carbon dioxide concentration from Cambrian period. Because of the increase of burning fossil fuels, atmospheric carbon dioxide concentration raised 25 percent than before the industry revolution, which affects global climatic and environmental changes. It is essential to legislate to control the increase of atmospheric carbon dioxide.

[1993 年 3 月收到修改稿]

长江口北支河势的变化与 水、沙、盐的输移

陈 宝 冲

(南京大学大地海洋科学系, 南京 210008)

地理科学 13(4), P. 346, 图 3, 表 5, 参 2, 1993

70 多年来, 长江口北支渐渐淤积萎缩, 分流比减少, 并出现水、沙、盐倒灌南支的现象。文章分析了这些现象的起因和发展趋势。

* * * * *

若干生态系统和大气中 CO₂ 浓度的变化

马学慧 吕宪国 杨 青

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

地理科学 13(4), P. 353, 图 6, 参 26, 1993

根据国内外的研究成果及对我国三江平原沼泽近地层大气 CO₂ 的实测资料, 阐述地球表层海洋、农田、森林、沼泽等生态系统及大气的 CO₂ 浓度, 以及各自的变化规律。同时论述了大气 CO₂ 含量迅速增加对气候和生态环境的重要影响。

* * * * *

高技术产业布局中的交通运输问题

王 缉 慈

(北京大学城市与环境学系, 北京 100871)

地理科学 13(4), P. 362, 表 1, 参 11, 1993

本文论述了交通运输在高技术产业布局中的作用。首先分析高技术产业的特点, 其次研究高技术产业对交通运输的需求及交通运输方式的选择, 最后论述了科学园与技术城的交通运输因素。

呼伦贝尔盟克山病与环境 硒动态监测研究

李 日 邦

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

袁 丕 业

(内蒙古自治区呼伦贝尔盟地方病防治研究所)

王五一 谭见安

(中国科学院地理研究所,)

鞠 山 见

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

地理科学 13(4), P. 368, 图 1, 表 15, 参 2, 1993

对内蒙古呼盟三个克山病重病屯的病情和生态环境进行了连续三年的监测, 并与非病区进行了对照。三年中克山病病情呈下降趋势, 发 Se 水平则呈上升趋势, 病区环境仍处于低 Se 状态。

* * * * *

长白山地区森林的水文效应研究

杨令宾 孙丽华

(东北师范大学地理系, 长春 130024)

栾 晓 红

(吉林省政府发展研究中心, 长春 130051)

地理科学 13(4), P. 375, 图 5, 表 3, 参 6, 1993

运用定性分析与定量研究相结合的方法, 对长白山地区森林的构成特征及其地域分布规律进行了研究, 揭示出森林与降水、径流、洪水以及水土流失等方面的关系, 提出了有实际价值的模型与结论。

* * * * *

青海湖盆地沙地特征及风沙化趋势

何东宁 赵鸿斌 张登山 年 奎

(青海省农林科学院, 西宁 810016)

地理科学 13(4), P. 382, 图 2, 表 5, 参 8, 1993

在对青海湖沙地进行系统分区采样分析的基础上, 结合航片判读, 阐述了沙地的扩大速度及发展趋势。