

- [8] Crosby, D.G. and Tutass, H.O., *J. Agr. Food Chem.*, **14**, 596(1966).
- [9] Wong, A. S. and Crosby, D. G., *Chemistry Pharmacology and Environmental Toxicology*, Plenum Press, New York, 1978.
- [10] Crosby, D.G. and Tang, C-S., *J. Agr. Food Chem.*, **17**, 1291(1969).
- [11] Joiner, R.L. and Baetcke, K.P., *J. Agr. Food Chem.*, **21**, 391(1973).
- [12] Spear, R.C. et al., *J. Agr. Food Chem.*, **23**, 808(1975).
- [13] San Francisco Chronicle **1**, 19(1988).
- [14] Draper, R.B and Crosby, D.G., *Amer. Chem. Soc.*, Chapter 18, (1987).
- [15] Blankinship, M.S. and Crosby, D. G., *Amer. Chem. Soc.*, Los Angeles, CA, 1988.
- [16] Crosby, D.G., *ACS Symposium Ser.*, **73**, (1978).

(收稿日期: 1990 年 7 月 16 日)

温室效应对气候和农业的影响

高素华 潘亚茹

(国家气象局气象科学研究所)

摘要 本文综述温室效应及因氮氯碳化合物的增加使平流层臭氧减少紫外辐射增加对气候和农业的影响, 介绍低层空气二次污染物臭氧增加的影响。

关键词 温室效应; 气候; 农业; 影响。

一、温室气体增加对气候和环境的可能影响

1. 温室效应使未来气候变暖

根据 1958 年以来有关 CO_2 的逐日观测数据, CO_2 浓度在逐年上升^[1]。1958 年约为 315ppm, 1985 年上升到 345ppm, 平均每年增加 1ppm 以上, 目前约达 350ppm。因此, 大多数科学家认为到下世纪中期大气中 CO_2

浓度可能达到本世纪 (300ppm) 的两倍 (600ppm)。多数研究表明, 当 CO_2 浓度增加一倍时, 近地面层平均温度大约变化 3°C , 高纬地带增温更强, 和现在近地面层的温度相比, 温差可达 4°C 以上 (表 1)^[2]。冬季增温更为显著, 1989 年赵宗慈用美国大气环流模式输出数据计算了当大气中 CO_2 倍增时我国年平均气温将升高 2.69°C (表 2)^[3], 西南升温幅度最大为 3.04°C , 华南最小为 2.42°C 。冬季升温

表 1 大气中 CO_2 浓度倍增时近地面层平均温度、7 月份的平均温度、大陆上的总降水量以及植物群落生产力的纬度变化

项目	纬度	北 纬 (度)							
		0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80
近地面层平均温度的变化($^\circ\text{C}$)		1.7	2.0	2.5	3.1	3.8	4.3	5.2	6.8
最热月平均温度的变化($^\circ\text{C}$)		1.3	-0.5	0.0	1.3	2.3	3.8	4.8	12.4
总降水量的变化 (mm/a)		—	100	140	30	-10	100	90	130
生产力的提高(%)		7	45	35	19	30	68	130	200

幅度除西北外均大于夏季^[4,5],此变化情况与表 1 的变化趋势虽不完全一样,但总趋势增温是一致的。

温室效应也将使降水量、土壤湿度发生变化。当大气中 CO₂ 含量增倍时,整个北半

球除 40—50° 纬度带雨量将有减少外其它地区都呈增加趋势。我国年降雨量将平均增加 146.4mm,夏季降水增加大于冬季。土壤湿度变化较为复杂,济南、郑州、安康、南充、雅安一线以北(新疆除外)呈减少趋势,华北下

表 2 大气中 CO₂ 含量倍增时我国的气候变化

地区 \ 项目	年平均气温变化(°C)	冬季气温变化(°C)	夏季气温变化(°C)	年平均降水量变化(mm)	冬季降水量变化(mm)	夏季降水量变化(mm)	年平均土壤湿度变化(mm)
全国	2.69	2.95	2.35	146.4	11.2	40.8	0.05
东北	2.72	3.08	2.45	77.8	13.5	28.2	-1.93
华北	2.56	2.84	2.31	98.2	-6.3	16.3	-2.23
华东	2.40	2.87	2.05	211.3	15.3	59.8	1.86
华中	2.64	2.82	2.09	169.4	5.4	67.7	1.18
华南	2.42	3.17	1.81	251.5	27.9	86.9	2.44
西南	3.04	3.01	2.62	140.2	14.4	25.7	0.00
西北	3.02	2.85	3.15	77.0	8.1	0.46	-0.95

降最多,此线以南为增加趋势。

2. 平流层 O₃ 减少对紫外辐射的影响

氟氯烃类化合物能长时间滞留在大气中破坏臭氧层。目前,这种化合物的生产仍在继续上升,大气中氟氯烃类化合物的水平以每年 5% 的增长速度上升。对此,人们越来越关注,有人预见在不远的将来大气中的臭氧可能会严重减少。本世纪 70 年代以来,臭氧在逐年下降,南极上空出现了 O₃ 洞,北极 O₃ 层也明显变薄。O₃ 减少将导致紫外辐射

增加,紫外辐射对人及生态系统都有危害。

据国外资料报道,大气中 O₃ 减少 1%,紫外辐射大约增加 2% 左右。气象科学研究院王炳忠计算了 O₃ 减少对 0.28—0.36 μm 波段紫外辐射的影响,结果如表 3 所示。在 0.28—0.30 μm 波段内 O₃ 减少 10%,紫外辐射将增加 28%,0.30—0.32 μm 增加约 14%,0.32—0.34 μm 增加 7%,0.34—0.36 μm 增加不足 1%,而且随着 O₃ 的减少也不再发生变化。而 0.28—0.34 μm 波段是随着 O₃ 减少而增加。

表 3 O₃ 减少对紫外辐射的影响

波段	0.28—0.30	0.30—0.32	0.32—0.34	0.34—0.36	0.28—0.36
O ₃	(mcal/cm ² ·min)				(w/m ²)
标准	0.025	3.752	12.366	17.622	23.56
-10%	0.032	4.296	13.254	17.675	24.60
-20%	0.036	4.654	13.322	17.675	24.90
-30%	0.178	5.012	13.391	17.675	25.30

0.28—0.36 μm 平均来看, O₃ 减少 10% 紫外辐射约增加 4%。

3. 低层大气 O₃ 增加

汽车、工厂排放出的含氮氧化物和碳氢化合物,在太阳光下发生光化学反应而形成

二次污染物, O₃ 就是其中之一。这种有害的 O₃ 不同于大气中平流层里的 O₃。O₃ 层能吸收紫外线,因此对作物无害,而光化学反应形成的 O₃ 能引起大豆、小麦、棉花等农作物的叶子早衰,产量下降。

北京大学唐孝炎等人 80 年代初期在北京和甘肃西固等地区的测量结果可以看出^[5,6,7],我国大气中 O_3 浓度已严重超标* (表 4), 这对农业必将产生影响。我们还未开展这方面的监测和研究, 现在还不能进行定量的分析。

表 4 西固地区历年夏季 O_3 污染状况比较

项目 时间	监测天数 (d)	O_3 时均 浓度超过 100ppb 天数(%)	超标率 (%)	夏季平 均浓度 (%)	最大时均 浓度 (ppb)
1981	62	7	11	11	215
1982	35	20	57	57	332
1983	56	29	52	52	494

二、温室气体对农业生产的影响

1. 温室效应对农业生产的影响

美国、苏联、日本等国家对 CO_2 倍增时的农业响应都做了大量的试验研究^[9]。结果表明, CO_2 倍增对农业生产的影响可分为 2 个方面^[9], 一是 CO_2 的直接效应, 另一是 CO_2 增加导致气候变暖, 温度升高使有效积温增加, 生长期延长等间接影响。表 5 为我国不同纬度在年平均气温增加 1° 、 2° 、 $3^\circ C$ 时 $\geq 10^\circ C$ 积温的变化。年平均气温增高 $1^\circ C$, $\geq 10^\circ C$ 积温全国可平均增加 5% 左右。

表 5 年平均气温增加时 $\geq 10^\circ C$ 积温的变化*

站名 纬度	北京	洛阳	杭州	桂林	湛江
增温幅度($^\circ C$)	39°48'	34°40'	30°14'	25°25'	21°13'
1	166	257	218	354	506
2	332	514	436	709	1012
3	499	771	654	1063	1518

* 根据我国 $\geq 10^\circ C$ 积温资料及 CO_2 倍增年平均气温资料计算而得。

表 6 为不同地区生长期变化情况。当年平均气温增 $1^\circ C$, 全国平均生长期 ($\geq 10^\circ C$ 间隔日数) 可延长 15 天左右, 年平均气温增加 $3^\circ C$ 时, 生长期除西南地区外可平均延长

30 天左右。

表 6 年平均气温增加时生长期的变化

站名 项目 纬度	大同	临沂	杭州	昆明
40°06'	35°04'	30°14'	25°01'	
多年平均生长期* (d)	153	210	233	258
$T_{年}$ 增加 $1^\circ C$ (d)	10	11	10	28
$T_{年}$ 增加 $2^\circ C$ (d)	20	22	20	56
$T_{年}$ 增加 $3^\circ C$ (d)	30	33	30	84

* 日平均气温 $\geq 10^\circ C$ 间隔日数

碳三植物的净光合作用率是随着 CO_2 浓度的增加而增加的。Broadly 认为, 高浓度的 CO_2 是一种资源^[10]。美国 1980—1983 年四年田间实验表明, CO_2 浓度提高, 大多数碳三植物根叶比, 叶面积均会增加, 一般群体密度也都会增加。在高浓度 CO_2 下植物叶子的渗透压较高, 增加了膨压, 改善了植物的水分胁迫状况^[11]。随着 CO_2 浓度的增加气孔的输送减弱了, 提高了水分的利用率。

CO_2 增加对作物除了上述直接生理影响外, 因有效积温、生长期的延长, 使植被生产力有所提高, 由表 7 可以看出, 不同地区生产力的提高也有差异。H. Ю. Локшина 认为, 在高纬度地区生产力变化最大。因生长期的延长, 北半球的地球植物带将向北推移。水分充分的地区, 生产力提高的多^[12], $40-50^\circ N$ 地带降水量减少, 将被 CO_2 对生产力影响的增强所补偿。故生产力也仍有提高 (表 7)。总

表 7 年平均气温增加时我国植物气候生产力的变化(%)

地区 增温幅度	大同	临沂	杭州	昆明	连县
1 $^\circ C$	7	5	4	5	3
2 $^\circ C$	15	11	9	10	7
3 $^\circ C$	21	16	13	14	10

* 对植物造成损害的臭氧浓度值一般认为在 0.05—0.10ppm, 或者在 0.03ppm 中暴露 8 个小时, 或在 0.10ppm 中暴露 1 个小时^[13]。

的说,北半球的生产力与当今的生产力相比其相对变化为 28%。植物气候生产力的变化在我国也是北方大于南方。

当年平均气温升高 1℃ 时,全国生产力平均增加 5% 左右,当 CO₂ 倍增时,全国平均增加 15% 左右。

有效积温和生长期的增加,将使我国现有种植界线向北推移。CO₂ 倍增时,现行的各种植北界将向北移 0.5—2.5 个纬距左右。因而扩大了复种面积,提高了复种指数,对农业生产是有利的。

CO₂ 浓度升高对作物光合作用有利,等于根外施肥,与此同时,杂草也会增多,尤其 C₃ 类杂草对 CO₂ 更为敏感。杂草增多影响作物生长,同时也将增加除草剂和除草劳力的投入,增加了农民负担。某些病虫害发生发展也会加重。所以,CO₂ 浓度升高,温室效应增强对种植业生产有利也有害。

80 年代以来,我国大部分地区温度普遍较高,尤其北方更为明显,沈阳 1981—1987 年年平均气温比 30 年平均高 0.5℃,日平均气温 ≥ 10℃ 积温增加近 150℃,气候变暖较为明显,但这种变化对农业生产的影响至今还没被人们充分认识。

气候变暖不仅仅对种植业有影响,对畜牧业等也有影响。据金仰高的分析^[12],黑白花奶牛的产奶量与平均气温呈负相关关系。奶牛产奶最适温度为 11—16℃,在这个范围内随温度的升高奶量增加,超出这个范围产奶量随温度的增加而减少。广州 4 月下旬至 8 月上旬,旬平均气温由 18.3℃ 上升到 28.6℃,产奶量下降 31.5%;上海市夏季由于高温的影响,平均产奶量减少 20% 以上,最多的超过 28%。每头成年乳牛每个泌乳期少收牛奶 1000kg 左右。CO₂ 倍增时广州和上海年平均气温分别增加 2.2℃ 和 2.4℃,夏季增温 1.6℃ 和 2.2℃,这将对牛奶生产带来较大的影响。

2. 紫外辐射增加对农业生产的影响

关于紫外辐射增加对农业生产的影响,国内还未见系统的研究报道。国外已开展了系列的研究并取得了不少成果。

紫外辐射增加将对植物及动物体中的脱氧核糖核酸 (DNA) 产生影响^[10,13],引起细胞死亡。植物生长发育受抑制,最终造成减产。

紫外辐射对作物的影响,与作物生育期间的小气候关系密切,在干旱条件下,650J/d·m² 和 1150J/d·m² 紫外 β 辐射的处理,对大豆没有明显影响,但在水分胁迫相对小的条件下,对大豆生长前期有明显的影 响,并使气孔传道增加,同化作用下降。而且紫外辐射对不同品种的影响也不相同。品种之间差异显著。紫外 β 辐射使大豆矮化,叶黄化和丧失了顶端优势。紫外 β 辐射对玉米、燕麦、花生、水稻、高粱、烟草的种子萌发无影响,但使出苗延长 2—3 天,株高、单株干重都有不同程度的下降。

3. 臭氧对作物的影响

对大豆用不同浓度 (0.023、0.046、0.066、0.092 μl/L) 的 O₃ 进行处理,结果表明,O₃ 浓度在 0.045—0.065 μl/L 时,大豆减产 5—15%;冬小麦花期对 O₃ 最为敏感^[9,11,12]。空气中 O₃ 浓度为 0.05ppm 时,花生、大豆受害最大,1980 年美国花生减产 12%,加里福尼亚州棉花减产 7%,冬小麦减产 17%。1982 年美国南方棉花减产 10%,冬小麦减产 17%。1987 年玉米、高粱各减产 1.5%。他们认为减产的原因与 O₃ 浓度有重要的直接关系。通过试验得出 O₃ 浓度为 0.05、0.09、0.13 μl/L 与 0.01 μl/L 比较使叶片净光合强度分别降低 10%、11%、22%。受害植株一般表现为早熟、失绿、叶肉细胞死亡,光合与生长缓慢。植株叶子除了净光合强度随 O₃ 浓度上升而下降外,叶片中叶绿素含量也随之下降(叶绿素含量与净光合强度呈线性相关)。

总之,大气成分的变化,尤其温室气体的变化对农业生产的影响是显著的,有些问题

(下转第 23 页)

灰、土壤控制填埋场渗沥水对地表和地下水有机污染的可能性,本研究进行了煤灰、土壤的吸附和防渗能力试验。

吸附试验采用土壤的弗罗因德里希平衡吸着能力试验^[5,6],结果见图 6。根据图 6 求出各种吸附剂的 COD 平衡吸附量为:红壤土 11.078mg/g(干土);黄粘土 13.044mg/g(干土);煤灰 16.885mg/g(干灰)。说明煤灰、土壤均有良好的吸附性。

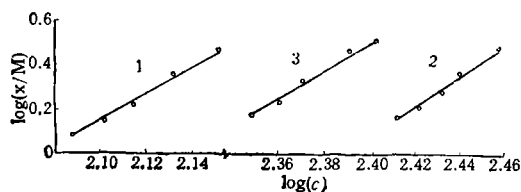


图 6 吸附试验

1. 煤灰 $\frac{x}{M} = 4.27 \times 10^{-12} \times c^{5.487} (r = 0.9958)$

2. 红壤土 $\frac{x}{M} = 4.724 \times 10^{-17} \times c^{0.832} (r = 0.9948)$

3. 黄粘土 $\frac{x}{M} = 3.255 \times 10^{-15} \times c^{0.241} (r = 0.9977)$

经防渗试验测定,煤灰柱渗透系数为 $9.05 \times 10^{-3} \text{cm/s}$,土柱渗透系数均大大低于 $4.75 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ 。随着渗出量的增加,煤灰柱渗透系数逐步减小,当达到 2000ml 时缩小了两个数量级,为 $2.7 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。试验结果表明,渗沥水中污染物对渗沥水的下渗有一定阻碍作用,武汉市的土壤经压实,可作填

(上接第 76 页)

已被人们所认识,有些还未被认识。农业对这些变化的响应是个很复杂的问题,需要进行大量的试验研究工作才能逐步搞清机理,才能制定出科学的对策。我们现在对这项工作的研究仅仅是开始,有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Royer, J. F., 史国宁译,气象科技,(4),10(1984).
- [2] Локшина, И. Ю., 刘树泽译,气象科技,(3), 66 (1987).
- [3] 赵宗慈,气象,15(3),10(1989).
- [4] 中国环境科学研究院等,中国环境科学,5(2), 1 (1985).

埋场防渗材料使用。

三、小 结

1. 垃圾填埋场渗沥水是一种高浓度的有机污水,且随着城市的发展,液化气的普及,有机污染将成倍递增。因此,应尽可能减少有机垃圾进入填埋场,高含量的有机垃圾,宜进行堆肥处理。

2. 渗沥水污染持续时间长,在垃圾填埋场的设计施工中,不仅要考虑防污染问题,而且要考虑如何设计施工更利于渗沥水排出。

3. 渗沥水适宜生化处理,但由于其中污染物浓度太高,应设二级或三级处理设施。氧化塘内渗沥水的排放以夏末秋初为佳。

4. 煤灰和土壤是很好的吸附和防渗材料,可作垃圾卫生填埋防污染材料使用。

参 考 文 献

- [1] 美国公共卫生协会等编著,宋仁龙等译,水和废水标准检验法,第 63—755 页,中国建筑工业出版社,北京,1985 年。
- [2] 姚先振,环境科学动态,(6),3(1984).
- [3] P. A 维西林德著,吴柏青译,资源回收工程原理,第 446 页,机械工业出版社,北京,1985 年。
- [4] 陈志诚等,上海环境科学,8(3),11(1989).
- [5] T. M 凯内兹著,李维音等译,水的物理化学处理,第 274 页,清华大学出版社,北京,1982 年。
- [6] 彭安等,环境化学,6(2),22(1987).

(收稿日期:1990 年 4 月 5 日)

- [5] 唐孝炎等,中国环境科学,4(1),68(1984).
- [6] 气象科学研究院等,我国农业气候资源与种植制度区划,第 63 页,农业出版社,北京,1982 年。
- [7] Kress, L. W., *Environmental and Experimental Botany*, 25(3), 211(1985).
- [8] 冈本和人,农业气象(日),10(10),30(1987).
- [9] Adams, S., *Agricultural Research*, 34(10), 6 (1986).
- [10] Biggs, R. H., *Physiologia Plantarum*, 53(1), 19(1981).
- [11] Basiouny, F. M., *Journal of Agronomy and Crop Science*, 57(1), 31(1986).
- [12] 金仰高,中国农业气象,(1) 60(1988).
- [13] Heeh, W. W., *JAPCA*, 34(7), 729(1984).

(收稿日期:1990 年 3 月 20 日)

ru, Liu Chang-wu, Cai Luo-bao, Li Zhi-xiang: *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 68—73.

Photochemical transformation of pesticides is an important non-biological process, in which the pesticide efficacy, catabolite, toxicity and environmental impact are significantly affected. In recent years, this subject has become an active research project. This article reviews the basic concepts of environmental photochemistry of pesticides, main photoreaction and the implication of light-induced transformation.

Key Words: pesticide, photolysis, photoreaction.

Greenhouse Effects on Climate and Agriculture. Gao Su-hua, Pan Ya-ru (Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 73—76.

This article introduces some knowledge of global greenhouse effect caused by increasing emissions of the gases CO, CFCs etc. Depletion of ozone in the stratosphere and increase of ultraviolet radiation will bring about the impact on climate and agriculture, meanwhile increasing ozone in low atmospheric layer would cause yield decreasing.

Key Words: greenhouse effect, climate, agriculture.

Comprehensiv Evaluation of Agro-Natural Environmental Quality: A Case Study in Chongqing City. Zhang Jian-guang (Department of Geography, Southwest China Normal University, Chongqing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 77—81.

A comprehensive and quantitative method for evaluating agro-natural environmental quality has been presented in this article, in which an attempt has been made in discussing the evaluation principles, models, quantification of parameters, allocation of weights etc. As the method applied to a case study in Chongqing, the result showed its high feasibility.

Key Words: agricultural environmental quality, natural environment, evaluation, quantification.

A Study on Zooplankton in the Wastewater Containing Silver. Chen Yuan-gao (Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 81—85

Zooplanktonic crustacea in some water bodies containing silver in Wuxi Cinefilm Factory was investigated. According to the seasonal sample analysis, there are 3 species in the balance pool, 7 species in the oxidizing ditch, 10 species in the oxidizing pond, 11 species in the inlet to

the Taihu Lake. The changes of silver concentrations in the waters have caused the differences of species composition, dominant species and biomass. Correlation between species amount, biomass and silver concentration appears negative. *Moina macrocopa*, *Diaphanosoma leuchtenbeganum*, *Thermocyclops taihokuensis*, *Mesocyclops leuckeri* are considered to be the dominant species. According to the analysis of samples collected up *Moina macrocopa* in the wastewater, its silver content is 101.5 ppm(DM). When the wastewater was purified with water hyacinth, zooplankton species, amounts and biomass would have an apparent change. Their order is as follows: on water hyacinth root > in wastewater below the hyacinth > in wastewater without the hyacinth.

Key Words: wastewater containing silver, zooplankton, water hyacinth.

Application of the Grey Classification in Water Quality Evaluation. Mu Jin-bo, Hou Ke-fu (Department of Environmental Science and Engineering, East China Institute of Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 86—90

A new method for evaluating water quality, the grey classification, is put forward in this paper. A case study has also been presented to demonstrate how the method to be applied. In comparison with fuzzy mathematics, the grey classification not only retains the advantages of fuzzy mathematics method, but also supplements its imperfections.

Key Words: grey classification, water quality evaluation, fuzzy mathematics.

Environmental Impact of A Reservoir Construction Project on the Bainbluc Swan Reserve in Xinjing Uygur Autonomous Region: A Predictive Study. Yuan Guo-ying, Zhang Li (Xinjiang Environmental Protection Institute Urumqi): *Chin. J. Environ. Sci.*, **12**(2), 1991, pp. 90—93.

The Bainbluc Swan Reserve lies in the middle part of the Tianshan Mountains (The Heavenly Mountains), between 42°28'—43°25'N and 83°02'—86°00' E. According to the local government's construction plan, a reservoir, namely "Hudashely" of $10.2 \times 10^8 \text{ m}^3$ in extent would be constructed in the center of the Reserve. Meanwhile an environmental impact assessment work was done in 1988 prior to the project starting. The result of prediction showed that if the reservoir had been built, the ecological environment of the Reserve would have been destroyed though economic benefit of the reservoir was high. Finally the local government accepted the environmental assessment statement, and the Reserve was preserved.

Key Words: environmental impact assessment, reservoir construction.