

全球气候变化的地域差异及其意义

任 国 玉

(北京师范大学地理系, 北京 100875)

关键词 二氧化碳 气候变化 地域差异

1 引 言

大气 CO_2 和其它温室气体(如 CH_4 、 N_2O 、 CF_xCl_y 等)的增加将导致全球地面气温上升,这已经很少再有人怀疑了。多数大气环流模式(GCM_s)计算结果表明,当大气 CO_2 含量比工业革命前增加1倍时,全球平均气温将升高 $2\sim 4^\circ\text{C}$ ^[1]。但在同样 CO_2 含量情况下,辐射对流模式(RCM)预测的升温数值一般较低,多在 $1.5\sim 2.5^\circ\text{C}$ ^[2]。美国国家科学院(1982)的报告认为全球地表温度升高为 $3\pm 1.5^\circ\text{C}$,这就是后来文献长期引用的数字。 CO_2 等温室气体的增加在引起全球平均气温上升的同时,也将导致全球蒸发作用增强和降水增加。 CO_2 加倍后,全球平均降水可增加 $3\%\sim 8\%$ ^[2]。

这是从全球平均状况来说的。实际上,在地球上的不同纬度地带,温度升高幅度和降水变化情况是不一样的。在利用气候模式模拟 CO_2 增加后全球气候变化的初期,就已经指出,高纬度地带气温升高幅度比低纬地带大几倍^[3]。对一个理想的北半球大陆,Manabe 和 Wetherald(1980)预测赤道附近增暖约为 2°C 左右, $35\sim 50^\circ\text{N}$ 之间为 $3\sim 4^\circ\text{C}$, 80°N 附近可达 $7\sim 8^\circ\text{C}$ ^[4]。美国国家大气研究中心(NCAR, 1980)的报告表明了大致相似的结果^[3]。就降水或土壤水分状况来说,全球各纬度地带也存在明显差异。在高纬度地带,由于气温上升引起的降水率的增加高于蒸发率的增加,因此径流率和土壤水分也相应增高;而在中纬度和副热带地区,平均土壤水分将趋向减少。夏季,中纬度和中高纬度地带土壤水分可能降低;冬季,副热带地区土壤水分会显著减少^[5]。中纬和中高纬度地带夏季土壤水分减少同夏季蒸发作用增强及融雪季节提前有关,同时中纬度夏季雨带略向高纬方向移动的影响也是重要的,这使得在盛夏有一短暂时段降水比较少。副热带冬季土壤水分显著下降主要是大陆西侧气旋路径和雨带的迁移使那里冬季气候更趋近目前低纬一侧的半干燥和干燥气候。

上述气温和土壤水分变化各纬度地带的不同在一定程度上反映了气候变化的地域差异特点,但仍过分概括,并掩盖了地带内许多细节。在北半球 $35\sim 95^\circ\text{N}$ 之间平均气温可能上升 $3\sim 4^\circ\text{C}$,但这并不意味着在这个地带东西不同地区气温都升高同样幅度。事实上,在同一个纬度带内,有的地区温度和土壤水分状况变化和地带平均一致,但也有一些地区温度和土壤水分变化幅度同地带平均不相似,甚至变化的方向都可能和平均状况相反^[6],在

降水和土壤水分的变化上尤其如此。气候变化在空间分布上存在着绝对的差异,理解这种差异对于研究气候变化的影响无疑具有重要意义。

气候模式设计人员显然已经认识到区分不同具体地区气候变化差异的重要性,但受各种因素的限制,目前还很难准确地做出这样详尽的预测。在近年研究中出现一些有趣的尝试。尽管这些工作还不完善,但仍有一定参考价值。下面,我们将结合从其它方面得到的资料对模式模拟结果做个评述。

2 温度变化

Manabe 和 Stouffer(1980)用 GCM_s 模拟了当大气中 CO₂ 含量达到工业革命前 4 倍时全球各地区气温的变化^[7]。在他们的温度变化分布图上,高纬地带冬季升温幅度最大的特点依然很明显。在北半球冬季时,亚洲和北美洲大陆东岸升温幅度均高于同纬度其它地区,这似乎预示在增暖的地球上北半球冬季大陆东岸的大槽将减弱。与此同时,两个大陆内部干燥地区升温幅度并不大。在北半球夏季,全球最大增暖地区在南极大陆及其周围的南大洋,但南半球其它大陆增暖程度并不比它们的夏半年更明显。此时,北半球有三个较大增暖中心:一是北大西洋及其两岸陆地,即欧洲沿岸和北美东部;二是北太平洋地区,包括阿拉斯加沿岸、俄罗斯远东沿岸和日本群岛等;三是欧亚大陆内部的乌拉尔山脉附近和苏联中亚地区。

注意一下中国的情况是有趣的。在冬季,中国东部沿海地区增暖程度与同纬度的美国东部相近,均高于同纬度地带平均状况。同时这两个国家西部气温升高值都比较小。然而,夏季中国东部温度升高幅度却不及美国东部的一半,明显低于同纬度其它地区,成为中纬度地带内一个增温低值中心。在 Manabe 和 Stouffer(1980)的图上,作者计算了中、美两国东部 30°~50°N 之间各 6 个经纬线网格点的平均增温数值。在 4 倍 CO₂ 情况下,美国东部夏季温度增暖平均为 6.2℃,而中国东部平均仅有 2.5℃。值得提出的是,最近赵宗慈(1989)的工作揭示,当大气 CO₂ 加倍时,有更多的模式表明冬季中国北方和东部地区增温在 4℃以上,西南地区则多低于 4℃。而在夏季,多数模式表明中国东部气温增暖程度小于西部地区^[8]。这个冬、夏季温度变化区域图式和 Manabe 等模拟全球温度变化的结果大体相似。

由于中、美两国东部冬季升温幅度大致相近,夏季升温幅度的差别使得中国东部年平均气温升高程度也比美国东部小。按照估算夏季两国东部增暖平均值同样的方法,可以得出,在 4 倍 CO₂ 情况下,美国东部年平均气温升高幅度平均值是 5.3℃,而中国东部则为 4.4℃。

如果本世纪 80 年代的显著增暖确系大气 CO₂ 温室作用的结果,那么王绍武(1990)的工作有利于支持上述结论。他的计算表明,中国东部 80 年代年平均气温距平比北半球及全球年平均气温距平都明显低^[9]。中国东部年平均气温变化小与夏季气温变化幅度小应是一致的。最近赵宗慈(1991)^[10]和徐群等(1991)^[11]的研究证实了这一点。80 年代中国地面气温的增暖主要是由冬季温度升高造成的,而夏季增温不明显,有一些地区甚至夏季气温是变凉的。这同气候模式计算结果可能不是偶然的巧合。

中国东部地区冬季增温幅度比较大可能同大陆内部西伯利亚冷高压变弱有关。张家

诚(1989)认为,由于北半球高纬冬季增温幅度大,这会使西伯利亚冷空气的堆积作用减弱,冷高压强度变小,中国东部冬季风可能将变弱^[12]。但夏季变暖程度相对不明显是否与夏季风变化有联系还值得进一步探讨。

3 水分变化

在一个由 CO₂ 等温室气体引起增暖的地球上,要预测降水或土壤水分变化的地域差异比预测温度变化的地域差异还困难,不同的模式模拟结果差别常常很大。在这种情况下,应该把模式法和其它研究方法结合起来运用,才有可能得出比较满意的结果。

根据 Manabe 和 Wetherald(1985)利用 GCM,模拟结果,在北半球夏季时,除了南美洲大部分地区、中国东部、非洲大部分和澳大利亚西部土壤水分有增加外,其余地区多趋于干燥,尤其在澳大利亚东南部和美国东南部,土壤水分减少更为突出。在北半球冬季时,北非和北美洲南部的副热带地区土壤水分显著下降,欧亚和北美大陆的中高纬度地区土壤水分增加,此时处于夏季的南美大部分和南非也表现出更为缺水^[5]。从全年平均来看,赵宗慈(1990)提供的资料表明,变干地区有北美中部,东西伯利亚,非洲南端,南美南部;变湿地区包括阿拉斯加,北美南部的副热带地区,中美洲,非洲大部分,亚洲季风区和澳大利亚等^[13]。

在研究不同地区土壤水分变化时,人们还常把历史上温暖时期相对目前或寒冷时期土壤水分的变化作为参考,并认为未来 CO₂ 引起变暖的地球上土壤水分状况与过去温暖时期可能相似。这种方法可称为历史类比法。较多使用的一种历史类比法是将全新世中期(大西洋期)作为参照时段,重建这个时期内全球土壤水分相对目前的变化。广泛引用的 Kellogg 图就是这类工作的代表。根据 Kellogg(1977,1978,1979),全新世中期的温暖阶段,北非和东非、印度、中国东部、欧洲中南部、澳大利亚西部和阿拉斯加等地区是比目前湿润的,在中高纬度这应该主要指示夏季植物生长时期更湿润些;北美中部和加拿大北部当时比较干燥,说明全新世温暖期夏季土壤水分是更加不足的^[14,15]。历史类比法的另一个变通是分析观测记录若干暖年和冷年之间平均降水的不同。从北半球 1925~1974 年中 5 个最冷年到 5 个最暖年的平均年降水变化来看,在增暖的情况下,东北部非洲、印度、中国东部、蒙古、北美洲北部降水均有增加;而西北非、欧洲大部分、中亚和北亚、北美洲中部和南部降水则相对减少^[1]。

综上所述,可以看出,只有北美中部的变干,东北非、印度和中国东部的变湿润才是各种方法所得结果完全一致的。因此,在 CO₂ 导致全球变暖的情况下,北美中部平原地区很可能将趋向干燥,东北部非洲、印度大部分和中国东部可能会由于有较多的降水而趋于更加湿润。另外,有较多的方法显示阿拉斯加和澳大利亚西北部可能将变得更湿润些,原苏联以外欧洲的中南部地区可能会变得比目前干燥^[16]。

东北非、印度和中国东部以及澳大利亚西北部的趋于湿润同夏季风控制时间增长有关。阿拉斯加地区变湿可能是西风急流位置和气旋路径北移的结果。这种西风急流位置和气旋路径的偏向高纬也将给西北欧带来更多降水,但同时却使中南部欧洲趋向少雨。北美洲中部平原趋向干燥的结论已为大多数人所接受。在本世纪观测记录中,那里的气温和降水呈显著负相关^[17]。30 年代、50 年代初以及 80 年代的 1980、1983、1988 年的干旱都

伴随着异常的高温。至于为什么暖期降水减少现在还不很清楚。Bryson(1977)认为高温时期西风风速增强了,而落基山脉以东的西风是干暖气流^[18]。

赵宗慈(1989)总结模式模拟中国降水变化的工作表明,五个模式中的多数都显示夏季华中、华北西部和东北北部降水将减少,东北南部、华东、华南和西南地区降水将增多^[8]。因此,夏季降水变化大体上是东南沿海增多,西北内陆减少。中国东部历史上温暖时期常和湿润时期对应,而寒冷时期同干旱时期对应^[12,19],这一事实也有助于支持在将来CO₂引起全球增暖的情况下,中国东部地区可能会变得更湿润一些的结论。

中国东部趋向于更加湿润一方面可能同夏季风强度和持续时间的增加导致更丰富的降水有关;另一方面,夏季和年平均气温升高幅度相对不大也是重要的,这使得蒸发作用的增加不会特别显著。

4 影响评价

近十几年来,CO₂和其它温室气体可能导致全球增暖问题受到科学界的极大关注。1988年联合国第43届大会首次把气候变化和环境破坏问题作为三个主要讨论的议题之一^[20]。这标志着CO₂及其气候变化问题已经从科学界延伸到了国际政治领域。1989年3月,包括政府领导人在内的23个国家代表聚集在荷兰的海牙讨论全球增暖问题,一些代表建议授予联合国更大权力,去协调那些可能会引起温室气体增加的全球性活动^[21]。同年,联合国环境规划署决定把6月5日的世界环境日主题定为:“警惕全球变暖”。这进一步把CO₂及全球增暖问题渗透到普通公众之中。从科学研究人员到政治家及至一般公众,都在谈论全球气候变化以及怎样采取措施限制使用释放CO₂气体的化石燃料问题。

应该承认,CO₂和其它温室气体将导致全球增暖确是人类遇到的地球气候环境最急剧的变化。如果考虑到在全新世中期温暖阶段以后的5000多年时间里地球平均气温的变化幅度也只不过2~3℃,则我们对即将到来的气候变化的急剧性会有一个更明确的认识。现在的问题是,这种急速的全球增温对人类有什么影响?它是福还是祸?回答这些问题至少涉及了全球气候变化的地域差异这一特点。

人类各种生产活动中和气候关系最密切的当属农业,特别是种植业。因此,CO₂导致的气候变化将首先对世界农业生产造成影响。和农业生产关系最密切的气候要素是气温和降水或土壤水分,而气温和水分的变化都具有明显的地域差异。这决定了CO₂及全球增暖对农业的影响在世界不同地区也是有区别的。

美国的中部平原,包括大平原和中央低平原地区不仅是美国,而且也是世界最重要的商品粮产区。那里生产的小麦、玉米和大豆大量投入国际市场。但是,在CO₂引起全球变暖的情况下,这个地区夏季的气温将显著升高,土壤水分极有可能变得比目前干燥。应该指出,无论是那里的玉米带,还是小麦带,热量都不是作物生长的限制性因子,土壤水分短缺才给那里农业带来灾害。因此,将来土壤水分的趋于匮乏无疑会对美国中部平原地区的农业构成严重威胁。也许正是由于认识到了这一点,不少美国研究人员对于采取行动应付CO₂问题表现得颇为热心。

另一方面,原苏联一些科学家则对未来气候变化持有乐观态度。这种乐观态度显然是基于下述认识:原苏联大部分国土处于高纬度地带。在农业生产中,限制性气候因子是热

量资源不足。如果未来全球气温上升,且中高纬度变暖幅度较大,则可以使大片目前不宜农业的土地转为农田。但是,即使仅从气候角度讲,这种认识也欠全面。这是因为在高纬度地带,升温幅度最显著的时间是在冬季,大部分北方针叶林区夏季增暖不是很多。而冬季的大幅度增温对这样高纬地带的农业是没有太大意义的。更何况决定农业生产的自然条件不单纯是气候,土壤也是很重要的。针叶林下的灰化土对农业带的向北迁移无疑会构成重大障碍。在这种矿物质和有机质都十分贫乏的土壤上耕种,可能需要巨额投资。由于同样的原因,加拿大中北部地区也难以从气候变暖中获得很多好处。

原苏联以外的欧洲大部分地区土壤水分可能趋于减少。这种干化过程对南欧和西欧的农业具有不同的意义。在南欧,目前农业气候上的限制因子是水分不足,未来的干燥化显然对农业很不利。但在西欧,比如英国、法国和德国北部等地区,土壤水分不是缺乏,而是经常过剩,热量不充分才是耕作业中的主要问题。因此,将来气温上升和土壤水分略为减少反而对农业生产有利。

中国的主要农业区位于东部。东部未来气候变化对全国农业生产特别是粮食生产至关重要。中国东部农业发展中的主要气候问题是水涝、干旱和低温冷害,尤其华北平原的干旱和东北地区的“冷夏”,常给当地旱作农业造成重大灾害。在农业气候资源的利用上,中国东部农作物的分布比世界其它地区更接近于可能种植的境界,有些作物明显超越农业气候适宜界线栽培。这也是造成频繁干旱和低温灾害的原因之一。如果在未来全球气候变化中,中国东部冬季气温显著上升,夏季气温略有升高,土壤水分趋于更湿润,那么这一气候变化情势对农业生产可能更多还是有利的。尽管水涝灾害可能增多,但对农业危害更大的旱灾将趋于缓解,同时南方的“倒春寒”、东北的“冷夏”等低温灾害也将大大减少。在受到热量不充分或水分紧缺影响的边缘农业带的农民更能感受到气候变化带给他们的益处。丁一汇(1990)利用农业产量模式模拟粮食单产的变化,指出全国除华南外,其余地区粮食单产都将增加。这和 CO_2 本身促进光合作用及水热条件更为适宜都有一定关系^[22]。这一结论可能至少对中国东部地区是合理的。当然,中国西部干燥区的降水将怎样改变尚难以有把握地推测。不过模拟结果表明西部干燥区夏季气温升高比东部沿海地区明显,夏季将更加炎热。这对那些靠冰川融水灌溉发展起来的山麓地带绿洲农业可能会产生不良影响。因为长期夏季温度增高将引起山地冰川趋于萎缩。

5 结 语

人们在评述 CO_2 和全球增暖问题时,经常习惯于把它同平流层臭氧层破坏、酸雨和沙漠化等环境问题相提并论。事实上两者在性质上有重要区别。臭氧层破坏、酸雨和沙漠化等对人类社会是真正的环境灾难。但 CO_2 及由其引起的全球气候变化既可以给人类带来灾害,也可以给人类带来利益。如果不考虑海平面上升对部分沿海低地的影响,仅从气候变化本身来看, CO_2 及全球增暖对有些地区会造成不利影响,但对另一些地区的发展则可能会创造新的机会。 CO_2 问题利弊兼备这一性质主要是由全球气候变化的地域差异特点决定的。因此,不同于其它全球性环境问题,在 CO_2 等温室气体排放问题上要达成全球统一行动纲领可能是困难的。在这种情况下,世界不同地区的人民主要还是应该准备如何去适应即将发生变化的气候和自然环境。

参 考 文 献

- 1 Lockwood J G. World climatic systems. Edward Arnold, 1985.
- 2 王绍武. 大气中二氧化碳浓度增加对气候的影响. 地理研究, 1987, 6(4): 89~105.
- 3 Sellers A H and Robinson P J K. Contemporary climatology. Longman Scientific & Technical, 1986.
- 4 Rosenberg N J K. The increasing CO₂ concentration in the atmosphere and its implication on agricultural productivity. Climatic Change, 1982, 5 (4).
- 5 Manabe S and Wetherald R T K. CO₂ and hydrology. In: Advances in Geophysics, Vol. 28, Issues in atmospheric and oceanic modelling, Part A, Climatic dynamics. Edited by Syukuro Manabe, 1985.
- 6 Brinkmann W A R K. Associations between temperature trends. Annals of the Association of American Geographers, 1979 69 (2): 250~261.
- 7 Simmons A J and Bengtsson L K. Atmospheric general circulation models: Their design and use for climate studies. In: The Global Climate, Edited by John T. Houghton, Cambridge University Press, 1984.
- 8 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.
- 9 王绍武. 近百年我国及全球气温变化趋势. 气象, 1990, 16(2): 11~15.
- 10 赵宗慈. 中国的气候变化及对未来的预测. 见: 气候变化与环境问题全国学术讨论会论文汇编. 北京: 中国科学技术协会, 1991.
- 11 徐群, 王冰梅. 我国气候的演变趋势和今后发展. 见: 气候变化与环境问题全国学术讨论会论文汇编, 北京: 中国科学技术协会, 1991.
- 12 张家诚. CO₂ 的气候效应与华北干旱问题. 气象, 1989, 15 (3): 3~9.
- 13 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): 118~127.
- 14 Kellogg W W. Regional scenarios of future climate change. In: Third Conference on Climate Variations and Symposium on Contemporary Climate: 1850~2100, Jan. 8~11, 1985, Los Angeles, 1985.
- 15 Kellogg W W. Global influences of mankind on the climate. In: Climatic Change, Edited by J. Gribbin, Cambridge University Press, 1978. 205~207.
- 16 Wilson C A. and Mitchell J F B. Simulated climate and CO₂-induced climate change over western Europe. Climatic Change, 1987 10 (1): 11~42.
- 17 Wallen C C. Impact of present century climate fluctuation in the northern hemisphere. Geographiska Annaler, 1986, 68A(4).
- 18 Bryson R A and Murray T J. Climates of Hunger—Mankind and the World's Changing Weather. The University of Wisconsin Press, 1977.
- 19 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 中国科学, 1973, (2): 291~296.
- 20 联合国. 人类共同关切的问题. 联合国纪事, 1989, 6(1).
- 21 White R M. Greenhouse policy and climate uncertainty. Bulletin of the American Meteorological Society, 1989, 70 (9).
- 22 丁一汇. 未来 30 年气候对我国农业的影响. 中国科学报, 1990—02—20.

REGIONAL DIFFERENCE OF THE GLOBAL CLIMATIC CHANGE AND ITS IMPLICATIONS

Ren Guoyu

(Department of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Key words: Carbon dioxide; Global warming; Regional differences

ABSTRACT

More and more attentions have been paid to the global warming caused by CO₂ concentration in atmosphere. It may be considerably important for geographers to investigate the responses of every region in the world to the global temperature rising. The regional differences of temperature increase and rainfall change relating to the CO₂-induced global warming have been reviewed, and the implications of the regional differences in climatic change, both for ecosystems and the agriculture over each continent, have been discussed.

The temperature increase will probably be more obvious in the high latitude zones than that in the low latitude zones, and the rise of summer temperature in the eastern United States will be larger than that in the eastern China. It has been confirmed that the central North America will become drier in a warmer earth, while North Africa, most parts of India and the eastern China will be quite possible to experience more humid climate on the background of the future global warming.

Some regions on the earth will suffer from the global climatic change, others will benefit from it. The author, therefore, considers it possibly difficult for all the countries of the world to reach an agreement on the action to deal with the CO₂ problems in the coming years.

(1991 年 5 月收到修改稿)

陆地卫星图象在三江平原地区 沼泽调查中的应用

张养贞 华润葵 李玉勤

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

地理科学 13(1), P. 49, 图 5, 表 2, 参 2, 1993

从分析各种类型的光谱特征、生态特征入手, 对三江平原地区的沼泽进行研究。通过遥感信息的光学和计算机处理与分析, 确定了沼泽类型的分布范围和面积。为我国大范围沼泽调查开辟了一条新的途径。

长白山近期火山爆发 对高山亚高山植被的影响

刘琪璆 王战

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

王少先

(吉林省长白山国家级自然保护管理局)

地理科学 13(1), P. 57, 图 2, 参 11, 1993

距今 1580 ± 70 年(公元 408 ± 70 年)长白山火山爆发, 植被遭严重破坏。火山锥体上部的偃松群落因历次火山爆发而消失。近期火山爆发前, 高山、亚高山上部植被与现代相似, 只是林线由原来海拔 2200m 左右下降到现在的 2000m。今后林线将继续回升。

全球气候变化的地域差异及其意义

任国玉

(辽宁师范大学地理系, 大连 116022)

地理科学 13(1), P. 62, 参 23, 1993

大气 CO_2 增加导致的全球气候变化在空间上存在着显著的差异。采用不同方法得出温度和水分变化的地域差异是基本一致的, 由此, 对不同地区农业生产可能造成的影响也是不同的。因此世界各国对 CO_2 这一全球性环境问题企图达成协调一致的行动纲领可能是困难的。

青海省土地资源人口承载量 系统动力学研究

杨晓鹏

(东北财经大学经济研究所, 大连 116023)

张志良

(兰州大学人口研究所, 兰州 730000)

地理科学 13(1), P. 69, 图 1, 表 8, 参 6, 1993

以资源—资源生态—资源经济科学的理论为基础, 从对青海省土地资源人口承载量系统条件的综合分析入手, 主要在三个层次(各类资源之间的平衡关系、农业结构与资源结构的匹配关系、单产潜力的预测与总生产潜力的仿真)上进行人口与资源关系的高层次、多侧面的综合研究, 从而建立了该地区土地资源人口承载量的动态模型。

大理旅游区的时空结构研究

刘伟强

(北京大学城市与环境学系, 北京 100871)

地理科学 13(1), P. 78, 图 2, 参 5, 1993

以云南区域背景历史演变过程为主线, 参考了旅游条件尤其交通条件, 将大理旅游区时空结构的演化过程划分为三个阶段, 对其空间结构尤其地域形态和空间联系进行了分析, 进而对其旅游功能、类型、方式、地域结构等的历史变化与机制进行了探讨。