

中日合作亚洲季风实验 —— 青藏高原实验(GAME-Tibet)

*

王介民

(寒区旱区环境与工程研究所 兰州 730000)

邱华盛

(中国科学院国际合作局 北京 100864)

关键词 亚洲, 青藏高原, 季风实验, 国际合作, 日本

青藏高原平均高度在海拔 4 000 米以上, 高原地面吸收大量的太阳辐射能, 加上高大地形的动力影响, 其能量和水分循环对亚洲季风的形成与演化具有十分重要的作用。加深对青藏高原陆面过程的了解, 是改善全球环流模式(GCM)对亚洲季风以至全球天气和气候预报效果的关键。中日两国科学家历来对此都十分重视。原中国科学院兰州高原大气物理研究所(现中国科学院寒区旱区环境与工程研究所组成单位之一)同日本京都大学、筑波大学等曾联合主持了‘黑河地区地气相互作用实验研究’(黑河实验, 1988—1994)(国家自然科学基金和中国科学院重大项目), 取得了大量珍贵资料和开创性的研究成果。在此基础上, 双方于 1994 年开始筹划对青藏高原陆面过程进行合作研究, 并将其作为‘中日合作全球能量和水循环实验(GEWEX)亚洲季风实验(GAME)计划’的最重要的方面之一, 即‘GAME-Tibet’。

在双方共同努力下, ‘GAME-Tibet’于 1996 年立项。它与同时立项的中国国家“攀登”项目“第二次青藏高原科学实验(TIPEX)”是两个相互独立又密切配合的重大项目, 有相近的科学目标和互补的观测实验配置, 1998 年该合作项目被列入中日两国政府科技合作协定项目。原兰州高原大气所是 GAME-Tibet 的主持单位之一, 又是 TIPEX 项目的主要成员。日方主持和参加这一项目的有筑波大学、京都大学、东京大学、宇宙事业开发团和全球变化前沿研究所等单位, 主要经费由文部省支持。

1 1998 年 5—9 月的加强观测实验

GAME-Tibet 项目 1996 年立项后, 中日双方科学家即组队从格尔木沿青藏公路赴高原考察选点。1997 年在所选站点安设了主要仪器, 并进行了为期两周的先行性观测实验(PIOP)及有关资料分析。在此基础上, 1998 年在青藏高原上开展了空前规模的陆面物理过程加强观测实

* 寒区旱区环境与工程研究所研究员
收稿日期: 2000 年 5 月 8 日

验。双方从 1997 年起都投入了大量人力物力。实验仍按高原尺度和中尺度分别安排:

(1) 高原尺度实验。主要是自动气象站(AWS)网,包括南北方向由五道梁、沱沱河经唐古拉山至那曲和拉萨的 6 个 AWS 及高原西部狮泉河与改则两个 AWS,每站都有风、温、湿、压、辐射、地表温度、土壤温湿度和降水等测量;在南北方向另布置了 7 个土壤温湿度站;原兰州冰川冻土所的青藏高原冻土站网维持工作。

(2) 中尺度实验。主要包括 ①设在那曲以南的三维多普勒雷达站和邻近(约 100 km)区域内的 7 个加密的雨量站,主要研究高原的云与降水系统,并作为 TRMM 卫星的一个地面真值站;②设在安多附近的含有多分量辐射系统、梯度观测塔、湍流通量直测系统、土壤温湿度梯度观测、无线电边界层探空,以及作为卫星资料地面真值利用的地面土壤湿度观测网和多角度光谱仪观测等;③设在那曲附近的综合观测实验站,含安多站微气象观测的主要项目及较精细的土壤含水量梯度观测等;④设在那曲北和那曲南各约 100km 处的 PAM (Portable Automated Mesonet) 站,含有类似于上述综合观测站的主要项目;⑤气压站网(区域感热通量观测),卫星地面真值观测站点,水文观测站等。

GAME-Tibet 计划安排了连续 5 个加强观测期(IOP),每个 IOP 约 1 个月。中、日、韩三国共 80 余名科学工作者分批赴青藏高原工作,顺利完成各项观测实验计划,取得了前所未有的珍贵的高原观测资料。按立项协议,有关实验全部原始资料留在中国一份,中日双方共享全部实验资料及研究成果。迄今,双方一直及时交换资料校正及研究成果,合作进展顺利。

2 加强观测实验初步分析结果

1999 年 1 月,在西安举行了两国 40 余名科学家参加的“GAME-Tibet 第一次国际科学讨论会”,分地气相互作用、云与降水、寒区水文和卫星遥感等几个专题,交流了对 1998 年青藏高原加强观测实验资料的初步分析结果。同年 6 月,在北京召开了“第三次 GEWEX / GAME 国际会议”,进一步对 1997 年 GAME-Tibet 预实验和 1998 年加强观测实验的分析结果进行了广泛交流。下面的结果已引起广泛关注:

(1) 高原中部 1998 年的季风约在 6 月中开始,9 月中结束。季风开始前,地面感热大于潜热;此后,特别在 7—8 月分降水量增加,潜热明显增大,可达感热的 2 倍;土壤湿度也相应增大。大气边界层的湿度和位温梯度在 6 月中有明显突变。(2) 青藏高原的太阳辐射加热,包括向下的总辐射和净辐射二者,比其它地区明显强。(3) 基本实验站观测到的感热、潜热和地表向下的热通量三者很难与净辐射平衡,余量可达后者的 20% 以上,估计是高原普遍存在的平流的影响,拟验证。(4) 大气边界层结构日变化明显。白天混合层发展,可达地面以上 2 000 m,下午对流云迅速发展,唐古拉山南部比北部更猛烈。夜间 1 000 m 以下有随地区而异的盛行风,大气含水量增大。对高原多夜雨的特征做了分析。(5) 用不同方法求得了模式工作者关注的地面反射率、粗糙度、总体输送系数 CD、CH 等。这是对青藏高原首次得到的较可靠的定量结果。(6) 在观测资料基础上,用 1-D 或 2-D 模式模拟了土壤湿度及区域分布;采用 TRMM/TMI 或其它微波遥感资料和新的反演方法分析了土壤湿度的分布。后者有明显优点,可与 TRMM 星载降水雷达观测相印证。(7) X-band 多普勒雷达工作良好,取得大量珍贵资料。青藏高原云和降水有明显日变化,云的强度和发展与其它地区有显著差别,在发展旺盛的对流

云附近经常有较强的涡旋存在。有关资料对 TRMM 卫星资料的地面校正有重要作用。更全面深入的分析和数值模拟研究正在进行中, 预计一二年内将有重要成果产生。

3 卫星遥感资料的收集分析与中尺度数值模拟试验

基于近年利用卫星遥感资料结合地面观测提取陆面特征参数和能量通量的研究进展, 原兰州高原大气所 GAME-Tibet/TIPEX 研究组在开展青藏高原加强观测实验并对有关地面资料分析的同时, 还收集了加强观测期间的有关卫星遥感资料, 包括 NOAA AVHRR, GMS 和 TRMM TMI 等。1998 年加强实验期, 还收集到应用于卫星遥感分析的大量地面真值资料, 包括地表温度、反射率、植被、土壤湿度分布及高原北部和西部两个区域的地面光谱观测资料等。已开展中尺度陆面代表性参数的综合分析以及改善卫星资料的应用方法的研究。

在日方提供的当前世界上最好的中尺度大气模式 RAMS 的基础上, 初步合作开展了高原降水分布的数值模拟实验及高原北部区域尺度上陆面过程参数化的分析。

4 野外长期监测

按照 GAME-Tibet 计划的商定结果, 1998 年 10 月起开始对青藏高原陆面过程和气候的季节和年际变化进行野外长期监测。第一期计划是取得 5—10 年的连续资料。

长期监测以自动气象站(AWS)为主。寒区旱区环境与工程所负责维护的有托托河等 5 个自动气象站及原有格尔木至拉萨一线的冻土水文站。此外, 两个综合观测的 PAM 站, 重新分别安装在托托河和临泽(对比站)。原安多气象梯度塔和辐射观测系统在加强期结束后也继续工作。以上各站已取得 1998 年 10 月至 1999 年 10 月的全套资料。

5 参与筹备未来的青藏高原加强观测实验

按照中国科技部和日本科技厅 1999 年 12 月在北京主持召开的中日大气水文科学合作会议的商定结果, 1998 年 10 月开始青藏高原陆面过程和气候变化的野外长期监测, 第一阶段将持续 10 年。在此期间, 2001 年和 2002 年, 将在世界气候研究计划的组织协调下, 参加 GEWEX 与气候变化和预测研究(CLIVER)等计划的全球协调加强观测计划(CEOP), 重点研究青藏高原的能量‘源’和‘汇’、亚洲季风的年际变化及其对全球气候异常的潜在影响等。高原地气交换过程、云及降水系统的观测研究等仍将是这一合作项目的核心内容。拟定的加强实验期, 将有与 1998 年高原加强观测类似或更大规模的地面观测实验。此外, 新一代遥感卫星如 EOS-AM、ADEOS-II、ENVISAT 等及一系列新型探测器的上天, 加上已有的 TRMM 卫星观测, 可提供大量前所未有的空间遥感信息, 将为本合作项目更有成效地开展提供强有力的支持。

除继续维持 GAME-Tibet 计划的长期监测与分析研究外, 寒区旱区环境与工程所 GAME-Tibet 研究组仍将着重在陆气相互作用地面观测研究、高原云与降水系统、基于卫星遥感的区域尺度陆面过程参数的提取以及中尺度数值模拟实验研究四个方面, 积极参与 CEOP 青藏高原实验。参与此项计划的仍将有二个研究小组, 共 10—15 名科研人员。