

西双版纳地区土地利用/覆盖变化对气温的影响*

农定飞^{1,2}, 马友鑫¹, 李红梅¹, 刘文俊¹

(1. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要:应用标准化均方根误差和相关性,分析3种再分析资料在西双版纳地区的适用性.通过相减法(Observation minus Reanalysis,简称 OMR)探讨西双版纳土地利用/覆盖变化对气温的影响,结果表明:NCEP-1、NECP-2 和 ERA-40 数据及其距平值和实际观测气温的相关性均达到极显著水平($P < 0.01$),均方根误差总体小于1,ERA-40 的可信度最高.研究区4个气象站(勐海、景洪、勐仑和勐腊)月平均气温和再分析气温均呈上升趋势.剧烈的土地利用变化显著影响了平均气温变化,对景洪站、勐腊站、勐仑站和勐海站平均气温变化贡献值分别为0.08、0.07、0.01、0.05 °C/10 a.景洪气象站气温变化受土地利用变化影响最明显.不同年代观测气温和再分析资料差值得到,20世纪80年代土地利用变化对气温影响最大,贡献值为0.09 °C.有林地、灌木林地、水田面积的减少,橡胶园和建设用地的增加影响了气温变化.

关键词:再分析资料;月平均气温;OMR法;土地利用/覆盖变化;西双版纳

中图分类号:P 461 **文献标识码:**A **文章编号:**0258-7971(2012)05-0548-06

温室气体排放和土地利用变化是人类活动对气候变化影响的2种主要方式^[1].这2种方式对气温影响的结果都是趋向于使气温升高,因此从观测数据中将土地利用/覆盖变化(Land use and land cover change,简称 LUCC)对气候的影响和温室气体导致的增温效应区分出来一直是研究的难点^[2-3].更多的研究致力于模型分析和数值模拟,这些模拟分析认为土地利用/覆盖变化通过改变地表粗糙度、反射率、显/潜热通量等对区域甚至全球气候产生影响^[4-7].近期 Kalnay 等^[2]提出“Observation minus Reanalysis”简称 OMR 法,即相减法,使用实际观测值减去再分析资料得到的差值,来估算城市化和其他土地利用变化对气候的影响.

所谓再分析资料指科学家为弥补观测资料在时空分布不均的缺陷,利用同化技术恢复长期历史气候记录得到的资料.目前常见的再分析资料有美国国家环境预报中心和国家大气研究中心(NCEP-NCAR)的 NECP-1,NECP-2,还有欧洲中期预报中心(ECMWF)的产品 ERA-40. NECP-1 是

NCEP-NCAR 第1套再分析资料,可提供1948年1月至今的数据.而 NECP-2 是第1套数据的延续,它校正了第1套资料存在的一些误差,增加了对陆地和降水的简单同化,而且修改了数值模式中的一些物理过程和同化方案,时间尺度从1979年1月至今.和 NCEP 数据相比,ERA-40 间接同化了一些地表观测数据来初始化气温,如土壤温度和湿度,因此实际观测气温和 ERA-40 的 OMR 值略低于 NCEP 的 OMR 值^[8-9].

OMR 法的基本原理为,再分析资料在同化系统中没有直接使用地表观测数据,因此再分析数据对土地利用等下垫面变化反应不灵敏,实际观测气温数据减去再分析数据就能将 LUCC 导致的增温效应和其他因素导致增温效应区分开^[2-3,10].利用这种方法结合实际 LUCC 信息,Hale 等^[3]研究了不同覆盖类型变化对气温的影响,Yang 等^[9]分析了中国地表气温对不同覆盖类型变化响应的敏感性.

该文采用西双版纳地区4个气象站1960—

* 收稿日期:2012-01-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31170447).

作者简介:农定飞(1987-),女,云南人,硕士生,主要从事景观生态学研究. E-mail: nongdingfei@xtbg.ac.cn.

通讯作者:马友鑫(1960-),男,博士,研究员,主要从事景观生态学研究. E-mail: may@xtbg.ac.cn.

2010年的月平均气温和3套不同再分析资料,通过相关性和标准化均方根误差分析,比较不同资料在研究区使用的可信度。最后选择可信度最高的数据,利用OMR法剥离出研究区LUCC对气温变化的影响。结合OMR结果及详细LUCC信息,探讨不同土地利用变化对气温变化的影响。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况 西双版纳(21°09′~22°36′N, 99°58′~101°50′E)地处东南亚热带北缘,属于东亚季风区,与缅甸、老挝接壤,属于无量山脉和怒山山脉的余脉,整个地势为周围高,中部低,境内地势起伏较大,最高海拔2429m,最低海拔475m。年平均气温21.4℃,年均降雨量1539mm,分为明显的雨季(5—10月)和旱季(11月—次年4月),雨季降水量为1256mm,占总降雨量的82%,旱季降水283mm,占总降雨量的18%^[11]。

1.2 研究方法

1.2.1 数据来源 所用4个气象站(勐海、景洪、勐仑、勐腊)1960—2010年月平均气温由当地气象局、国家气象信息中心气象资料室和西双版纳热带森林生态系统研究站提供。LUCC有1982、1988、1992、1999数据,其中1982年数据通过对该区土地利用现状图矢量化而得。其它对美国Landsat MSS、TM和ETM遥感影像解译获得。结合当地实际情况,将研究区地类划分为11种土地覆盖类型:有林地、灌木林地、茶园、橡胶园、荒草地、水田、水浇地、旱地、建设用地、水体和滩涂,选取研究区较

典型和主要的6个地类进行研究,即有林地、灌木林地、橡胶园、水田、旱地和建设用地。

ERA-40再分析数据为欧洲中期预报中心提供的月平均气温数据(2m),水平分辨率为2.5°×2.5°。NCEP-1和NCEP-2水平分辨率和ERA-40相同,由美国国家和大气管理局(NOAA)的地球系统研究实验室提供。

1.2.2 相关性分析和标准化均方根误差计算 再分析数据为网格数据,通过气象数据处理软件GRADS进行双线性内插(Bilinear interpolation),得到每个站点的再分析资料。为了消除大的变异和高残差,计算实际观测气温和再分析数据的距平值^[3]。分别对再分析资料和观测值做Pearson相关性计算。为了定量了解再分析资料和实测资料之间的差异,计算对应站点气温和再分析资料的标准化均方根误差以及二者距平值标准化均方根误差^[12]。公式为:

$$E = \frac{1}{\delta_r} \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (f_n - r_n)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

$$E' = \frac{1}{\delta_r} \left\{ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [(f_n - \bar{f}) - (r_n - \bar{r})]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

式中 E 为二者标准化均方根误差; E' 为二者距平值标准化均方根误差; f 和 r 分别为再分析资料和实测资料; N 为相应时间长度; δ_r 为实测资料的标准差。

1.2.3 平均气温变化率和OMR法 气温数据可

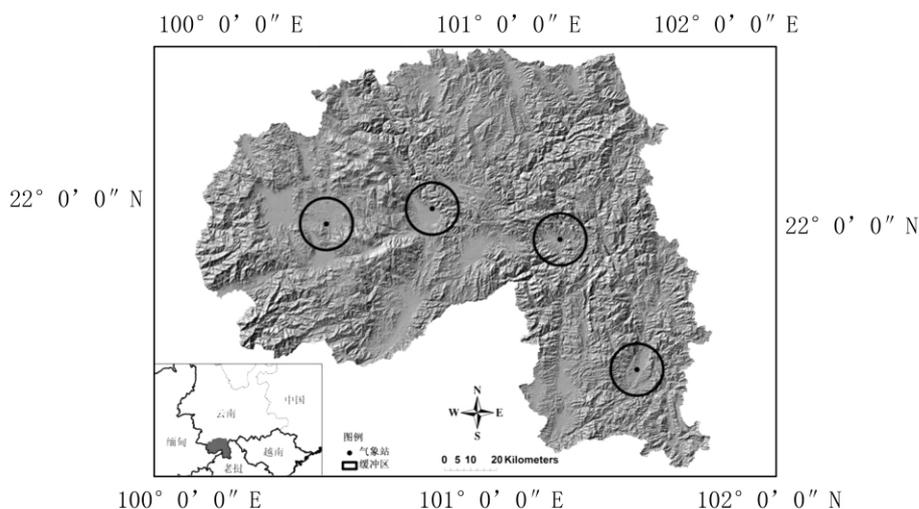


图1 研究区地理位置及缓冲区

Fig. 1 The location of the study area and the setting of the buffer area

能存在强自相关性,进行最小二乘回归前,需对气温数据进行 Durbin - Watson 检验和 Cochrane - Orcutt 转换^[3]. 以最小二乘法(Ordinary Least Square, OLS)拟合的斜率表示气温变化率. 由于拟合时使用月平均气温,因此每 10 a 气温变化率以最小二乘拟合得到的斜率乘以 12 得到年变化率,年变化率再乘以 10 得到 10 a 的变化率. OMR 的具体计算为,实际观测气温的变化率减去再分析数据的变化率. 计算不同年代平均温距平值的平均值,实际观测气温的平均值减去再分析数据的平均值.

1.2.4 土地利用变化强度计算 研究表明气象站周围 10 km 缓冲半径范围内,土地利用对气温影响显著^[3,13]. 因此,以气象站为中心,计算 10 km 半径范围内不同覆盖类型的变化强度^[14],见公式(3). 选取研究区主要的 6 个地类:有林地、灌木林地、橡胶园、旱地、水田和建设用地进行分析.

$$P = \frac{U_{bj} - U_{aj}}{U} \times \frac{1}{T} \times 100\% , \quad (3)$$

P 为研究时段内区域土地利用类型 j 变化强度指数, U_{bj} , U_{aj} 分别为研究末期和研究初期土地利用类型 j 的面积, U 为研究区总土地面积; T 为研究时间段.

2 结果与分析

2.1 再分析数据可信度评估 从表 1 得出,不同气象站,实际观测气温和 3 种再分析数据可信度分析得到的结果不同. 勐海气象站的观测值及平均温距平值和 3 种数据的标准化均方根误差比其他 3 个气象站的小,其中 NCEP - 2 数据的最小. 景洪实际观测值和再分析数据的平均温距平值均方根误差小于 1,其中 ERA - 40 数据和实际观测值差异最小. 勐仑和勐腊站亦是 ERA - 40 的再分析数据和实际观测值差别最小. NCEP - 2 资料 and 实际观测资料的差异比 NCEP - 1 观测资料的差异小. 相关性分析结果表明 3 套数据和实际观测数据相关性均达到极显著水平($P < 0.01$). 再分析和实际资料相关性大于 0.9,距平值相关性多数为 0.7 ~ 0.8. 除了勐海站,其他 3 个站均是 ERA - 40 和实际值相关性最高.

综合均方根误差和相关性分析可得,3 套再分析数据在研究区使用具有一定可信度. 其中 ERA - 40 的可信度高于 NCEP 的 2 套数据, NCEP - 2 可信度低于 ERA - 40,高于 NCEP - 1.

表 1 再分析数据月平均温及距平值和实际观测气温的标准化均方根误差和相关性

Tab. 1 The RMSE and Pearson correlation between observed and reanalysis data

气象站	再分析数据类型	标准化均方根误差 ^a	标准化均方根误差	相关性	相关性 ^a
勐海	NCEP - 1	0.47	0.80	0.926**	0.709**
	NCEP - 2	0.27	0.69	0.973**	0.773**
	ERA - 40	0.43	0.93	0.993**	0.620**
景洪	NCEP - 1	1.10	0.82	0.942**	0.692**
	NCEP - 2	1.22	0.76	0.973**	0.739**
	ERA - 40	0.60	0.57	0.990**	0.839**
勐仑	NCEP - 1	0.96	1.01	0.913**	0.563**
	NCEP - 2	1.08	0.89	0.957**	0.675**
	ERA - 40	0.58	0.70	0.981**	0.740**
勐腊	NCEP - 1	0.85	0.86	0.921**	0.716**
	NCEP - 2	0.88	0.79	0.951**	0.778**
	ERA - 40	0.35	0.53	0.990**	0.859**

a 为距平值的标准化均方根误差和相关性; ** 为达到极显著水平 $P < 0.01$

2.2 实际观测气温和再分析数据的 OMR 分析

由图 2 看出,再分析数据和实际观测月平均气温变化曲线基本保持一致,表明再分析数据基本能反映实际观测气温的变化。1960 年到 1999 年 40 a 间 4 个气象站月平均气温呈现显著 ($P < 0.05$) 上升趋势。勐腊站气温上升速率最快,为 $0.20\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; 其次为景洪站,上升速率为 $0.19\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; 勐仑站气温上升速率最小,为 $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$; 勐海站气温上升速率略高于勐仑站,为 $0.18\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。再分析数据平均气温亦呈现上升趋势,其上升速率低于实际观测气温速率。勐海站和勐腊站再分析数据上升速率相等,为 $0.13\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。景洪站和勐仑站再分析数据上升速率相等,为 $0.11\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

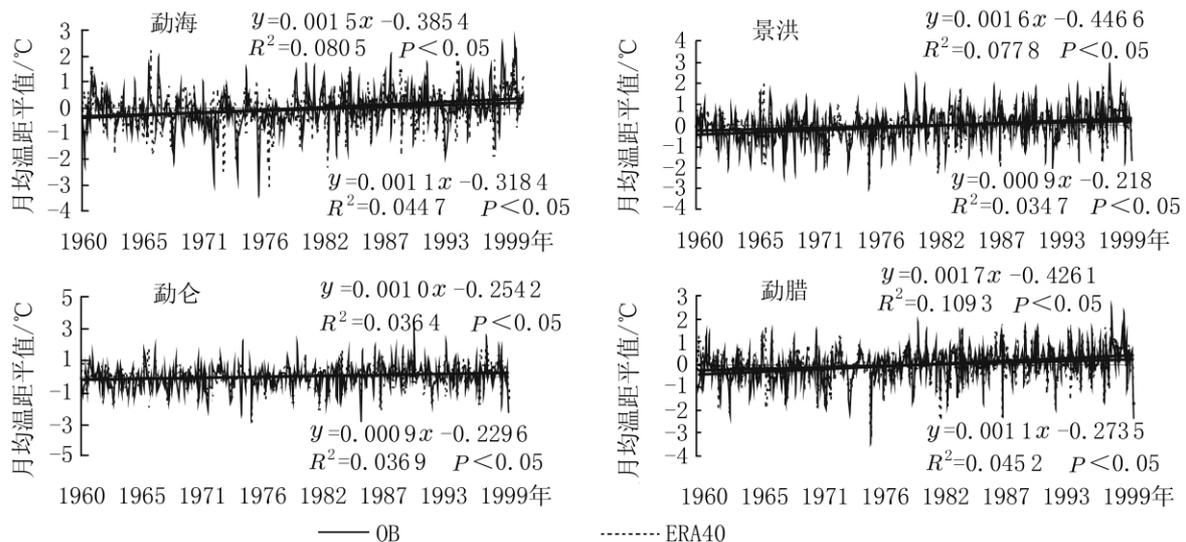
勐海站实际观测气温上升速率和再分析气温上升速率的差值为 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,景洪站为 $0.08\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,勐仑站为 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,勐腊站为 $0.07\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。由此可得,近 40 a 来,西双版纳地区 LUCC

对气温变化作了较大贡献,贡献值分别为:勐海气象站的 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、景洪气象站的 $0.08\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 、勐仑气象站的 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,以及勐腊气象站的 $0.07\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

景洪站计算结果最大,可能由于景洪站周围有景洪市,城市化面积较大,且土地利用变化强度也比其他 3 个站的大导致(图 3)。而勐仑站计算结果比其他 3 个气象站的小,可能由于勐仑气象站位于勐仑镇,靠近澜沧江和勐仑自然保护区,其周边土地利用强度比其他 3 个气象站小的缘故(图 3)。

从表 2 看出,实际观测气温和再分析数据不同年代的 OMR 值。勐海站最大差值出现在 20 世纪 80 年代,达到 $0.14\text{ }^{\circ}\text{C}$; 景洪站平均气温最大差值亦出现在 80 年代,为 $0.10\text{ }^{\circ}\text{C}$,略低于勐海站; 勐仑的最大差值出现在 70 年代,勐腊的出现在 90 年代,总体平均值最大出现在 80 年代,为 $0.09\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

由于人口增长及政策的影响等使不同年代土



上方回归数据为实际观测值变化趋势,下方为再分析数据变化趋势

图 2 气象站月平均气温距平值变化趋势

Fig. 2 The trends of monthly mean temperature anomaly

表 2 不同年代实际观测气温和再分析的差值

Tab. 2 The results of decades difference between observed and reanalysis data

年代	勐海	景洪	勐仑	勐腊	版纳
1960 s	0.09	-0.24	-0.14	-0.22	-0.13
1970 s	-0.02	-0.16	0.13	0.04	0.00
1980 s	0.14	0.10	0.03	0.09	0.09
1990 s	0.05	0.01	-0.06	0.15	0.04

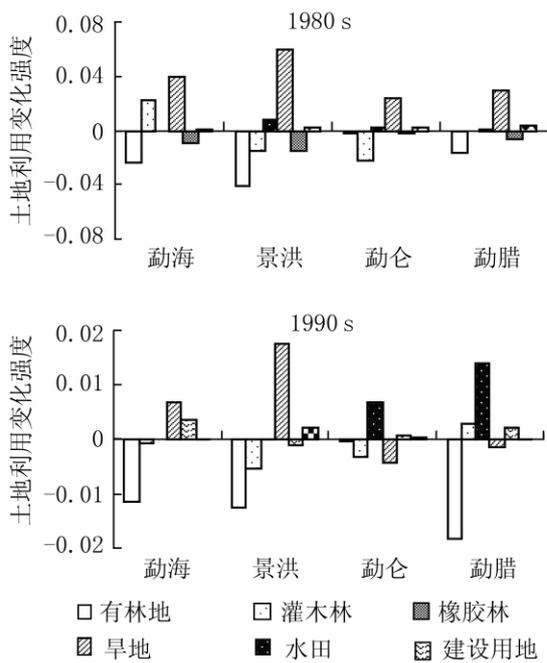


图 3 不同年代地类变化强度

Fig. 3 The intensity of different LUC for decades

地利用变化强度不同,李增加^[15]等研究得到西双版纳地区在 20 世纪 80 年代,LUCC 最剧烈.不同年代 OMR 值不同,可能是由于不同年代土地利用强度的差异导致.

2.3 土地利用变化强度计算 不同气象站差值的出现可能和周围不同 LUCC 有关.基于此,计算每个气象站周围土地利用变化强度,分析差值较大的 80 年代和 90 年代土地利用/覆盖变化情况,结果如图 3.

由图 3 可以看出 20 世纪 80 年代,土地利用变化强度较大.从表 2 得出 20 世纪 80 年代实际气温和再分析数据的差值最大,因此土地利用变化剧烈时期和 OMR 值较大时期是吻合的.80 年代发生主要覆盖变化为有林地、灌木林地、水田面积减少,旱地、橡胶园和建设用地面积的增加.20 世纪 90 年代发生的地类变化和 80 年代差不多,但勐腊站有林地减少和橡胶园增大强度大于其他 3 个站,相应其平均气温在 90 年代的 OMR 值亦较大.因此得出有林地、灌木林地、水田面积的减少加剧升温,橡胶园和建设用地面积的增加加剧研究区气温的升高.研究区土地利用变化对气温变化产生了影响.

3 结果和讨论

3 套再分析数据可信度表明 ERA-40 和实际

观测气温吻合得最好,这和前人研究结果一致^[9,16].部分学者认为再分析数据在海拔较高地区使用可信度不高,如 Kalnay 等^[2]研究结果表明,海拔较高地区实际观测气温和再分析资料相关性较低.施晓晖等^[12]研究亦表明再分析数据在我国西部使用,其可信度比地形较平缓的东部低.尽管如此,西双版纳地区的再分析数据和实际观测数据相关性均大于 0.9,距平值相关性亦达到极显著水平 ($P < 0.01$),说明再分析数据在该地使用仍然具有可信度.

研究区 4 个气象站不同年代的平均气温 OMR 值表明,气象站周围 LUCC 对气温变化作的贡献从高到低分别为景洪站的 $0.08\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,勐腊站的 $0.07\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,勐海站的 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 和勐仑站的 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$.20 世纪 80 年代,再分析资料和实际观测气温的 OMR 值最大,达 $0.09\text{ }^{\circ}\text{C}$.90 年代亦较大,为 $0.04\text{ }^{\circ}\text{C}$.土地利用变化强度分析表明,80 年代发生的地类变化主要为有林地、灌木林地和水田减少,橡胶园和建设用地增加.90 年代发生的地类变化和 80 年代差不多.因此研究区有林地等的减少、橡胶园及建设用地的增加是影响气温变化的主要原因.

Bounoua 利用简单生物圈模型 (Simple biosphere model version2,简称 Sib2) 研究得出,植被向其他类型转变可以改变反照率、冠层导度、能量收支平衡等使北半球中低纬度地区温度升高^[5].这也是研究区有林地面积减少导致气温升高的原因.建设用地主要包括交用地、居民点及内部的绿化林和草地,但建设用地的绿地所占面积比例较小,居民建筑及柏油路面等下垫面颜色较深,对太阳辐射的反射率比绿地小,其热容和导热率较大加上人为热源增多等因素导致气温升高^[16].虽然没有确切的研究表明橡胶园的大量种植加剧升温,但橡胶树是强烈的光线依赖性单萜化合物的释放源,该化合物能吸收大量光辐射,因而影响气温变化^[18].张一平等^[19]对研究区橡胶林缘热力垂直特征的初步分析,表明林冠面是影响林缘附近热力状况的主要因子,大部分时间橡胶林的林缘温度高于林外温度.并且橡胶园的扩展必然经历一个裸地的阶段,裸土的增加会导致蒸腾降低、显热增加和生物物理机制的改变,进一步导致地表及近地表温度的改变,从而影响气温变化.

参考文献:

- [1] MAHMOOD R ,PIELKE R A ,HHBBARD K ,et al. Impacts of land Use/Land cover change on climate and future research priorities [J]. Bulletin of the American Meteorological Society 2010 91(1) : 37-46.
- [2] KALNAY E ,CAI M. Impact of urbanization and land - use change on climate [J]. Nature ,2003 ,423 (6939) : 528-531.
- [3] HALE R ,GALLO K ,LOVELAND T. Influences of specific land use/land cover conversions on climatological normals of near - surface temperature [J]. Journal of geophysical research 2008 ,113(D14) : D14113.
- [4] PIELKE S ,ADEGOKE J ,Beltrán - Przekurat A ,et al. An overview of regional land - use and land - cover impacts on rainfall [J]. Tellus B 2007 59(3) : 587-601.
- [5] BOUNOUA L ,DEFRIES R ,COLLATZ G J ,et al. Effects of land cover conversion on surface climate [J]. Climatic Change 2002 52(1) : 29-64.
- [6] 高学杰 ,张冬峰 ,陈仲新 ,等. 中国当代土地利用对区域气候影响的数值模拟 [J]. 中国科学(D 辑) : 地球科学 2007(3) : 397-404.
- [7] 张井勇 ,董文杰. 土地覆盖/利用变化对中国区域气候的影响 [J]. 中国科学院研究生院学报 ,2007 24(4) : 543-547.
- [8] 赵天保 ,符淙斌 ,柯宗建 ,等. 全球大气再分析资料的研究现状与进展 [J]. 地球科学进展 ,2010 25(3) : 242-254.
- [9] YANG X C ,ZHANG Y L ,LIU L S ,et al. Sensitivity of surface air temperature change to land use/cover types in China [J]. Science in China Series D - Earth Sciences , 2009 52(8) : 1 207-1 215.
- [10] LIM Y K ,CAI M ,KALNAY E ,et al. Impact of vegetation types on surface temperature change [J]. Journal of Applied Meteorology and Climatology 2008 47(2) : 411-424.
- [11] ZHANG J H ,CAO M. Tropical forest vegetation of Xishuangbanna ,SW China and its secondary changes , with special reference to some problems in local nature conservation [J]. Biological Conservation ,1995 ,73 (3) : 229-238.
- [12] 施晓晖 ,徐祥德 ,谢立安. NCEP/NCAR 再分析风速、表面气温距平在中国区域气候变化研究中的可信度分析 [J]. 气象学报 ,2006 64(6) : 14.
- [13] GALLO K ,EASTERLING D ,PETERSON T. The influence of land use/land cover on climatological values of the diurnal temperature range [J]. Journal of Climate , 1996 9(11) : 2 941-2 944.
- [14] 李红梅 ,马友鑫. 基于 RS 和 GIS 的西双版纳土地覆被动态变化 [J]. 山地学报 2007 25(3) : 280-289.
- [15] 李增加 ,马友鑫. 西双版纳土地利用/覆盖变化与地形的关系 [J]. 植物生态学报 ,2008 32(5) : 1 091-1 103.
- [16] 黄刚. NCEP/NCAR 和 ERA - 40 再分析资料以及探空观测资料分析中国北方地区年代际气候变化 [J]. 气候与环境研究 2006(3) : 310-320.
- [17] 彭少麟 ,周凯 ,叶有华. 城市热岛效应研究进展 [J]. 生态环境 2005(4) : 574-579.
- [18] WANG Y F ,OWEN S M ,LI Q J ,et al. Monoterpene emissions from rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in a changing landscape and climate: chemical speciation and environmental control [J]. Global Change Biology , 2007 13(11) : 2 270-2 282.
- [19] 张一平 ,马友鑫. 橡胶林缘热力垂直特征的初步分析 [J]. 北京大学学报: 自然科学版 ,2000 ,1(3) : 254-258.

The influence of land use/land cover change on temperature in Xishuangbanna

NONG Ding-fei^{1,2} , MA You-xin¹ , LI Hong-mei¹ , LIU Wen-jun¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden ,Chinese Academy of Sciences ,Kunming 650223 ,China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences ,Beijing 100049 ,China)

(下转第 569 页)

- [6] 张嘉岷,陈耀祖.拟缺刻乌头化学成分的研究[J].中草药,1996,27:48-49.
- [7] 杨金,刘卫,羊晓东,等.剑川乌头中的二萜生物碱[J].中国中药杂志,2009,34(15):1927-1929.
- [8] 郭洁,羊晓东,刘利辉,等.土官村乌头中的二萜生物碱[J].云南大学学报:自然科学版,2003,25(1):50-52.
- [9] 彭崇胜,王锋鹏.天然去甲二萜生物碱的研究进展[J].药学学报,2000,35(12):932-938.
- [10] 林志共,蔡文,唐希灿.滇乌碱的抗炎和镇痛作用[J].中国药理学与毒理学杂志,1987,1(2):93-99.
- [11] 孙文基,绳金房.天然活性成分简明手册[M].北京:中国医药出版社,1996.

Diterpenoid alkaloids from *Aconitum episcopale* Levl.

GONG Yuan¹, LI Yong-mei¹, ZHAO Jing-feng², YANG Xiao-dong², LI Liang²

(1. Qiannan National Medicine College, Duyun 558000, China;

2. Key Laboratory of Medicinal Chemistry for Natural Resources, Ministry of Education, School of Chemical Science and Technology, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: The diterpenoid alkaloids of *Aconitum episcopale* Levl. were studied and six diterpenoid alkaloids were isolated by silica column chromatography. The structures of these compounds were elucidated as chasmanine I, talatizamine II, crassicauline A III, foresaconitine IV, acoforesitine V, yunaconitine VI by spectral methods. Compounds I, III, IV, V were isolated from this plant for the first time.

Key words: *Aconitum episcopale* Levl.; diterpenoid alkaloid; *Aconitum* L

* * * * *
(上接第553页)

Abstract: This article investigated the influence of land use/land cover change (LUCC) on temperature. By means of Pearson correlation and normalized root mean square error (RMSE), the reliability of the three kinds of reanalysis data used in Xishuangbanna was studied. The contribution that LUCC made to temperature was obtained from subtracting the reanalysis from the observed data (observation minus reanalysis, OMR). The results showed that ERA-40 was most reliable. The correlation between three kinds of reanalysis data NCEP-1, NCEP-2 and ERA-40 and observed data exceeded level 1% ($P < 0.01$). The RMSE was less than 1 in general. Among four weather stations (Menghai, Jinghong, Menglun, Mengla), both observed and reanalysis data had remarkable warming trends, but the speed of reanalysis was smaller than the observed. The terrible change of land covers had caused impacts on temperature. The OMR results showed land cover change around Jinghong station had contributed 0.084 °C/10 a to temperature warming, 0.072 °C/10 a and 0.012 °C/10 a to Mengla and Menglun respectively. Temperature of Menghai station seemed little affected by LUCC. Temperature of Jinghong station was most sensitive to LUCC. The OMR of decades indicated that LUCC during 1980s caused 0.09 °C warming. All of these mainly due to the decrease of forest, shrubland and paddy land. Besides, the extension of rubber plantation and built-up was also the cause of warming.

Key words: reanalysis data; monthly mean temperature; OMR; LUCC; Xishuangbanna