

日雨量数据估算西双版纳勐仑区域降雨侵蚀力动态

高 富^{1,2,3}, 周文君^{1,3}, 张一平¹

(1. 中国科学院 热带森林生态学重点实验室, 云南 昆明 650223; 2. 中国科学院 昆明植物研究所, 云南 昆明 650204; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要: 研究目标区域降雨侵蚀性的动态特征, 有助于制定和实施区域有效水土保持规划, 促进区域农业生态系统健康、良好发展。现以西双版纳勐仑气象站 1959~1998 年平均年降雨量值为参考值, 每 24 h ≥ 12.7 mm 为侵蚀性降雨标准, 分析该站 1992~2006 年的日雨量值, 用修正后的土壤流失通用方程(RUSLE)中计算降雨侵蚀力方程 $M = \alpha \sum_{j=1}^k (P_j)^\beta$ 来估算该区域降雨侵蚀力动态变化($\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)。结果表明: 西双版纳勐仑区域在研究时段内, 45% 的年份为平水年, 丰水年份超过枯水年份, 总体表现为略微增加现象; 同时, 侵蚀性降雨量占总降雨量的 75% 以上, 并且集中发生在雨季期间; 年降雨侵蚀力值在 160.742~350.393 $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 最大侵蚀力出现在 2001 年; 年内不同月份降雨侵蚀力差异明显, 雾凉季的 1 月仅 1.107 $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, 雨季的 7 月达到 57.189 $\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, 二者相差 50 多倍, 随后又逐渐降低, 表现为明显的季节变化。

关键词: 西双版纳; 侵蚀性降雨; 降雨侵蚀力; 日雨量

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2011)12-0056-05

降雨是造成土壤侵蚀的重要因素之一, 降雨侵蚀力($\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)是各种土壤侵蚀预测模型的关键参数, 作为反映降雨引起土壤侵蚀潜在能力的指标, 是联系降雨因子和土壤侵蚀量之间的桥梁^[1-3]。准确评估土壤侵蚀量的需要, 是采用适宜模型, 用常规降雨数据来定量评估区域土壤侵蚀潜在风险, 开展降雨侵蚀力研究的主要动机^[4]。降雨侵蚀力反映了气候因素——降雨对土壤侵蚀的潜在作用能力, 降雨资料是评估其侵蚀性的最佳资料, 然而往往难以获得^[5]。于是尝试利用气象站整编降雨资料来评估和计算降雨侵蚀力^[3,6], 相关学者使用的降雨侵蚀力模型^[6-9]就是依靠气象站提供的日降水量数据来进行区域降雨侵蚀力评估, 从而为区域洪水预测、环境质量评估、土壤流失定量预报、优化水土保持措施和区域

发展总体规划提供参考。

西双版纳属我国内陆热带地区, 降雨既有热带季风气候特征, 亦有其自身特点^[10]。王馨等^[11]分析了西双版纳勐仑气象站 1992~2003 年的降雨资料, 表明该时段内降雨量和雨日具有上升趋势, 年际间降雨量变化趋于剧烈, 日降雨 ≥ 50 mm 的降雨事件有增加趋势; 西双版纳热带森林生态研究组对 1959~1998 年(40 a)降雨资料统计结果表明, 多年平均降水量为 1492.9 mm, 年内各月降雨量分配不均, 其中 7 月达 316.6 mm, 占年降水量的 21.2%; 而 1 月只有 18.6 mm, 仅占年降水量的 1.2%; 雨季降水量占全年的 84.1%; 全年平均雨日为 145.5 d。张一平等^[12]对西双版纳地区不同植被覆盖地域的径流特征进行研究时, 没有对降雨侵蚀性情况进行分析; 后来在评估昆曼国际大通道滇南段沿线植被减缓降雨侵蚀力效应时, 采用 Yu 等修正后降雨侵蚀力模型计算了 4 个气象站和 2 个林内站的降雨侵蚀力, 重点分析了年内不同月份、不同季节的变化特征^[13]。刘玉洪等^[14]和刘文杰等^[15]分别对西双版纳人工橡胶林群落的地表径流量和橡胶—咖啡人工群落的降雨—径流关系进行过研究, 没有关注降雨侵蚀力的动态特征。因此, 该文拟利用勐仑站 1992~2006 年的日雨量数据对侵蚀性降雨量及降雨侵蚀力的动态进行研究, 以期

收稿日期: 2011-10-28

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(国家 973 项目)资助项目(2003CB415101)(2010CB833501); “十一五”国家科技支撑计划;(2008BAD98B06); 国家基金青年科学基金资助项目(40801035); 云南省自然科学基金重点资助项目(2003C0002Z)

第一作者简介: 高富(1973-), 男, 河南省确山县人, 博士, 助理研究员, 从事生态学和民族植物学研究。E-mail: cresyn@mail.kib.ac.cn。

通讯作者: 张一平(1957-), 男, 云南省昆明市人, 博士, 研究员, 博士生导师, 从事生态气候和全球变化研究。E-mail: yipingzh@xtbg.ac.cn。

为该区农业生产实践中的土壤流失定量预报、优化水土保持措施和区域发展总体规划提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究地区概况

西双版纳勐仑地区为我国内陆热带区域,地处热带北缘(N 21°56', E 101°15'),海拔高度约 580 m a. s. l.,属热带季风气候。一年中大气降水季节变化明显,常分为雨季(5~10 月)和干季(11~4 月),结合热量条件,干季又被分为雾凉季(11~2 月)和干热季(3~4 月)两个时段^[16]。该地区多年平均气温 21.5℃,≥10℃ 积温达 7 860℃,平均最低气温 7.5℃,年日照时数 1 828 h,年降水量 1 557 mm,年相对湿度 86%,干燥度 1.01^[11]。关注时段(1992~2006 年)平均降雨量为 1 541.9 mm,高于该区 40 a 的平均降雨量(1 492.9 mm)。

1.2 资料来源和计算方法

日降雨资料来自勐仑气象站^[11],研究时段为 1992 年 1 月 1 日~2006 年 12 月 31 日,共计 15 a,180 个月,360 个半月,5 479 个日雨量数据;降雨侵蚀力的估算采用修正后土壤侵蚀模型(RUSLE)中估计降雨侵蚀力的方法进行计算。使用气象站整编的日降雨资料,按照半月时段为单位,分别计算具有侵蚀能力的雨日资料,进而汇编出月、年时间尺度的降雨侵蚀力值方法是可行的^[4,17]。因此,该文计算降雨侵蚀力时,以 24 h 雨量是否大于或等于 12.7 mm 作为区分侵蚀性降雨量和降雨侵蚀力计算的阈值。日雨量数据计算半月侵蚀力的公式采用章文波等的方法^[6](见公式 1)。

$$M = \alpha \sum_{j=1}^k (P_j)^\beta \quad (1)$$

式中: M 是半月时段的降雨侵蚀力值(MJ·mm·hm⁻²·h⁻¹); k 表示半月时段内,日降雨量大于 12.7 mm 的天数, P_j 表示半月时段内第 j 天的侵蚀性日雨量,要求日雨量大于等于 12.7 mm,否则不参加计算; α 、 β 取值见表 1。半月时段的划分以每月第 16 日为界,每月的 1~15 日为该月上半月时段,16 日到当月最后一日作为该月下半月时段,把每年划分为 24 个时段;剔除无雨日和日雨量小于 12.7 mm 的值,根据公式(1)计算每个时段降雨侵蚀力的值,得到该站点 360 个降雨侵蚀力值的时间序列,再分别计算出月、年时间尺度上

降雨侵蚀力值。

表 1 模型参数取值

	α	β	η	ω	F	R_0
模型 1	0.889	0.591	/	/	/	12.7

2 结果与分析

2.1 降雨量年间变化

为探讨 1992~2006 年年降雨量在该站有降雨记录以来时间序列上的基本情况,以西双版纳热带森林生态研究组撰写的《西双版纳勐仑地区气候特征》一文中 40 a(1959~1998 年)间平均年降雨量 1 492.9 mm^[18] 作为多年平均降雨量参考值,把多年平均降水量与研究时段每年降雨量的差值与多年平均降水量比值与降雨正态分布值进行比较;选择 -25%、-10%、10% 和 25% 为分界点;把低于 -25% 定义为降雨枯水年、-25%~-10% 定义为偏枯水年、-10%~10% 为平水年,20%~25% 定义为偏丰水年,大于 25% 定义为丰水年。

由图 1 中可知,关注时段内,1994、1995、1996 和 1999 年均为偏丰水年,2001 和 2002 年是典型的丰水年;仅 1992 年和 2003 年为枯水年,降雨量与多年平均值相比偏低 25% 以上,其余年份则为平水年;就关注的 15 a 期间,属于偏丰、丰水年的时间约占总时段的 40%,枯水年仅占 13.3% 左右,平水年为 45% 左右。结果表明,研究区域有降雨记录以来,降雨呈现了略微增加的趋势,这一点与王馨等^[11] 的结论接近。时段内,1992~2006 年(15 a)期间平均降水量为 1 541.9 mm,高于 40 a(1959~1998)平均降水量,表现出降雨增多的现象;其中 1 163.2 mm 的降雨为关注时段内年平均侵蚀性降雨量,占年平均降雨量的 75.05%,各年侵蚀性降雨量占当年降雨量的 70.6%~81.7%。表明降雨量增多的同时,也增加了降雨侵蚀力。

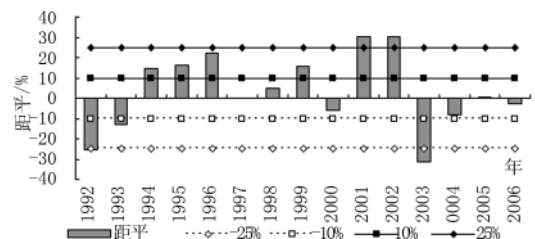


图 1 勐仑年降雨量距平百分比
相对于 1959~1998 年平均值

研究时段内,年际间降雨总量差异较大,其变异系数为 16.89% ($100\% \times \text{标准差} / \text{平均值}$),其中 2002 年降雨量最大,为 1 948.3 mm,与研究时段平均年降雨量相比高出 26.36%,2003 年降雨量最小,仅为 1 025.2 mm,比平均年降雨量少 33.51% 左右。从中可看出,枯水年随后于偏枯水年(1992~1993;2003~2004),丰水年和偏丰水年往往相邻出现,表现出连续性。但是,2002 年的典型丰水年之后的典型枯水年(2003 年),此种相邻年份年降雨量的急剧变化的现象可能会对该区的生态过程和水文过程产生影响,此种相邻年份大气降水显著差异所造成的水文和生态过程变化应该是今后深入探讨的内容之一。

2.2 降雨量年内变化

降雨资料分析结果表明,区域内降雨年内分布呈现明显的单峰现象。以雨季的 7 月降雨为峰顶,雨量最高可达 538.3 mm(1996 年 7 月),达到或超过我国部分地区的年降雨量值^[19-20],15 a 平均降雨量为 333.6 mm;1 月(雾凉季)是全年降雨最低的月份,某些年份(如 1998、2005 年)甚至没有任何降水发生,平均值仅为 13.4 mm,仅为 7 月降雨量的 4% 左右(见图 2)。

研究时段内,该地区干季降雨量仅为 222.3 mm,为全年雨量的 15.4%,而雾凉季和干热季的降雨量差别不大,分别为 102.6 和 119.8 mm。干季期间 11、1 和 2 月有可能出现整月没有降水的现象,如 1998、2005 和 2006 年的 1 月降水为 0,在 1994、1997、1999 和 2005 年的 2 月也没有记录到大气降水,11 月没有降水的现象只出现在 1993 年,这可能是 1992 年枯水年的惯性作用(见图 1);干季期间,大气降水为 0 的情况下,雾水补给对该区生态系统的维持发挥着关键作用^[21];雨季期间(5~10 月)月平均降雨量都超过了 100 mm,7 月平均降雨量达到最高(见图 2)。

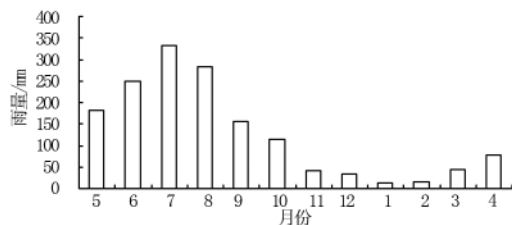


图 2 1992~2006 期间降雨年内分配情况(水文年)

2.3 侵蚀性降雨的时间序列动态

选用侵蚀性降雨量阈值(每 24 h 12.7 mm)

来区分降雨事件是否导致侵蚀产生,从而大大减少计算降雨侵蚀力的工作量,并提高土壤侵蚀预报精度^[2]。从图 3 研究时段内,日降雨量 ≥ 12.7 mm 的雨日占当年总雨日百分比和侵蚀性降雨量占当年总降雨量百分比的逐年变化过程曲线比较结果可以看出,每 24 h ≥ 12.7 mm 雨日数占总雨日数的比例较低,最大为 37.91%(2001 年),最小为 15.82%(2003 年),平均为 28.21%,最大、最小值与平均值相比,偏离程度均控制在 15% 以内;说明研究时段内,24 h 内降雨量 ≥ 12.7 mm 的雨日数年际间变化不大,平均每年有 41.1 d 的 24 h 降雨量 ≥ 12.7 mm;但是同期侵蚀性雨量(24 h 内降雨量 ≥ 12.7 mm 的总和)却占年降雨量的 75% 以上(75.05%),其中 1996 年的侵蚀性降雨量最大,占当年降雨量的 81.68%,1997 年最小,也达到了 70% 以上(70.64%)。因此,在勐仑地区制定水土保持措施和农林业生产实践中,需充分考虑降雨侵蚀力因素,采用有效减缓降雨侵蚀力的措施和种植模式。

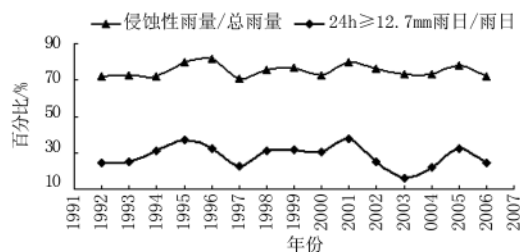


图 3 侵蚀性雨量/总雨量、
24 h ≥ 12.7 mm 雨日/雨日的百分比年变化

由图 4 可知,各月侵蚀性降雨量占有较大比重,每月都超过了 40%,特别是 10 月降雨,多以具有侵蚀性的降雨发生,多年平均来看,占到当月总降雨量的 82.6%;2 月降雨侵蚀性较低,也占 43.3%。再次印证了图 3 中所揭示的现象,勐仑地区降雨具有较大的侵蚀潜力。

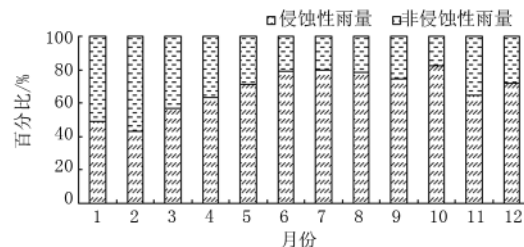


图 4 1992~2006 期间侵蚀性雨量
与非侵蚀性雨量年内变化

2.4 降雨侵蚀力的时间动态

图 5 是采用公式(1)计算得到的半月时段(图 5a)和月时段(图 5b)平均降雨侵蚀力动态。可以看到,与降雨年内分布一致(见图 2),降水侵蚀力也表现为单峰现象,以 7 月上半月平均降雨侵蚀力最大,达到 $48.2011 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$,以 2 月上半月平均降雨侵蚀力最小,仅为 $0.3282 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 。从图 5a 可以看到,勐仑地区降雨侵蚀力从 5 月上半月开始显著增加,10 月上半月开始显著下降,而 6 月下半月、7 月和 8 月下

半月 4 个时段内,降雨侵蚀力较大;图 5b 显示了 1992~2006 年间各月降雨侵蚀力的平均值。可以看到,研究地区降雨侵蚀力的年内分布格局与降雨量的年内分布高度相关($R^2 = 0.9976$)。综合图 5 结果看出,勐仑地区降雨侵蚀力 4 月下半月开始增加,7 月达到最高值,随后降雨侵蚀力逐渐下降;联系农林生产实践,从 4 月下半月开始,应做好防止裸露土壤而导致侵蚀的准备,特别是雨季初期,干燥土壤更易受强降雨影响而发生剧烈侵蚀。

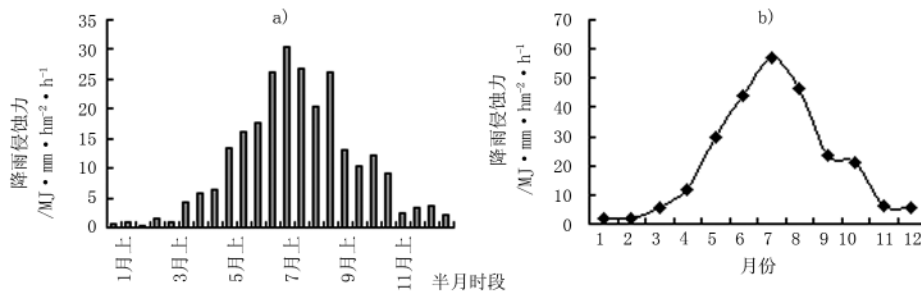


图 5 勐仑地区 1992~2006 年降雨侵蚀力年变化

a)为半月侵蚀力;b)为月侵蚀力

图 6 显示年间降雨侵蚀力值呈现出 3 升 3 降的态势,但是周期性规律仍不显著,需要更长时段降雨侵蚀力资料来探讨该地区降雨侵蚀力周期性变化规律^[22]。从 1992 年开始,一直到 2002 年,降雨侵蚀力呈现上升的趋势,虽然 1997 年和 2000 年出现了降雨侵蚀力下降现象,但并未低于 1992 年的降雨侵蚀力值, $189.992 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,研究时段内年降雨侵蚀力最低值出现在 2003 年,为 $160.742 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,这与 2003 年降雨量低于多年平均值 35% 以上,属于典型枯水年有一定关系(见图 1);2001 年的降雨侵蚀力达到峰值, $350.393 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,是 2003 年降雨侵蚀力的 2 倍多;15 a 降雨侵蚀力的算术平均值是 $250 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ 。降雨侵蚀力与总降雨量的年间波动幅度和节奏基本保持一致,以时段内

平均值为中心上下振动。

3 结论与讨论

该研究以西双版纳勐仑气象站 15 a(1992~2006 年)连续日降雨量资料为依据,与历史上有降雨记录的 40 a 平均降雨量进行对比后,发现研究时段内除 1992 和 2003 年属于典型枯水年外,其它年份基本上属于平水年,2001 年和 2002 年度降水量明显较多;总体上呈现出降雨总量增加的趋势,同时与降雨量密切伴随的一个现象就是降雨侵蚀力也呈现出增加现象,加剧了降雨侵蚀力对土壤侵蚀增强的潜在风险。

按照 24 h 降雨量 $\geq 12.7 \text{ mm}$ 作为侵蚀性降雨参考标准,对研究站点的降雨量性质作了区分,发现侵蚀性雨量所占比重较大,平均占 75% 以上且主要发生在雨季(5~10 月)期间;侵蚀性雨量年内分布与总雨量的年内分布表现出明显的正相关;与侵蚀性降雨所伴随的降雨侵蚀力也表现出明显的季节变化和年变化,计算结果表明,勐仑区域的年降雨侵蚀力在 $160.742 \sim 350.393 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,年内从 1 月仅 $1.107 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$,到 7 月逐渐升至 $57.189 \text{ MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$,二者相差 50 多倍,随后又逐渐降低,与降雨年内变化格局保持一致。

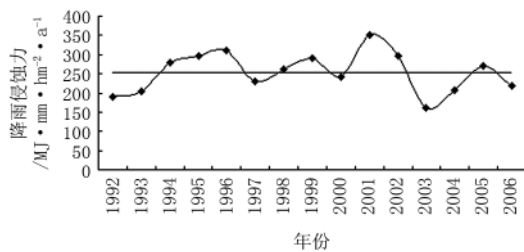


图 6 勐仑降雨侵蚀力年变化曲线(1992~2006 年)

图中直线表示年平均降雨侵蚀力

农业耕作土壤的可蚀性强弱具有典型周期性变化规律。这不仅是因为对土壤可蚀性产生重要影响的气象因素具有显著的周期性变化现象,而且作物种植、收割和土地整理活动都具有显著的周期性。我国大部分地区受东亚季风影响,表现出水热同期、农业生产活动与此保持一致的现象,因此,作物生长过程中不采用合理水土保持措施,将会造成农业土壤肥力快速下降的现象。勐仑区地处我国内陆热带区域,属西南季风控制区,表现为终年温暖、干湿季分明^[10],并且近年来呈现干暖化趋势,极端降雨事件有增多现象^[11]。该区侵蚀性降雨量占总降雨量的比重较大,几乎可以说“凡有降雨,均可能发生土壤侵蚀”,并且热区农业生产中,人工橡胶林割胶活动、香蕉种植和菠萝种植地的管理等热区重要经济作物的除草、施肥等活动,与降雨侵蚀力较大的季节相重合。造成该区农业生产活动的土壤侵蚀风险较大;因此有必要对该区降雨侵蚀力的季节变动特征进行研究,以便能适时采取必要的水土保持措施,如避免裸土、增加耕地种植初期的地面覆盖等活动,把因降雨而导致土壤侵蚀发生的几率降到最低限度。

该文仅从降雨因子的角度,使用简单的降雨侵蚀力计算模型,对单点降雨侵蚀力进行了计算,并分析其时间变化格局,还不足以全面理解所研究地区土壤侵蚀的总体状况。为此,今后应加强 3 方面的工作:(1)开展侵蚀性降雨标准研究工作,避免简单借用热带区域通用侵蚀性降雨标准(12.7 mm)而导致低估降雨侵蚀力;(2)延长降雨资料时间序列长度,使用小波分析技术手段,深入研究其周期性变化特征,增强降雨侵蚀力预测的准确性;(3)综合考虑土壤含水量、地形、植被盖度、人为耕作活动影响等综合因素,在降雨侵蚀力定量计算基础上,发展合理的水土保持措施,避免水保投入人力、物力和财力的浪费,有效保护热区农业生态环境。

参考文献:

- [1] 杨子生. 滇东北山区坡耕地降雨侵蚀力研究[J]. 地理科学, 1999, 19(3): 265-270.
- [2] 谢云, 刘宝元, 章文波. 侵蚀性降雨标准研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 6-11.
- [3] 谢云, 章文波, 刘宝元. 用日雨量和雨强计算降雨侵蚀力[J]. 水土保持通报, 2001, 21(6): 53-56.
- [4] 章文波, 付金生. 不同类型雨量资料估算降雨侵蚀力[J]. 资源科学, 2003, 25(1): 35-41.
- [5] Agnese C, Bagarello V, Corrao C, et al. Influence of the rainfall measurement interval on the erosivity determinations in the Mediterranean area[J]. Journal of Hydrology, 2006, 329(1-2): 39-48.
- [6] 章文波, 谢云, 刘宝元. 利用日雨量计算降雨侵蚀力的方法研究[J]. 地理科学, 2002, 22(6): 705-711.
- [7] 李玉泉, 徐学军, 曾致远, 等. 基于日雨量的降雨侵蚀力模型研究[J]. 水利与建筑工程学报, 2007, 5(2): 12-14.
- [8] 宁丽丹, 石辉. 利用日降雨量资料估算西南地区的降雨侵蚀力[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 183-186.
- [9] 章文波, 谢云, 刘宝元. 用雨量和雨强计算次降雨侵蚀力[J]. 地理研究, 2002, 21(3): 384-390.
- [10] 何云玲, 张一平. 中国内陆热带地区近 40 年气候变化特征[J]. 地理科学, 2007, 27(4): 499-505.
- [11] 王馨, 张一平. 西双版纳勐仑地区降雨特征及变化趋势分析[J]. 热带气象学报, 2005, 21(6): 658-664.
- [12] 张一平, 张克映, 马友鑫, 等. 西双版纳热带地区不同植被覆盖地域径流特征[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 3(4): 25-30.
- [13] 张一平, 何云玲, 杨根灿. 滇南热带季节雨林和橡胶林对降雨侵蚀力的减缓效应[J]. 生态学杂志, 2006, 25(7): 731-737.
- [14] 刘玉洪, 张克映, 马友鑫, 等. 西双版纳热带森林地表径流场设计的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(6): 56-60.
- [15] 刘文杰, 张克映, 马友鑫, 等. 西双版纳橡胶——咖啡人工群落降雨径流初步研究[J]. 林业科技, 2000, 25(1): 17-19.
- [16] Zhang K Y. The climatic dividing line between SW and SE monsoons and their differences in climatology and ecology in Yunnan province of China[J]. Climatological Notes, 1988, 38: 197-207.
- [17] 刘平, 吴志峰, 匡耀球, 等. 基于日降雨数据的广东省降雨侵蚀力初步分析[J]. 热带气象学报, 2005, 21(5): 555-560.
- [18] 西双版纳热带森林生态研究组. 西双版纳勐仑地区气候特征[J]. 热带植物研究, 2002, 47: 62-65.
- [19] 王万中, 焦菊英, 郝小品, 等. 中国降雨侵蚀力 r 值的计算与分布(II)[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(1): 29-39.
- [20] 王万中, 焦菊英, 郝小品, 等. 中国降雨侵蚀力 r 值的计算与分布(I)[J]. 水土保持学报, 1995, 9(4): 5-18.
- [21] Liu Wenjie, Meng Fanrui, Zhang Yiping, et al. Water input from fog drip in the tropical seasonal rain forest of Xishuangbanna, South-West China[J]. Journal of Tropical Ecology, 2004, 20: 517-524.
- [22] 唐蕴, 王浩, 严登华, 等. 近 50 年来东北地区降水的时空分异研究[J]. 地理科学, 2005, 25(2): 172-176.

(下转第 69 页)

- [2] 宁木权,程树枝. 防治大豆食心虫的优势赤眼蜂种类[J]. 植物保护, 1981, 7(5): 11. 1996(1): 8-10.
- [3] 王克勤. 应用赤眼蜂防治大豆食心虫的研究[J]. 植物保护, 24(4): 58-60. [4] 贾乃新,黄耀阁,李秋竹,等. 吉林农业大学学报[J]. 2002, 24(4): 58-60.

Comparative Study on the Effects of *Trichogramma* Bred by Different Host on Parasitism of the Soybean Pod Borer

WANG Lian-xia

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161041)

Abstract: Using *Trichogramma* to control the soybean pod borer is one of the important biological control means. *Trichogramma* bred by different host eggs had different selectivity on soybean pod borer eggs. The parasitism effect of *Trichogramma* bred by *Antheraea pernyi* eggs and *Gelechiidae* egg was compared. The result was significant different. The results showed that egg production capacity of *Trichogramma* bred by *Antheraea pernyi* eggs decreased by 10% compared to *Trichogramma* bred by *Gelechiidae* eggs, the control effect to soybean pod borer less than 60%. The survival of *Trichogramma* bred by *Gelechiidae* eggs could prolong 1~2 days, the control effect to soybean pod borer could more than 60%, moreover, second-generation larvae was well-developed, and the adult could effectively control the second year of the soybean pod borer pest base, could play a good effect to combat chain. Comprehensive analysis believed that *Trichogramma* bred by *Gelechiidae* be more effectively to control soybean pod borer, and continuous control performance was significantly.

Key words: *Trichogramma*; *Antheraea pernyi* eggs; *Gelechiidae* eggs; soybean pod borer; parasitic effects

(上接第 60 页)

Rainfall Erosivity Assessment Base on Daily Rainfall Values in the Menglun Area of Xishuangbanna

GAO Fu^{1,2,3}, ZHOU Wen-jun^{1,3}, ZHANG Yi-ping¹

(1. Key Laboratory of Tropical Forest Ecology of Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650223; 2. Kunming Botany Institute of Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650204; 3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: Using the daily rainfall values to calculate the rainfall erosivity will benefit to the local soil and water conservation activities, improve the sustainable development of tropical agriculture ecosystem. Based on the annual mean rainfall value (1 492.9 mm) from 1959 to 1998 at Menglun climatic station in Xishuangbanna, the erosive rainfall standard referring the values higher than 12.7 mm per 24 h, the daily rainfall values during 1992 to

2006 at the station were analyzed, with the help of formula $M = \alpha \sum_{j=1}^k (P_j)^\beta$, which derived from the RUSLE generated from USA for rainfall erosivity calculation, the rainfall erosivity under the unit of half-month was calculated, then the seasonal variation pattern of the rainfall erosivity was generated. The results showed that in terms of annual rainfall amount, 45% years were the normal rainfall amount level, the numbers of abundance rainfall years more than deficit rainfall years, total annual rainfall amount increased slightly in the focusing duration comparison with the historical annual mean rainfall records; the annual erosive rainfall amount accounted for over 75% of the total yearly rainfall amounts, the erosive rainfall amounted basically appear in the monsoon season; the annual rainfall erosivity varied from 160.742 to 350.393 MJ·mm·hm⁻²·a⁻¹, the largest value appeared in 2001; monthly rainfall erosivity changed dramatically from 1.107 (in Jan.) to 57.189 (in Jul.) MJ·mm·hm⁻²·h⁻¹, the differences reach over 50 times in different months; the general changing pattern was similar with the rainfall amount variation, and typical seasonal patterns.

Key words: Xishuangbanna; erosive rainfall; rainfall erosivity; daily rainfall value