

文章编号: 1001-8166(2008)08-0830-10

云南种子植物区系地理成分分布格局及其意义*

朱 华

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223)

摘 要:以覆盖云南全境的 31 个地区植物区系研究报告为基础, 使用 Arcview 软件制作了 14 个种子植物属的地理成分多度分布图。对这些种子植物属的多度分布格局进行分析, 获得以下结果: 热带成分合计占所统计的地区植物区系属的 29.6%~94.1%, 其最小值是在云南西北部, 最大值出现在云南南部; 温带成分合计占所统计的地区植物区系属的 6%~70.4%, 其多度分布恰与热带成分相反。在热带成分中, 全热带分布属占 13.64%~46%, 居热带成分之首, 其最大值出现在云南怒江和元江的干热河谷; 热带亚洲分布属占 3.33%~42.26%, 最大值出现在云南南部。

在温带成分中, 北温带分布属占所统计的地区植物区系的 2%~30.39%, 居温带成分之首, 最大值出现在云南西北部山地, 其次是东亚分布属, 占 2%~14.57%, 最大值出现在滇西北横断山区。在与云南植被的关系上, 热带亚洲分布属、旧世界热带分布属和热带亚洲至热带大洋洲分布属是云南热带森林的主要成分; 全热带分布属和热带亚洲至热带非洲分布属是干热河谷植被的主要成分, 北温带分布属主要出现在冷湿山地森林植被中, 而东亚分布属、东亚和北美洲间断分布属及旧世界温带分布属与温凉气候地区的森林植被联系相对密切。生物地理上, 云南种子植物属的多度分格局暗示了所谓的“田中线”在印度—马来西亚热带植物区系与东亚亚热带—温带植物区系的地理界限上有意义; 热带亚洲至热带非洲分布属主要存在于云南的干热河谷, 暗示了干热河谷植被具有一定非洲亲缘; 云南西部的热带性很强, 暗示了在印度板块同亚洲板块相撞、推挤北移及喜马拉雅隆升过程中, 云南西部至东南部的地块可能发生了顺时针转动。在云南, 不论其纬度, 只要是海拔低的区域都是热带区域, 支持云南应是一个基带为热带的大的山原观点。

关 键 词:种子植物; 地理成分; 分布格局; 田中线; 云南

中图分类号: Q948.3 **文献标志码:** A

1 引 言

云南在地质历史上是古南大陆与古北大陆的一个融合地带^[1~3], 在自然地理和生物地理上是热带亚洲生物区系向东亚亚热带—温带生物区系的一个过渡地带(生态交错区), 也是中国—日本植物区系与中国—喜马拉雅植物区系的交汇过渡地带。云南大部分地区是在第三纪古地中海消退, 喜马拉雅隆升、地壳间歇性的上升隆起而形成, 其生物区系既具有古地中海起源背景, 又受近代东亚和印度—马

来西亚植物区系的强烈影响, 使该地区在植被地理和生物地理上十分重要和特殊。

云南地势变化和地貌类型复杂多样, 既有深切的高山峡谷, 又有相对平坦的高原, 其西北部梅里雪山的卡格博峰最高点海拔为 6 740 m, 东南部的河口海拔是 76.4 m, 两地高差达 6 663.6 m, 形成了热带、温带、寒带和湿润、半湿润、半干旱和干旱等多种多样的气候类型, 在此基础上发育了非常丰富的生物多样性, 被誉为我国的“动、植物王国”, 在国际上被列为东喜马拉雅生物多样性热点和关键地

* 收稿日期: 2007-12-04; 修回日期: 2008-06-06

* 基金项目: 国家自然科学基金项目“云南热带雨林植被植物多样性及生物地理学研究”(编号: 30570128)资助。

作者简介: 朱华 (1960-), 男, 云南昆明人, 研究员, 博士, 主要从事热带植物学研究工作。E-mail: zhuh@xtbg.ac.cn

区的一部分^[4]。

由于特殊的地质历史和地理位置,复杂多样的地形、地貌和植被类型,云南植被的分带和植被区划是一个非常复杂而至今未能很好解决的问题。如在云南植被区划和植被带划分上,刘慎谔等^[5]根据云南地势为向南倾斜的大斜坡,主要受印度洋海洋性气候影响,认为云南的植被分布应视为一个大的沿海拔高度的垂直分布,在海拔高度 1 500 m 以下地区均为热带;任美鏊等^[6]亦认为云南是一个热带山原,是垂直地带性的一种变型。姜汉桥^[7,8]和杨一光^[9]则认为由于地形的差异抬升,在云南形成了具有宽广盆地的“阶梯”高原面,在各级“阶梯”上,具有与中国东部地区对应的水平地带性植被分布,由南到北,由热带到温带,植被带的更替就像中国东部地区一样,是纬向地带性植被更替,并非垂直分布带的关系。

植物区系成分或植物区系的地理成分由于具有显著的地理学特征,在植被区划和植被地带性分布格局的认识上已有较广泛运用。自吴征镒^[10]发表“中国种子植物属的分布区类型”以后,以该文章确定的中国种子植物属的分布区类型为标准,地方性植物区系的研究工作已大量开展。我们收集了至今已发表和完成的涉及云南地方植物区系的研究报告,它们基本上覆盖了云南各主要植被地带和植被类型以及各不同的自然地理区域,拟通过对云南种子植物区系地理成分分布格局的研究,探讨云南自然地理特征,为植被区划和植被地带性分布格局的认识提供参考。

2 材料和方法

以覆盖云南全境的 31 个地区植物区系研究报告^[11~38]为基础,利用这些文献中以吴征镒^[10]确定的中国种子植物属的 15 个分布区类型为标准而统计的地区植物区系属的分布区类型组成构建数据库,以各地区植物区系的几何中心为其地理位置标定点,使用 Arcview 软件制作了 15 个种子植物属的地理成分多度分布图(多度分级由 ArcView 软件的“Jenks optimization”进行自然分级)。对这些种子植物属的多度分布图进行分析,结合云南的地理、地貌特征,讨论云南种子植物区系地理成分分布格局及其在云南植被区划和植被地带性分布规律上的地理意义。世界分布属因其地理学意义不大,故未对其进行讨论。

3 研究结果

(1) 全热带分布 (T2)。全热带分布占所统计的地区植物区系属的 13.64%~46%,最小值出现在滇西北(香格里拉),最大值出现在怒江干热河谷和元江干热河谷(图 1)。该地理成分并未表现为随纬度的增加而规律性地减少,而是显示了与云南的干热河谷密切联系。

(2) 热带亚洲至热带美洲间断分布 (T3)。热带亚洲至热带美洲间断分布占所统计的地区植物区系属的 1.15%~5%,其多度分布亦并未表现为随纬度的增加而规律性地减少(图 2)。

(3) 旧世界热带分布 (T4)。旧世界热带分布占所统计的地区植物区系属的 3.26%~13.99%,最小值出现在滇西北(香格里拉),最大值出现在滇南西双版纳,其多度分布表现出与云南的干热河谷和热带地区有较密切联系(图 3)。

(4) 热带亚洲至热带大洋洲分布 (T5)。该地理成分占所统计的地区植物区系属的 1.89%~9.23%,最小值亦是出现在滇西北(丽江玉龙雪山),最大值出现在滇南西双版纳,其多度分布表现出与云南的热带—亚热带湿润气候地区有较密切联系(图 4)。

(5) 热带亚洲至热带非洲分布 (T6)。该地理成分占所统计的地区植物区系属的 3.26%~11.31%,最小值出现在滇西北(香格里拉),最大值出现在滇东南的元江干热河谷,其多度分布明显表现出与云南的干热河谷和干热气候地区有较密切联系(图 5)。

(6) 热带亚洲分布 (T7)。热带亚洲分布占所统计的地区植物区系属的 3.33%~42.26%,其最小值是在滇西北丽江玉龙雪山,最大值出现在滇南西双版纳,其多度分布与云南的热带湿润气候地区密切联系(图 6)。

(7) 北温带分布 (T8)。北温带分布与热带亚洲分布呈相反格局,其数值占所统计的地区植物区系属的 2%~30.39%,最小值是在滇南西双版纳,最大值出现在滇西北丽江玉龙雪山,其多度分布与云南的冷湿气候地区密切联系(图 7)。

(8) 东亚和北美洲间断分布 (T9)。东亚和北美洲间断分布占所统计的地区植物区系属的 1.96%~7.96%,最小值是在滇西怒江干热河谷和滇南西双版纳,最大值出现在滇中高原,其多度分布与云南的温凉山地气候地区相联系(图 8)。

(9) 旧世界温带分布 (T10)。该地理成分占所统计的地区植物区系属的 0~10.78%, 最小值是在滇南西双版纳, 最大值出现在滇西北丽江玉龙雪山, 其多度分布亦是与云南的温凉山地气候地区相联系 (图 9)。

(10) 温带亚洲分布 (T11)。温带亚洲分布属在云南的地区植物区系中所占比例较小, 从 0~2.75%, 其多度分布式样与旧世界温带分布类似, 主要分布在云南的温凉山地气候地区 (图 10)。

(11) 地中海区、西亚至中亚分布 (T12)。该地理成分占所统计的地区植物区系的 0~2.48%, 最小值是在滇南湿热地区, 最大值出现在滇西北, 其多度分布与云南的温凉及干旱气候地区相联系 (图 11)。

(12) 中亚分布 (T13)。中亚分布成分在云南植物区系中所占比例少, 占 0~2%, 主要分布在滇西北及一些干温地区 (图 12)。

(13) 东亚分布 (T14)。东亚分布占所统计的地区植物区系属的 2%~14.57%, 最小值是在滇南西双版纳, 最大值出现在滇西北, 其多度分布显示了与温凉气候和喜马拉雅地区的联系 (图 13)。

(14) 中国特有分布 (T15)。中国特有分布占所统计的地区植物区系属的 0.3%~4.34%, 最小值出现在滇南及滇西南热带地区, 最大值出现在滇西北横断山区, 在滇东南和金沙江干热河谷中亦有相对较高的百分比, 其多度分布显示了云南西北部 and 东南部特有成分较集中的特点 (图 14)。

(15) 热带成分与温带成分合计。热带成分合计占所统计的地区植物区系地理成分的 29.6%~94.1%, 其最小值是在滇西北香格里拉县, 最大值出现在滇南西双版纳, 其比例较高的地区主要是在滇西南、滇南至滇东南的热带—亚热带地区, 但在滇北的金沙江干热河谷亦有较高比例 (图 15)。温带成分合计占所统计的地区植物区系地理成分的 6%~70.4%, 其多度分布恰与热带成分合计相反 (图 16)。

4 地理学暗示

4.1 云南种子植物区系地理成分的多度分布与云南植被的分布格局关系密切

热带成分是云南南部热带森林的优势成分, 而在云南中部和北部, 它们则为深切河谷植被的优势成分。在热带分布属中, 不同的地理成分又显示了各自的多度分布特征。全热带分布和热带亚洲至热

带非洲分布属与云南的干热河谷植被相关联, 是干热河谷植被的优势成分。热带亚洲分布、旧世界热带分布和热带亚洲至热带大洋洲分布属则是云南热带森林的优势成分; 温带分布属是云南北部和中部山地植被的优势成分, 其中的北温带分布属和东亚分布属是温带成分中的主要成分, 也是云南北部和中部山地植被的最主要成分; 北温带成分与冷湿山地的森林植被联系更密切, 而东亚分布、东亚和北美洲间断分布、旧世界温带分布属与温凉气候地区的森林植被联系更密切; 其它温带分布属中, 地中海区、西亚至中亚分布和中亚分布成分与温凉及干旱气候地区植被联系更密切。云南种子植物区系地理成分的分布格局可以为云南植被区划及地理、农业等自然区划提供依据和参考。

4.2 一些地理成分暗示了云南地质历史和地理亲缘

热带亚洲和热带亚洲至热带大洋洲分布属主要分布在所谓的“田中线”以西的地区。“田中线”由日本学者 Tanaka^[39]提出, 曾被建议是一条划分东亚植物区系的中国—日本植物亚区与中国—喜马拉雅植物亚区的区系线^[40]。“田中线”的地理学意义实际比较复杂^[41], 在云南, “田中线”在以热带亚洲成分为核心的印度—马来西亚热带植物区系与东亚亚热带—温带植物区系的地理界限上也有作用。全热带分布和热带亚洲至热带非洲分布属是云南干热河谷植物区系的主要成分 (全热带分布) 和特征成分 (热带亚洲至热带非洲分布)。云南干热河谷植被的主要类型是稀树灌草丛或称河谷型萨王纳植被, 它在外貌上呈稀树灌草丛型非洲萨王纳植被景观, 在物种组成上有一定非洲亲缘^[19]。全热带分布和热带亚洲至热带非洲分布成分在云南干热河谷植物区系中是其主要成分和特征成分, 也暗示了云南干热河谷植被有一定的非洲亲缘。云南西南部的热带性质远强于云南东南部。图 17 显示了所研究的植物区系热带成分合计占 80% 以上的地区, 它们在云南并非都在同一纬度带, 而是在云南西南部跨越了将近 4 个纬度, 这与当印度板块同亚洲板块相撞、北移、融合及喜马拉雅—横断山系隆升形成时, 云南西部至东南部的地块可能发生了顺时针转动的观点一致^[41, 42]。

4.3 热带成分多度分布并未随纬度的增加而规律性减少, 而是与地区的海拔高度关系更密切

云南种子植物区系地理成分中热带成分占所统计的不同地区植物区系地理成分的 29.6%~94.1%, 整体上在云南种子植物区系中占优势, 其

多度分布并未显示随纬度的增加而规律性地减少,而是与地区的海拔高度关系更密切。热带成分占 50%以上的地区在水平面上看覆盖云南全省(图 18),在云南北部的金沙江河谷,热带成分占到 70%以上,故在云南,不论其纬度,只要是海拔低的区域(基带)都是热带区域。

4.4 中国特有属的多度分布显示滇西北横断山区和滇东南是云南的中国特有成分集中分布地区

中国特有属相对较高的百分比出现在滇西北横断山区和滇东南及滇东的干热河谷,这与滇西北横断山区和滇东南是云南的中国特有成分集中分布地区的论点^[43]是一致的。

5 讨 论

(1) 从所研究的地区植物区系热带成分多度分布格局可以看出,云南西南部的热带性远强于云南东南部,热带成分合计占 80%以上的地区在云南西南部跨越了将近 4 个纬度,这支持了印度板块与亚洲板块相撞,由于印度板块北移推挤,致使云南西部至东南部的地块发生了顺时针转动的观点^[41,42]。

(2) 在云南,热带成分占 50%以上的地区在水平面上看覆盖云南全省,甚至在云南北部的金沙江河谷,热带成分占到 70%以上。我们支持所谓云南是一个热带山原,云南的基带是热带,云南的植被分布应视为一个大的沿海拔高度垂直分布的观点^[5,6]。任美鏊等^[44]在《论中国的热带范围》一文中列举了广东鼎湖山目前大片自然林虽为亚热带常绿阔叶林,但已属垂直带的一部分,不具有地带性的意义,不能代表这里的水平地带的植被,只有海拔 300~350 m 以下的平地植被属水平地带性植被,鼎湖山残存的水平地带的植被为热带常绿阔叶林,故把鼎湖山划为热带地区是适合的。他认为把鼎湖山残留在谷地里的热带林看作是受局部地形影响发育而成的非地带性植被,是对地带性植被的一种误解^[44]。在对云南植被—气候分带的认识上,与广东鼎湖山的情况类似。由于云南北高南低的地势,在云南中部广袤的高原面上,主要植被类型是亚热带常绿阔叶林;在云南北部,特别是西北部,面积最大的植被是山地的亚热带常绿阔叶林和温带的针叶林,然而,不论其纬度,只要是海拔低的区域都是热带区域。如果我们在确定水平地带性植被时严格按基带为其水平地带的观点,则云南应是一个基带为热带的大的山原。

(3) “田中线”(Tanaka line)依 Tanaka 的划界,将中国海南划归“田中线”以东,如果只说“田中线”是一条中国—日本植物亚区与中国—喜马拉雅植物亚区的植物区系线,可能就太狭义了。植物地理成分分析显示,海南植物区系是热带亚洲植物区系的一部分,在植物区系分区上属于印度—马来西亚植物区系地区^[45,46]。从云南植物区系热带成分的多度分布格局可以看出,在云南,“田中线”在印度—马来西亚热带植物区系与东亚亚热带—温带植物区系的地理界限上也有作用。

6 结 论

云南不同地区植物区系种子植物属的地理成分构成依地理和环境而变化,其多度分布格局显示,热带成分(合计)占地区植物区系属的 29.6%~94.1%,其最小值是在云南西北部,最大值出现在云南南部;温带成分合计占所统计的地区植物区系属的 6%~70.4%,其多度分布恰与热带成分相反。在热带成分中,全热带分布属占 13.64%~46%,居热带成分之首,其最大值出现在云南怒江和元江的干热河谷;热带亚洲分布属占 3.33%~42.26%,最大值出现在云南南部。在温带成分中,北温带分布属占所统计的地区植物区系的 2%~30.39%,居温带成分之首,最大值出现在云南西北部山地,其次是东亚分布属,占 2%~14.57%,最大值出现在滇西北横断山区。在与云南植被的关系上,热带亚洲分布属、旧世界热带分布属和热带亚洲至热带大洋洲分布属是云南热带森林的主要成分;全热带分布属和热带亚洲至热带非洲分布属是干热河谷植被的主要成分,北温带分布属主要出现在冷湿山地森林植被中,而东亚分布属、东亚和北美洲间断分布属及旧世界温带分布属与温凉气候地区的森林植被联系相对密切。在生物地理上,热带亚洲和热带亚洲至热带大洋洲分布属主要分布在所谓的“田中线”以西的地区,这种多度分布格局暗示了所谓的“田中线”在印度—马来西亚热带植物区系与东亚亚热带—温带植物区系的地理界限上有意义;热带亚洲至热带非洲分布属主要存在于云南的干热河谷,这暗示了干热河谷植被具有一定非洲亲缘;云南西部的热带性很强,热带成分合计占 80%以上的地区在云南西南部比东南部高了近 4 个纬度,暗示了在印度板块同亚洲板块相撞、推挤北移及喜马拉雅隆升过程中,云南西部至东南部的地块可能发生了顺时针转动。在云南,热带成分多度分布并未随纬度的

增加而规律性地减少,热带成分占 50%以上的地区在水平面上看覆盖云南全省,故在云南只要是海拔低的区域都是热带区域,云南应是一个基带为热带的大的山原。

致谢:阎丽春女士帮助录入资料及制作地理成分多度分布图,特此致谢。

参考文献 (References):

- [1] Audley-Charles M G. Dispersal of Gondwanaland: Relevance to evolution of the Angiosperms [C]. Whitmore T C, ed. *Biogeographical Evolution of the Malay Archipelago*. Oxford: Clarendon Press, 1987.
- [2] Morley J R. Palynological evidence for Tertiary plant dispersals in the SE Asian region in relation to plate tectonics and climate [C]. Hall R, Holloway J D, ed. *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Leiden: Backbuys Publishers, 1998: 221-234.
- [3] Hall R. The plate tectonics of Cenozoic SE Asia and the distribution of land and sea [C]. Hall R, Holloway J D, eds. *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Leiden: Backbuys Publishers, 1998: 99-131.
- [4] Myers N. Threatened biotas: "Hotspot" in tropical forests [J]. *Environmentalist*, 1998, 8 (3): 1-20.
- [5] Liu Shen'e, Feng Zongwei, Zhao Dachang. Some principles of vegetational regionalization in China [J]. *Acta Botanica Sinica*, 1959, 8 (2): 87-105. [刘慎谔, 冯宗纬, 赵大昌. 关于中国植被区划的若干原则问题 [J]. *植物学报*, 1959, 8 (2): 87-105.]
- [6] Re Mei'e, Xiang Renzhang. On some theoretical problems of the physical regionalization in China from a contradictory opinion—Re-discussion on the physical regionalization in China [J]. *Journal of Nanjing University (Natural Sciences)*, 1963, 3: 1-12. [任美锶, 相韧章. 从矛盾的观点论中国自然区划的若干理论问题——再论中国自然区划问题 [J]. *南京大学学报: 自然科学版*, 1963, 3: 1-12.]
- [7] Jiang Hanqiao. Distributional features and zonal regularity of vegetation in Yunnan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1980, 2 (1): 22-32. [姜汉桥. 云南植被分布的特点及其地带性规律 [J]. *云南植物研究*, 1980, 2 (1): 22-32.]
- [8] Jiang Hanqiao. Distributional features and zonal regularity of vegetation in Yunnan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1980, 2 (2): 142-151. [姜汉桥. 云南植被分布的特点及其地带性规律 (续) [J]. *云南植物研究*, 1980, 2 (2): 142-151.]
- [9] Yang Yiguang. About the principles and units of vegetational regionalism in Yunnan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1980, 2 (4): 441-450. [杨一光. 论云南植被区划的原则和单位. *云南植物研究*, 1980, 2 (4): 441-450.]
- [10] Wu Zhengyi. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1991, (suppl 4): 1-139. [吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. *云南植物研究*, 1991, (增刊 4): 1-139.]
- [11] Cao Min, Jin Zhenzhou. Classification of vegetation in Qiaojia dry-hot river valley of Jiansha river, Yunnan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1989, 11 (3): 324-336. [曹敏, 金振洲. 云南巧家金沙江干热河谷的植被分类 [J]. *云南植物研究*, 1989, 11 (3): 324-336.]
- [12] Cao Shuiwei. Flora analysis of seed plants in Nuozadu Nature Reserve [J]. *Journal of West China Forestry Science*, 2004, 33 (2): 46-68. [曹顺伟. 云南糯扎渡自然保护区种子植物区系分析 [J]. *西部林业科学*, 2004, 33 (2): 46-68.]
- [13] Cao Yongheng. A research on the flora of Nujiang dry-hot valley in Lujiangba Yunnan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1993, 15 (4): 339-345. [曹永恒. 云南路江坝怒江干热河谷植物区系研究 [J]. *云南植物研究*, 1993, 15 (4): 339-345.]
- [14] Cui Jianwu, Liu Wenyao, Li Yuhui, et al. The floristic elements of seed plants in stone forest limestone region, Yunnan province [J]. *Guihaia*, 2005, 25 (6): 517-525. [崔建武, 刘文耀, 李玉辉, 等. 云南石林地区石灰岩山地种子植物区系成分的研究 [J]. *广西植物*, 2005, 25 (6): 517-525.]
- [15] Dong Qiong, Li Xiangwang, Fan Guosheng. Study on flora of seed plants from Dazhong mountain in the south-central Yunnan province [J]. *Journal of Southwest Forestry College*, 2006, 26 (1): 6-9. [董琼, 李乡旺, 樊国盛. 云南大中山种子植物区系特征分析 [J]. *西南林学院学报*, 2006, 26 (1): 6-9.]
- [16] Duan Chengzhong, ed. *Scientific Investigation of Plant on Cangshan Mountain* [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 1995. [段诚忠主编. *苍山植物科学考察* [M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 1995.]
- [17] Guo Qinfeng. A preliminary study on the plant floristic geography of Shishan mountain, Wuding, Center of Yunnan [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1988, 10 (2): 188-200. [郭勤峰. 滇中武定狮山植物区系地理的初步研究 [J]. *云南植物研究*, 1988, 10 (2): 188-200.]
- [18] Jin Zhenzhou. Floristic Features of Dry-hot and Dry-warm Valleys, Yunnan and Sichuan [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 2002. [金振洲. *滇川干热河谷与干暖河谷植物区系特征* [M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2002.]
- [19] Jin Zhenzhou. Study on the floristic elements of seed plants in the dry-warm valleys of Yunnan and Sichuan [J]. *Guihaia*, 1998, 18 (4): 313-321. [金振洲. 滇川干暖河谷种子植物区系成分研究 [J]. *广西植物*, 1998, 18 (4): 313-321.]
- [20] Li Rongchun, Yang Yan, Yang Zhilei, et al. A floristic study on the seed plants from Yunlong reservoir area in Yunnan [J]. *Guihaia*, 2004, 24 (5): 385-389. [李荣春, 杨燕, 杨志雷, 等. 云南云龙水库地区种子植物区系研究 [J]. *广西植物*, 2004, 24 (5): 385-389.]
- [21] Li Heng, Guo Huijun, Dao Zhiling. *Flora of Gaoligong mountains* [M]. Beijing: Science Press, 2000. [李恒, 郭辉军, 刀志灵. *高黎贡山植物* [M]. 北京: 科学出版社, 2000.]
- [22] Li Heng. Delineation and feature of Dulongjiang region flora [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1994, (suppl 1): 1-100. [李恒. 独龙江地区种子植物区系的性质和特征 [J]. *云南植物研究*, 1994, (增刊 1): 1-100.]

- [23] Li Pinrong, Zeng Juemin Preliminary study on flora of seed plants in Xianggerila county, Yunnan province[J]. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 2006, 23(4): 367-372 [李品荣, 曾觉民. 云南香格里拉县种子植物区系的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 2006, 23(4): 367-372]
- [24] Li Qinghui The Flora of Lower Reaches of Luozha River and the Community Ecology Study on Deciduous Monsoon Forest in Yunxian County[D]. Kunming: Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, 2007. [李庆辉. 云县罗扎河下游落叶季雨林植物区系分析及其群落生态学研究[D]. 昆明: 中国科学院西双版纳热带植物园, 2007.]
- [25] Li Xueling, Xu Chengdong An analysis on the flora element of angiosperms in the scenic spot of Zixi mountain[J]. *Journal of Yunnan Normal University*, 2003, 13(4): 54-58. [李雪玲, 徐成东. 紫溪山风景区被子植物区系成分分析[J]. 云南师范大学学报, 2003, 13(4): 54-58.]
- [26] Liu Dachang, Du Fan A preliminary study on flora of Jingguan temple natural reserve in western Yunnan[J]. *Journal of Southwest Forestry College*, 1991, 1(2): 115-124. [刘大昌, 杜凡. 滇西金光寺种子植物区系的初步研究[J]. 西南林学院学报, 1991, 1(2): 115-124.]
- [27] Liu Ende A Floristic Study on the Seed Plants of Yongde Snow Mountains, SW Yunnan, China[D]. Kunming: Kunming Institute of Botany, CAS, 2006. [刘恩德. 永德大雪山种子植物区系研究[D]. 昆明: 中国科学院昆明植物研究所, 2006.]
- [28] Ou Xiaokun The study of flora in Yuanmou dry-hot river valley[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1988, 10(1): 11-18. [欧晓昆. 元谋干热河谷植物区系研究[J]. 云南植物研究, 1988, 10(1): 11-18.]
- [29] Peng Hua The endemism in the flora of seed plants in Mt Wuliangshan[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1997, 19(1): 1-14. [彭华. 无量山种子植物区系的特有现象[J]. 云南植物研究, 1997, 19(1): 1-14.]
- [30] Wang Juan, Ma Qinyan, Du Fan Flora diversity characteristics of seed plants of Dawei mountain National Nature Reserve in Yunnan province, China[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, 42(1): 8-15. [王娟, 马钦彦, 杜凡. 云南大围山国家级自然保护区种子植物区系多样性特征[J]. 林业科学, 2006, 42(1): 8-15.]
- [31] Wang L isong, Kong Dongrui, Ma Haiying, et al A preliminary study on the floristics of spermatophyte from Mt Xiaobaicaoling, central Yunnan, China[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2005, 27(2): 125-133. [王利松, 孔冬瑞, 马海英, 等. 滇中小百草岭种子植物区系的初步研究[J]. 云南植物研究, 2005, 27(2): 125-133.]
- [32] Wang Yubing, Du Fan, Cao Shunwei Study on floristic phyto-geography of seed plants in Xiaoheshan reserve, Yunnan province[J]. *Guihaia*, 2006, 26(3): 261-267. [王玉兵, 杜凡, 曹顺伟. 云南省小黑山自然保护区种子植物区系研究[J]. 广西植物, 2006, 26(3): 261-267.]
- [33] Xu Jianchu Yunnan Luchun Huanglianshan Nature Reserve [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 2003. [许建初. 云南绿春黄连山自然保护区[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2003.]
- [34] Yang Yuming, Du Fan, eds Nangun River National Nature Reserve of China [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 2004. [杨宇明, 杜凡, 主编. 中国南滚河国家级自然保护区[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2004.]
- [35] Yin Wuyuan, Shu Qingtai, Li Jinyu A study on flora of spermatophyte of Tongbiguan nature reserve in Yunnan[J]. *Journal of Northwest Agriculture & Forestry University*, 2007, 35(1): 204-210. [尹五元, 舒清泰, 李进宇. 云南铜壁关自然保护区种子植物区系研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2007, 35(1): 204-210.]
- [36] Zhu Hua Floristic plant geography on the dipterocarp forest of Xishuangbanna[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1993, 15(3): 233-252. [朱华. 西双版纳龙脑香林植物区系研究[J]. 云南植物研究, 1993, 15(3): 233-252.]
- [37] Zhu Hua, Zhao Jianming, Cai Min, et al Studies on the flora of Dehong Region, SW Yunnan ()—Floristic composition and geographical elements at generic level [J]. *Guihaia*, 2004, 24(3): 193-198. [朱华, 赵见明, 蔡敏, 等. 云南德宏州种子植物区系研究 ()——科和属的地理成分分析[J]. 广西植物, 2004, 24(3): 193-198.]
- [38] Zhu Hua, Zhao Congjiang, Wang Hong, et al A study on the flora of Caiyanghe Nature Reserve in Sinao, Yunnan with references to the transition from tropical Asian flora to Eastern Asian flora[J]. *Bulletin of Botanical Research*, 2006, 20(1): 38-52. [朱华, 赵崇奖, 王洪, 等. 思茅菜阳河自然保护区植物区系研究——兼论热带亚洲植物区系向东亚植物区系的过渡[J]. 植物研究, 2006, 20(1): 38-52.]
- [39] Tanaka T. Species Problem in Citrus [M]. Tokyo: Japanese Society for the Promotion of Science, 1954: 58-69.
- [40] Li Xiwen, Li Jie The Tanaka-Kaiyong Line—an important floristic line for the study of the flora of East Asia[J]. *Annals Missouri Botanic Garden*, 1997, 84: 888-892.
- [41] Zhu Hua, Yan Lichun Notes on the realities and significances of the “Tanaka Line” and the “Ecogeographical Diagonal line” in Yunnan[J]. *Advances in Earth Science*, 2003, 18(6): 871-877. [朱华, 阎丽春. 再论“田中线”和“滇西——滇东南”生态地理(生物地理)对角线 的真实性和意义[J]. 地球科学进展, 2003, 18(6): 871-877.]
- [42] Li Heng, He Daming, Bartholomew B, et al Re-examination of the biological effect of plate movement—Impact of Shan-Malay Plate displacement (the movement of Burma-Malay Geoblock) on the biota of the Gaoligong mountains[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1999, 21(4): 407-425. [李恒, 何大明, Bruce Bartholomew, 等. 再论板块位移的生物效应——掸邦—马来亚板块位移对高黎贡山生物区系的影响[J]. 云南植物研究, 1999, 21(4): 407-425.]
- [43] Wu Zhengyi The regionalization of Chinese flora[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1979, 1(1): 1-22. [吴征镒. 论中国植物区系的分区问题[J]. 云南植物研究, 1979, 1(1): 1-22.]
- [44] Re Meie, Zeng Zhaoxuan The extent of tropical zone in China

- [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1991, 11 (2): 101-108. [任美铎, 曾昭璇. 论中国的热带范围 [J]. 地理科学, 1991, 11 (2): 101-108.]
- [45] Wu Delin, Xing Fuwu, Ye Huagu, *et al* Study on the spermatophytic flora of south China sea islands [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1996, 4 (1): 1-22. [吴德邻, 邢福武, 叶华谷, 等. 海南岛屿种子植物区系地理的研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 1996, 4 (1): 1-22.]
- [46] Zhu Hua, Roos M C. The tropical flora of south China and its affinity to Indo-Malesian flora [J]. *Telopea*, 2004, 10 (2): 639-648.

D istribution Patterns of Genera of Yunnan Seed Plants with References to Their Biogeographical Sign ificances

ZHU Hua

(X ishuangbanna Tropical Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China)

Abstract: A total of 31 regional floras that covered whole Yunnan province were used for making frequency maps of distribution types at generic level by Arcview software. The following results were given: 1. Tropical genera account for 29.6% to 94.1% of the total genera in regional floras with the highest proportion in the areas of southern Yunnan, while temperate genera account for 6% to 70.4% of the total genera with the highest proportion from the area of northwestern Yunnan. 2. Among tropical elements, the genera of Pantropical distribution contribute from 13.64% to 46% of the total genera in regional floras with the highest proportion in dry and hot valleys in western and southeastern Yunnan, and the genera of Tropical Asian distribution contribute from 3.33% to 42.26% with the highest proportion in southern Yunnan. 3. Among temperate elements, the genera of North temperate distribution contribute from 2% to 30.39% of the total genera in regional floras with the highest proportion in northwestern Yunnan, and the ones of East Asian distribution contribute from 2% to 14.57% with the highest proportion in Hengduan Mountains in northwestern Yunnan. 4. In relationship with vegetations of Yunnan, the genera of Tropical Asia, Old world tropics and Tropical Asia to Australia distributions occur mainly in the tropical forests in southern Yunnan; the genera of Pantropical and Tropical Asia to Tropical Africa distributions occur mainly in the vegetations on dry and hot valleys; the genera of North temperate distribution occur mainly in forests on mountains with a cold and wet climate, while the genera of East Asian, East Asian and North America disjunct, and Old world temperate distributions occur mainly in the vegetations of the area with a warm climate. 5. In biogeography, the frequent patterns of the genera of seed plants imply that the "Tanaka line" could also act as a demarcation line between the tropical Asia flora (Indo-Malaysia flora) and East Asia flora in Yunnan; the semi-savanna vegetation in the dry and hot valleys in Yunnan could have floristic affinity to savanna of Africa; the Yunnan geoplate could have clockwise movement by bumping of India plate during the uplift of Himalayas. It is supported that Yunnan should be a region with tropical areas as the horizontal base because almost all areas of lower elevation are tropical in nature regardless of their latitudinal location.

Key words: Seed plants; Geographical elements; Distribution patterns; Tanaka line; Yunnan

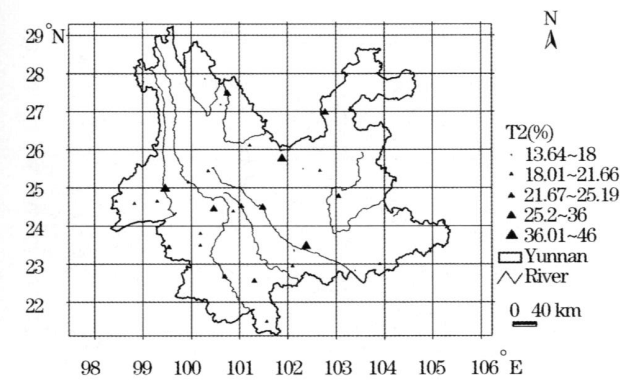


图 1 全热带分布属多度分布
Fig.1 Abundance pattern of the genera of
Pantropical distribution

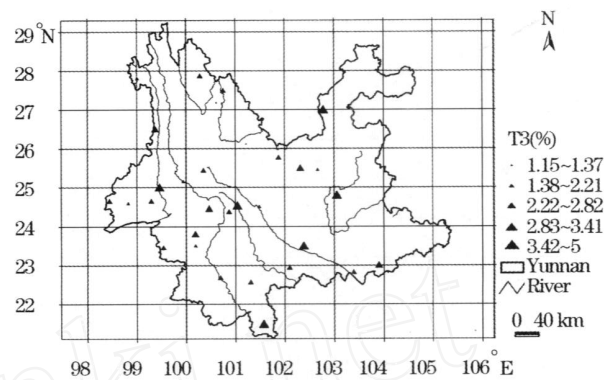


图 2 热带亚洲至热带美洲间断分布属多度分布
Fig.2 Abundance pattern of the genera of Tropical
Asia and Tropical America disjunct distribution

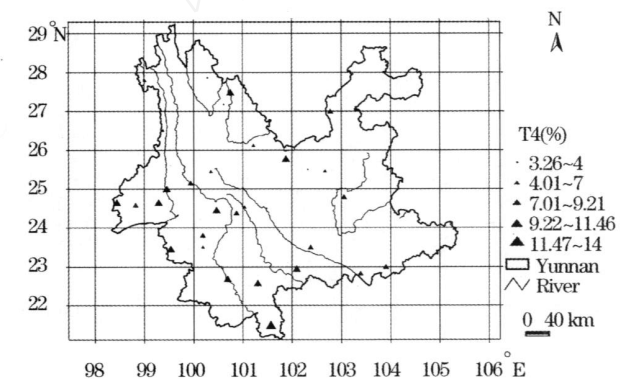


图 3 旧世界热带分布属多度分布
Fig.3 Abundance pattern of the genera of Old
World Tropical distribution

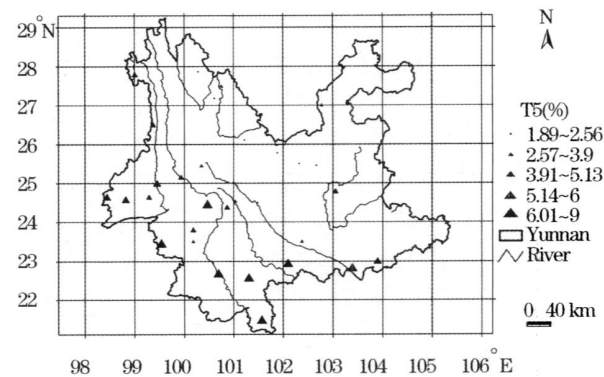


图 4 热带亚洲至热带大洋洲分布属多度分布
Fig.4 Abundance pattern of the genera of Tropical
Asia to Tropical Australia distribution

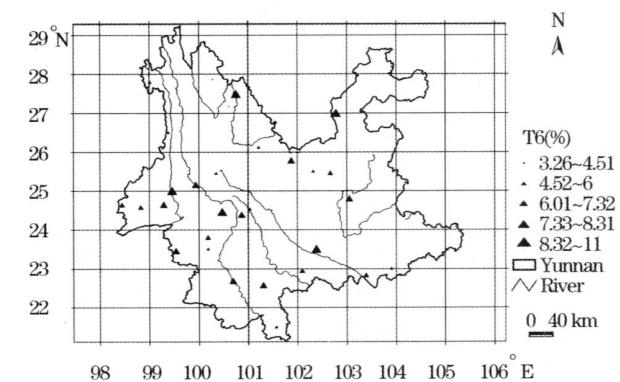


图 5 热带亚洲至热带非洲分布属多度分布
Fig.5 Abundance pattern of the genera of Tropical
Asia to Tropical Africa distribution

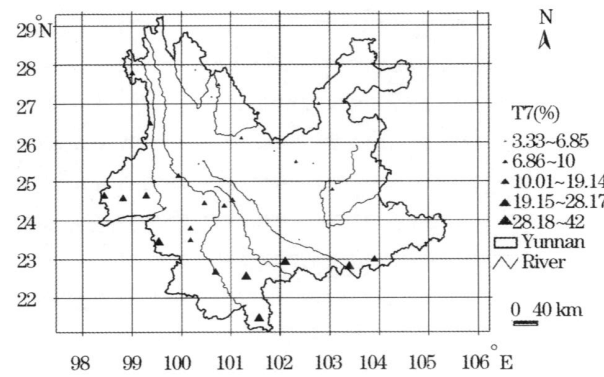


图 6 热带亚洲分布属多度分布
Fig.6 Abundance pattern of the genera of Tropical
Asia distributionP

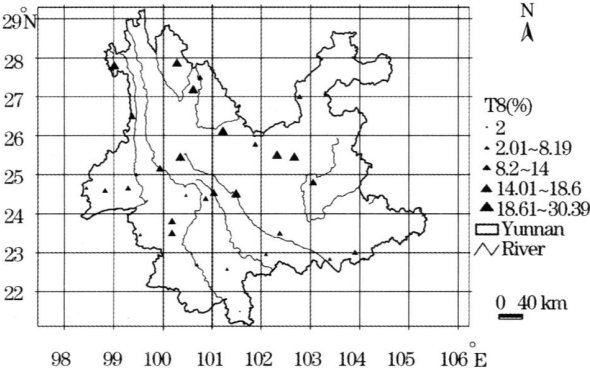


图 7 北温带分布属多度分布

Fig. 7 Abundance pattern of the genera of North Temperate distribution

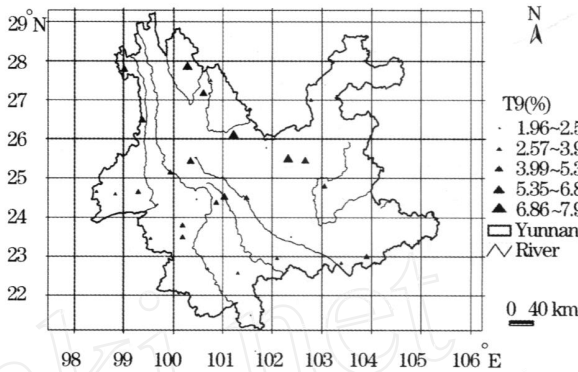


图 8 东亚和北美洲间断分布属多度分布

Fig. 8 Abundance pattern of the genera of East Asia and North America disjunct distribution

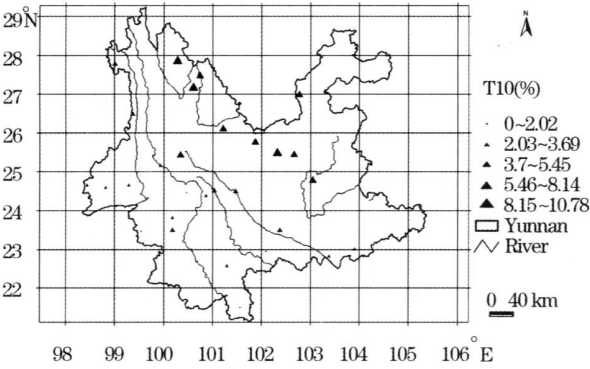


图 9 旧世界温带分布属多度分布

Fig. 9 Abundance pattern of the genera of Old World Temperate distribution

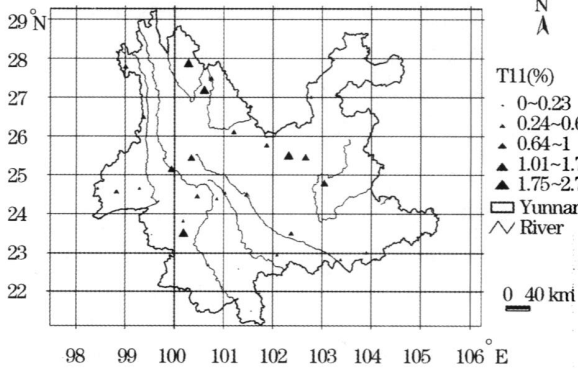


图 10 温带亚洲分布属多度分布

Fig. 10 Abundance pattern of the genera of Temperate Asia distribution

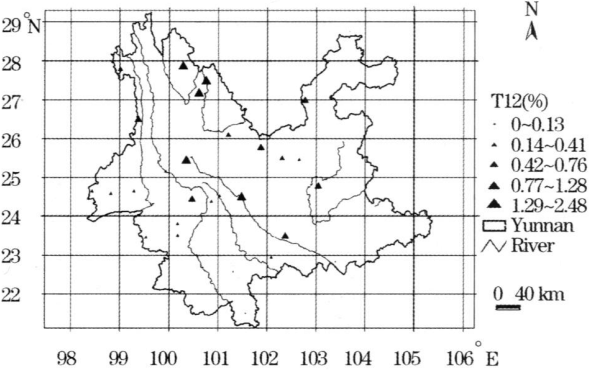


图 11 地中海区、西亚至中亚分布属多度分布

Fig. 11 Abundance pattern of the genera of Mediterranean, West Asia to Central Asia distribution

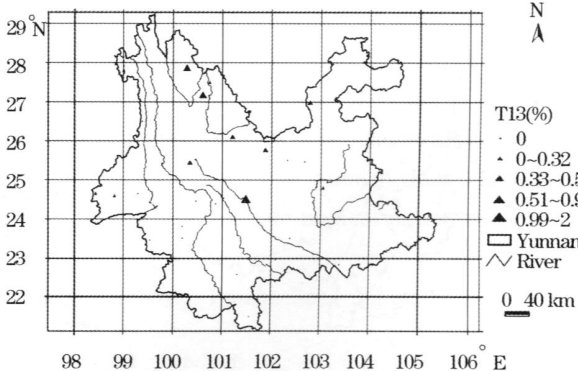


图 12 中亚分布属多度分布

Fig. 12 Abundance pattern of the genera of Central Asia distribution

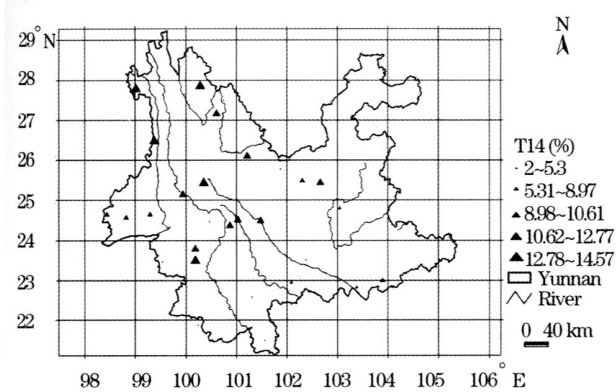


图 13 东亚分布属多度分布
Fig. 13 Abundance pattern of the genera of East Asia distribution

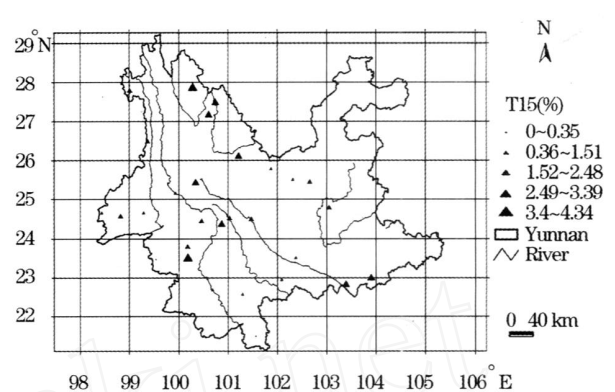


图 14 中国特有分布属多度分布
Fig. 14 Abundance pattern of the genera of Chinese Endemic distribution

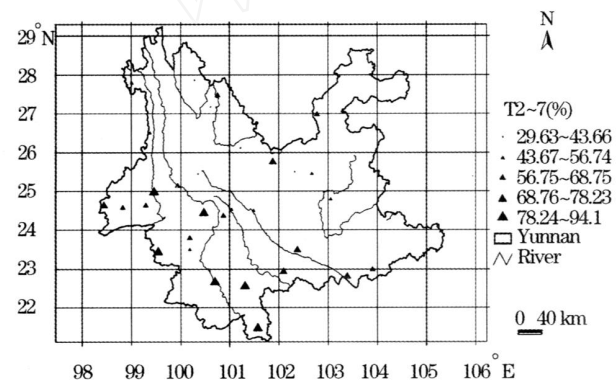


图 15 热带分布属合计多度分布
Fig. 15 Abundance pattern of the genera of Tropical distributions combined

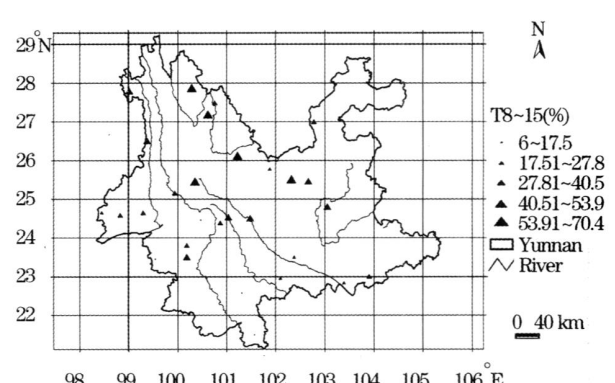


图 16 温带分布属合计多度分布
Fig. 16 Abundance pattern of the genera of Temperate distributions combined

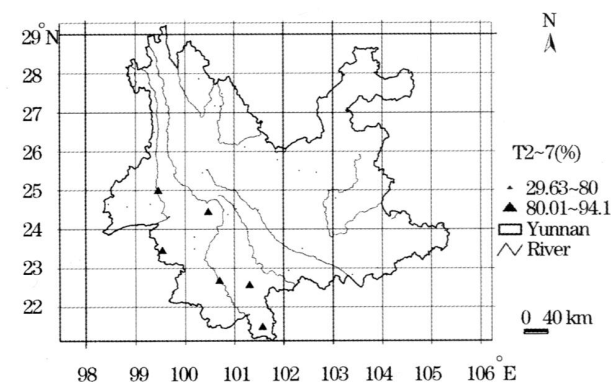


图 17 热带分布属合计占 80% 以上多度分布
Fig. 17 Abundance pattern of the genera of Tropical distributions combined (Two classes with arbitrary break at proportion of 80% of the total genera)

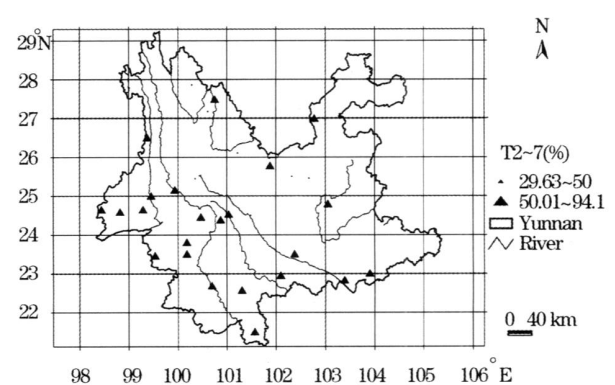


图 18 热带分布属合计占 50% 以上多度分布
Fig. 18 Abundance pattern of the genera of Tropical distributions combined (Two classes with arbitrary break at proportion of 50% of the total genera)