

关于我国过去全球变化研究的几点设想

任国玉

(北京师范大学地理系 100875)

提 要 过去全球变化(PAGES)是IGBP的核心计划之一。在同国际PAGES计划研究内容对等的前提下,我国的过去全球变化研究既应发挥国内原有工作的传统优势,又应照顾到东亚古环境演变的独特性和填补全球资料空间缺口的需要。根据这一原则,本文对我国相应于PAGES计划的具体研究内容提出了若干建议。

关键词 过去全球变化 研究设想 中国

过去全球变化(PAGES)是IGBP的核心计划之一。考虑到我国的具体情况,中国全球变化研究相应于PAGES的项目应该优先组织若干既具备全球性意义,又富有地区性特色的课题开展工作,为国际PAGES计划和我国IGBP研究做出贡献。

课题优先支持的原则应该是:

- 同国际PAGES计划基本科学目标和内容的对等或协调;
- 东亚地区古环境过程的特殊性质;
- 国内已有工作基础和传统优势;
- 填补资料缺口及同全球对比的需要;
- 获得国际合作和资助的可能性。

PAGES的科学目标在于确定驱动过去气候系统自然演变过程的机制,从而理解和预测该系统受到人为干扰时的行为。其研究内容分为两个时间阶段,一是重建近2000年来气候和环境演变的详细历史,时间分辨率至少达到10年,最好达到年或季节;二是重建一个完整冰期循环的气候与环境演变过程,以便增进对全球气候变化自然过程的理解。我国的过去全球变化研究应同上述目标和内容相互协调。

中国晚更新世以来环境演变在许多方面颇引人注目,如青藏高原的继续隆起及其对东亚地区环境发展的影响,深厚而广泛的黄土堆积与沙漠、沙地的形成,中纬度高山高原冰川的消长,人类活动对环境产生的长期而深刻的影响等。这些特点决定了我国在利用粉尘和风沙堆积、内陆干旱和半干旱区湖相沉积、冰川和冰岩芯以及历史文献记录等古环境代用资料分析过去环境历史方面具有优越的条件,也为深入研究季风演变规律和原因、人类经济活动与环境之间相互作用机制提供了良好的机会。

我国晚第四纪环境演变和历史时期气候变迁研究有一定基础,已经在黄土沉积序列、湖

收稿日期:1993-01-04

泊水面波动、植物化石花粉、海平面变化、冰川和冰岩芯、树木年轮、历史气候资料整理和分析,以及特征时间段古环境复原等方面进行了大量工作。多年来,国内工作在黄土与古土壤序列分析、内陆封闭湖泊沉积古环境信息的提取和历史时期气候变迁研究等方面已经形成一定优势,今后也应进一步得到支持和发扬。

有些领域虽然工作基础还比较薄弱,但它们是获取环境演变信息的重要来源。在填补空间资料缺口上十分需要,也应该注意加强研究。例如,化石花粉记录历来为国外晚更新世以来环境重建的主要手段,工作做得也很细;树木年轮分析在国外发展同样比较迅速。花粉和树轮资料具有空间分布广泛的特点,在古环境制图研究中将显示巨大潜力。因此,加强国内的这些研究工作就是很必要的。

符合上述原则的选题一般也能够引起国际同行的注意和兴趣,有利于争取合作研究。

基于这几点考虑,笔者认为,我国的 PAGES 研究可以在如下几个方面优先开展:

- 近 13 万年来东亚地区环境演变规律;
- 末次冰期盛期(LGM)以来中国大陆地区环境演变信息提取;
- 过去 2000 年中国的气候与环境;
- 近 100 年来的气候变化;
- 人类活动与环境演变的相互作用机制;
- 特征时间段古环境制图与复原;
- 不同时间尺度我国环境演变的原因或机制。

1 13 万年来的变化

黄土剖面、海底和内陆湖相沉积钻孔以及冰岩芯等在恢复最后一次间冰期——冰期循环历史方面将成为主要手段。研究的重点是解决东亚地区近 13 万年来古气候变化(包括温度和降水的波动、粉尘通量变化、季风的消长等)植被的迁移与演化和海平面的升降等问题。东亚气候序列同全球或北半球其它地区的比较应引起特别注意。为了进行这种比较,必须建立起独立的可靠地层年代。通过与深海岩芯或极地冰岩芯同位素资料对比确定相对年代的实践现在不再具有益处,因为即使在冰期——间冰期这样长时间尺度上不同地区气候对外部强迫的响应也可能存在显著的时相上或幅度上的差异。通过独立定年确定这种差异对于理解气候系统演变机制至关重要。

2 LGM 以来的变化

黄土沉积、化石花粉、湖相沉积和冰岩芯分析等是研究近 1.8 万年来环境演变的基本途径。通过建立典型地区时间序列,给出冰期盛期温度和降水变化性质和幅度。冰期温度问题至今意见分歧颇多。应该说,我国末次冰期温度降低幅度及东部山地有无冰川发育条件问题的解决本身就是对国际 PAGES 计划的重要贡献。CLIMAP 成员的古气候模拟表明东亚地区温度下降值很小,但国内有一些研究结果指示气温降低幅度达到 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$,一般意见也认为降低 $7^{\circ}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。这个突出矛盾的解决具有明显的理论意义。

晚冰期的气候过渡和波动应该予以更多的重视。发生在欧洲和加拿大东部及北大西洋的新仙女木事件在我国是否确有相应表现? 这种急剧变化信号出现在什么时候? 其强弱如何? 这些问题的澄清对于理解新仙女木波动产生的原因和气候系统的非线性行为很有价值。随着测年技术的发展, 现在可以通过细分分辨率的花粉分析和同位素分析等手段对晚冰期的气候变化细节进行研究。

全新世高温期已经引起国内学者较多关注, 也有不少研究成果问世。需要进一步解决的问题包括高温期出现的确切时段、温度变化幅度、高温期的季风环流特征和降水变化、沿海至内陆或高低纬地区之间高温期在时相上是否存在显著差异、温度变化的季节性, 以及我国高温期与全球其它地区的比较等。近年来国内学者的工作表明, 我国全新世高温期比过去认为的要提早, 约在 9000~5000a BP。这与国外工作结果是一致的。但仍有不少学者认为它出现在 7500~2500a BP。这个明显的分歧究竟是年代测定或分析方法问题, 还是气候变化地域性差异的反映? 如果我们希望证实在世纪以上时间尺度上海洋热力惯性的影响是否仍然存在这一问题, 则上述高温期地域差异的研究就是很有意义的。另外, 全新世高温期自然植被的演变和海平面变化的研究有助于认识植物、冰川和海水等环境要素对气候变化(温度增暖)的响应特征, 也应引起注意。

3 近 2000 年的变化

我国由于有丰富的历史文献资料, 在这个时段的研究方面可以做出特殊的贡献。树木年轮、考古文化资料、高分辨率的冰芯及湖相沉积岩芯和花粉分析也是重要古环境代用资料。应该建立起不同代表性地区的气候变化序列。着重分析相当于中世纪温暖期的升温在我国有无表现; 出现的时代; 小冰期的气候特点; 温暖期和小冰期同北半球其它地区的比较; 旱涝波动及其与温度变化的关系。根据文献记录进一步分析我国历史上雨土沉降、冬季雷暴活动和太阳黑子数量的变化等都是很有意义的工作。应该组织力量调查历史时期土地利用方式的演变过程, 包括不同时代森林范围 and 生物量的变化、水田面积随时间的变化、旱作农业垦殖历史等。这些工作不仅有助于评价人类活动及下垫面反射率变化对区域性气候和环境的影响, 而且也正确估算历史上由于人类活动引起的微量温室气体的排放和转化速率提供了重要基础资料。

历史记载资料整编、校准和分析技术的研究应该受到重视。目前已经发现前人在研究历史时期气候变迁时, 曾在历史记录事件的日期换算上出现失误, 并导致分析结论的明显偏差。对一些历史记载自然现象环境指示意义的解释必须慎重, 例如, 古代大型野生动物界线的改变可能更主要地反映了人为活动强度(包括植被砍伐和捕杀等)的影响。旱涝饥荒记载频度在多大程度上受到不同时代记录详实水平、资料保存情况及不同地域人群对其关注程度等人为因素的影响应该认真分析, 并设计出合理的校准方法。

4 本世纪气候变化

应该把重点放在全国和各自然气候区平均气温序列的建立与北方半干旱、半湿润地区

降水量变化的分析上。50年代以前的记录残缺不全,应设法进行合理的订补。在有些工作中,空间平均值的计算方法还不够完善。城市热岛效应随时间增强因素必须给予足够注意,并从长期趋势估计中予以剔除。现在的北半球平均温度序列已经考虑了这个问题。为了使资料具有可比性,也为了更好地探测对大气CO₂等温室气体增加的区域响应特征,城市热岛效应增强对记录的长期温度变化趋势影响问题必须及早解决。降水变化的空间持续性更差一些,为资料的订补和延长带来困难,需要利用年轮和近代文献记录等资料填补时间和空间上的缺口。

5 人类活动与环境演变的相互影响

根据上述土地利用方式改变的时间序列和现代实地观测记录资料已经有可能估计和分析不同类型农业经济活动对气候及生态系统影响的性质和程度。在这方面,我国南方水田面积变化对CH₄释放、水汽通量和地表辐射平衡可能具有显著影响。CH₄释放具有全球性意义,而蒸发和热量收支改变则可以产生较大区域性气候效应。例如,具有浅层积水和浓密作物叶片的水田,其蒸发和蒸腾效应可能既不同于自然植被系统,也有别于自由水体。水田的蒸散量可能已经增加。这可能会通过垂直输送和水平环流对我国大气水汽含量和雨量产生影响。半干旱地区土地沙漠化过程将改变下垫面反射率和对流层大气粉尘含量,并可能会影响辐射特征、云物理过程和大气动力条件,引起地表气温和雨量的变化。我国黄土高原农业活动对土壤侵蚀及沟谷切割过程的影响也值得深入研究。

在另一方面,变化的环境必然对历史上不同时代人类社会系统造成影响。旱涝和洪水灾害对古代社会经济和人类生存条件产生的深刻影响或冲击有目共睹,但目前更应该重视气候和环境的渐变过程在过去怎样改变了人类的生产和生活条件。例如,在进入历史上温暖时期或寒冷时期的过程中,土地利用方式、经营类型、耕作制度和产量等发生了什么相应变化;在进入持续干旱阶段人类经济活动又出现了怎样的响应。环境条件的逐渐恶化对历史上大规模人口迁移可能产生了一定作用,也值得进行深入研究。现在之所以强调长期渐变过程的重要性,是因为还未证实具有瞬时偶发性质的气候变率同长期的趋势性气候变化存在着确定关系,而IGBP关心的焦点是具有后一性质的未来全球增暖及其由此引起的水分状况的趋势变化。

6 古环境制图和复原

尽管这项工作仍然具有经验研究性质,但它已经更靠近理论分析,对检验和校准模式也具有关键性意义。目前,东亚地区主要古环境代用资料的空间分布网点稀疏,资料的质量也存在较大问题,这为从事古环境制图和复原研究带来困难。随着研究工作的扩展和加深,这个问题将逐步得到解决。

化石花粉、封闭内陆湖泊水位、树木年轮和历史文献资料在古环境空间制图方面均具有潜力。花粉资料由于分布范围、跨越年代长,又可以定量校准,因而具有特殊的意义。但在我国大部分地区的化石花粉研究中,¹⁴C测年控制还缺乏可靠保证,现代表层花粉采集和

分析工作尚未大规模开展,无法提供能满足空间制图需要的定量古气候参数值。可见,在单点重建中,化石花粉及其它古环境代用资料的准确定年和定量校准技术的研制应该受到充分注意。

空间制图时间片断(time slice)的选择应尽可能包括主要的特征古环境阶段,如末次间冰期、末次冰期盛期、全新世高温期、小适宜期和小冰期等。但选择的参照时间将不再是一个持续的时期,而是一个特定时刻。时间片断的确定也应照顾已经进行的模拟研究。目前应特别注意 18000 a BP 和 9000 a BP 这两个时间片断,CLIMAP 和 COHMAP 成员已经对当时的气候进行了开创性研究。制图内容除了对校准 GCMs 模式有用的基本气候参数外,也应包括植被和生物量、古土壤、海岸线、冰雪面积、水田和旱田分布、湖面和湿地等。

7 环境演变机制

这相当于 PAGES 或环境演变研究的理论工作,其最终目的在于理解过去环境系统各组成部分之间复杂的相互作用过程,特别是认识当系统受到外部强迫作用或内部边界条件改变时的行为。目前,这方面的一些重要问题包括:(1)晚更新世以来青藏高原隆起及冰雪范围变化对东亚气候和环境的影响;(2)东亚地区气候对地球轨道参数变化的响应特征;(3)不同时间尺度东亚季风演变规律和原因;(4)火山喷发和太阳活动对我国中短尺度气候变化的影响;(5)陆地生态系统演变在主要温室气体释放与转化过程中的作用;(6)海洋水温特别是类似 ENSO 现象的低频热带海温变化对中国过去气候的可能影响;(7)历史上大规模人类活动影响气候与环境的物理和动力机制;(8)我国北方农牧交错带人类经济活动与环境的相互作用。

环境演变机制研究可以通过两个途径进行,一是经验的动力学诊断分析,根据时间序列、区域对比和空间图式等研究资料,构筑假说或概念模式;二是运用成熟的大气环流模式或其它综合环境模式进行模拟试验,分析过去环境系统演变的原因或机理。可见,这项工作也是 PAGES 与 IGBP 的 GAIM(Global Analysis, Interpretation and Modelling)的连接点。

上述几个方面的研究工作和国际 PAGES 计划及我国全球变化研究其它项目均有密切的关系。因此,加强学科间和国际间的横纵向联合与协调是十分必要的。

A SUGGESTION FOR THE STUDY OF PAGES IN CHINA

Ren Guoyu

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

Abstract

PAGES is one of the core projects of IGBP. China has an advantage in studying the past environmental changes due to a wealth of natural archives and historical records. Major recommendations are given in the present paper, focusing on the following questions:

1. Environmental change of East Asia since 130 ka BP;
2. Climate and environmental changes of China in the past 2000 years;
3. Climate change of china in the last 2000 years;
4. Interaction between human activities and environment;
5. Mapping of the palaeo-data at selected time slices;
6. Model experiments to test the role of various forcing mechanisms in the past changes on different time scales.

Priority has been noted for each question mentioned above based on the proxy sources and the traditional research fields.

Key words: PAGES, China, Recommendation.