

哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的物种多样性 及其与支柱木的关系*

袁春明^{1,2,3} 刘文耀^{1,4} 杨国平¹ 李小双^{1,5}

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园 昆明 650223 ; 2. 国家林业局云南珍稀濒危特森林植物保护和繁育实验室
云南省森林植物培育与利用重点实验室 昆明 650204 ; 3. 云南省林业科学院 昆明 650204 ;
4. 澳大利亚科廷理工大学 珀斯 6845 ; 5. 中国科学院研究生院 北京 100049)

摘 要 : 分别在哀牢山湿性常绿阔叶林沟谷和坡面调查了 10 个 20 m × 50 m 的样地 , 研究哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的物种多样性及其与支柱木的关系。结果表明 : 研究区共记录到 DBH ≥ 1 cm 的木质藤本植物 402 株(隶属于 23 种 21 属 16 科) 和 DBH ≥ 10 cm 的林木 1 522 株(隶属于 47 种 30 属 15 科) ; 与其他亚热带森林比较 , 该森林中木质藤本植物物种较为丰富但多度较低 ; 藤本植物的物种丰富度、密度和基面积在沟谷显著高于坡面 , 而林木的差异性不显著 ; 木质藤本植物在支柱木上呈集群分布 , 并且不同种支柱木被藤本植物攀援的百分比间存在显著的差异($P < 0.001$) , 说明藤本植物的攀援对支柱木具有选择性 ; 云南越桔、薄叶马银花和景东冬青等树种因其树皮光滑而不易被藤本植物攀援 , 而腾冲栲、七裂槭、山矾和多花山矾等则易于被藤本植物攀援 ; 大径级支柱木被藤本植物攀援的比率高于小径级支柱木 ; 茎缠绕和钩刺攀援藤本的胸径与支柱木胸径极显著相关($P < 0.001$) , 根攀援和卷须攀援藤本的胸径与支柱木胸径相关性不显著($P > 0.05$) 。

关键词 : 木质藤本植物 ; 物种多样性 ; 寄主林木关系 ; 亚热带湿性常绿阔叶林 ; 哀牢山

中图分类号 : S718.5 文献标识码 : A 文章编号 : 1001 - 7488(2010) 01 - 0015 - 08

Liana Species Diversity and Relationships with Its Host Trees in the Moist Evergreen Broad-Leaved Forest in the Ailao Mountains , Southwest China

Yuan Chunming^{1,2,3} Liu Wenyao^{1,4} Yang Guoping¹ Li Xiaoshuang^{1,5}

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden , Chinese Academy of Sciences Kunming 650223 ; 2. Yunnan Laboratory for Conservation of the Rare , Endangered and Endemic Forest Plants of State Forestry Administration Yunnan Key Laboratory for Forest Plant Cultivation and Utilization Kunming 650204 ; 3. Yunnan Academy of Forestry Kunming 650204 ; 4. Curtin University of Technology , Australia Perth WA 6845 ; 5. Graduate University of Chinese Academy of Sciences Beijing 100049)

Abstract : Lianas (woody vines) and the host trees were investigated in ten 20 m × 50 m sample plots which were set respectively in valleys and hillslopes in the moist evergreen broad-leaved forest in the Ailao mountains , SW China. In total , we recorded 402 climbing lianas DBH ≥ 1 cm , representing 23 species in 21 genera and 16 families , and 1 522 host trees DBH ≥ 10 cm , belonging to 47 species in 30 genera and 15 families. Compared to other subtropical forests , the lianas in the studied forest were rich in species , but low in abundance. The species richness , abundance and basal area of lianas were significantly higher in valley than in hillslope sites , whereas host-trees did not differ significantly between the two sites. Lianas had a clumped distribution on trees , and there was a significant difference in the percentage of liana climbing among different host tree species ($P < 0.001$) , suggesting that lianas have some host selectivity. Those trees with smooth bark , such as *Vaccinium duclouxii* , *Rhododendron leptothrium* and *Ilex gintungensis* , were less likely to host lianas , while some trees with rough or slightly rough bark , such as *Castanopsis wattii* , *Acer heptalobum* , *Symplocos sumuntia* and *S. ramosissima* , were more likely to carry lianas than other tree species. The ratio of trees with lianas was higher in large size-class trees than in small size-classes. There were significant correlations between the DBH of stem twiners , hook climbers and the DBH of host trees ($P < 0.001$) , while there were no significant correlations between the

收稿日期 : 2008 - 10 - 27。

基金项目 : 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-066-03) ; 国家自然科学基金项目(30470305) 和中国科学院“百人计划”项目(BRJH2002098) 。

* 刘文耀为通讯作者。

DBH of root, tendril climbers and host trees ($P > 0.05$).

Key words: lianas; species diversity; host relations; subtropical moist evergreen broad-leaved forest; Ailao Mountains

在热带森林中,木质藤本植物物种丰富度通常占木本植物物种丰富度的25%左右,最高可达44%(Schnitzer *et al.*, 2002)。尽管目前人们已经认识到木质藤本植物是森林群落的重要组分,它们在森林结构、生物多样性、更新、动态和生态系统过程等方面具有重要作用(Putz *et al.*, 1991; Schnitzer *et al.*, 2002; Perez-Salicrup *et al.*, 2004),然而,在大多数森林中关于木质藤本植物生态学方面的研究并不多(Schnitzer *et al.*, 2002; Mascaro *et al.*, 2004)。

在国内,曲仲湘(1964)较早地探讨了缠绕性木质藤本与森林群落发展之间的关系,之后的研究则主要集中于木质藤本植物的区系、攀援行为和多样性等方面(蔡永立等, 2000; 2005; 张玉武等, 2001; 颜立红等, 2007a; 陈亚军等, 2008; Zhu, 2008; Yuan *et al.*, 2009),而对木质藤本植物与支柱木关系的研究较少(颜立红等, 2007b)。本研究调查哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的物种组成与多样性,分析木质藤本植物与支柱木的关系,以期为生物多样性的保护和森林生态系统的经营管理提供科学依据。

1 研究区概况

研究区位于云南哀牢山国家级自然保护区的徐家坝地区(100°54′—100°30′E, 23°35′—24°44′N),海拔2 000 ~ 2 650 m。年平均气温11.3 °C,年均降水量1 931.1 mm,其中雨季(5—10月)占年降水量的85%,年蒸发量1 485.9 mm(邱学忠等, 1998)。研究区属典型的山地季风气候,土壤为山地黄棕壤。原生的湿性常绿阔叶林是该地区的主要森林植被类型。组成该森林冠层的优势树种主要有木果柯(*Lithocarpus xylocarpus*)、变色锥(*Castanopsis rufescens*)、硬壳柯(*Lithocarpus hancei*)和南洋木荷(*Schima noronhae*)等。乔木层高20 ~ 25 m,盖度达90%以上,林相完整、外貌常绿。林内附生植物、藤本植物较多,是该湿性常绿阔叶林的重要特征之一(金振洲, 1983)。

2 研究方法

在湿性常绿阔叶林的坡面和沟谷地段各设置10个20 m × 50 m的样地。测定每个样地内直径≥1 cm和高≥2 m的木质藤本植物的胸径(距地

1.3 m高处),并记录其物种、攀援类型和株数,同时记录被木质藤本植物攀援的支柱木的物种、株数、DBH和树皮粗糙度(分为粗糙、微粗糙和光滑3种)(Campbell *et al.*, 1993)。在野外观测的基础上,依据藤本植物攀援器官和攀援方式的不同,参考Putz(1984)的划分方法,将所调查到的藤本植物分为茎缠绕、卷须攀援、根攀援、钩刺攀援和依附攀援5种类型。同时,对样地内直径≥10 cm的林木进行每木检尺,记录树种、DBH、树皮粗糙度、是否被木质藤本攀援。支柱木上有木质藤本攀援时,记录下木质藤本植物的种类、DBH、株数和攀援类型。

木质藤本植物与林木的物种丰富度、密度和基面积在沟谷和坡面样地间的差异性采用单因素方差分析(ANOVA)的方法检验。物种重要值为相对多度与相对显著度之和。木质藤本植物在支柱木上的分布格局采用方差/均值比法测定,并与期望的Poisson分布比较。不同支柱木物种、不同树皮粗糙度和不同大小径级支柱木被木质藤本植物攀援的比率间的差异性采用卡方检验,不同攀援类型木质藤本的胸径与支柱木胸径的相关关系采用回归分析的方法。上述统计分析均在SPSS 13.0中完成。

3 结果与分析

3.1 木质藤本植物和林木的物种组成与多样性

在哀牢山湿性常绿阔叶林的沟谷和坡面样地中调查到的DBH ≥ 1 cm的木质藤本植物分别有350和52株,它们隶属于23种21属16科(表1),DBH ≥ 2 cm的木质藤本植物共330株,隶属于16种16属13科。最重要的木质藤本植物物种为常绿蔷薇(*Rosa longicuspis*),其次为三叶爬山虎(*Parthenocissus himalayana*)、南蛇藤(*Celastrus angulatus*)和山羊桃(*Actinidia callosa*)等。藤本植物的物种丰富度、密度和基面积(均值 ± SD)在沟谷显著高于坡面(物种丰富度:坡面为(2.9 ± 1.6)种 · hm⁻²,沟谷为(8.2 ± 3.7)种 · hm⁻², $F_{1,18} = 17.50$, $P = 0.001$;密度:坡面为(52 ± 34.3)株 · hm⁻²,沟谷为(350 ± 239.0)株 · hm⁻², $F_{1,18} = 15.2$, $P = 0.001$;基面积:坡面为(1 689.5 ± 1 364.6) cm² · hm⁻²,沟谷为(10 259.6 ± 4 953.7) cm² · hm⁻², $F_{1,18} = 27.8$, $P < 0.001$)。

表 1 哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的物种组成、密度和重要值
Tab. 1 Species composition, density and importance value of lianas in the moist evergreen broad-leaved forest in Ailao Mountains

物种 Species	科 Family	攀援类型 Climbing type	密度 Density / (individual · hm ⁻²)		基面积 Basal area/cm ²	重要值 Importance value
			坡面 Hillslope	沟谷 Valley		
常绿蔷薇 <i>Rosa longicuspis</i>	Rosaceae	钩刺攀援 Hook climbing	15	66	3 468. 85	49. 18
三叶爬山虎 <i>Parthenocissus himalayana</i>	Vitaceae	根攀援 Root climbing	7	54	1 549. 27	28. 14
南蛇藤 <i>Celastrus angulatus</i>	Celastraceae	茎缠绕 Stem twinning	12	25	1 978. 56	25. 76
山羊桃 <i>Actinidia callosa</i>	Actinidiaceae	茎缠绕 Stem twinning	3	48	1 300. 20	23. 57
圆锥悬钩子 <i>Rubus paniculatus</i>	Rosaceae	钩刺攀援 Hook climbing	1	33	526. 90	12. 87
五风藤 <i>Holboellia latifolia</i>	Lardizabalaceae	茎缠绕 Stem twinning	7	18	741. 31	12. 42
冷饭团 <i>Kadsura coccinea</i>	Schisandraceae	茎缠绕 Stem twinning	0	22	787. 70	12. 07
香花崖豆藤 <i>Millettia dielsiana</i>	Papilionaceae	茎缠绕 Stem twinning	0	10	616. 95	7. 65
石宝茶藤 <i>Euonymus vegans</i>	Celastraceae	根攀援 Root climbing	2	20	194. 48	7. 10
密花胡颓子 <i>Elaeagnus conferta</i>	Elaeagnaceae	钩刺攀援 Hook climbing	0	6	387. 52	4. 74
高山花椒 <i>Zanthoxylum alpinum</i>	Rutaceae	钩刺攀援 Hook climbing	2	14	56. 69	4. 46
云南清风藤 <i>Sabia yunnanensis</i>	Sabiaceae	茎缠绕 Stem twinning	0	9	114. 48	3. 20
冠盖绣球 <i>Hydrangea anomala</i>	Saxifragaceae	根攀援 Root climbing	0	8	63. 78	2. 52
圆头牛奶菜 <i>Marsdenia oreophila</i>	Asclepiadaceae	茎缠绕 Stem twinning	0	5	111. 89	2. 18
短柱肖拔葵 <i>Heterosmilax yunnanensis</i>	Smilacaceae	卷须攀援 Tendril climbing	2	2	4. 59	1. 03
毛狭叶崖爬藤 <i>Tetrastigma obtectum</i>	Vitaceae	卷须攀援 Tendril climbing	0	2	1. 58	0. 51
柳叶蓬莱葛 <i>Gardneria lanceolata</i>	Loganiaceae	茎缠绕 Stem twinning	0	2	1. 92	0. 51
红毛悬钩子 <i>Rubus pinfaensis</i>	Rosaceae	钩刺攀援 Hook climbing	0	2	1. 92	0. 51
钻地风 <i>Schizophragma integrifolium</i>	Saxifragaceae	根攀援 Root climbing	0	1	29. 21	0. 49
丛林素馨 <i>Jasminum duclouxii</i>	Oleaceae	茎缠绕 Stem twinning	1	0	6. 15	0. 30
云南旌节花 <i>Stachyurus yunnanensis</i>	Stachyuraceae	依附攀援 Scrambling	0	1	2. 27	0. 27
粗糙拔葵 <i>Smilax lebrunii</i>	Smilacaceae	卷须攀援 Tendril climbing	0	1	1. 77	0. 26
川西尾叶素馨 <i>Jasminum urophyllum</i>	Oleaceae	茎缠绕 Stem twinning	0	1	1. 13	0. 26

在沟谷和坡面样地中调查到的 DBH ≥ 10 cm 的林木分别有 713 和 809 株, 这 1 522 株林木隶属于 47 种 30 属 15 科(表 2)。最重要的物种是变色锥(*Castanopsis rufescens*), 其次是硬壳柯(*Lithocarpus hancei*)、木果柯(*Lithocarpus xylocarpus*)、南洋木荷(*Schima noronhae*)、云南越桔(*Vaccinium duclouxii*)和珊瑚冬青(*Ilex coralline*)等。林木的物种丰富度、密度和基面积(均值 ± SD)在沟谷和坡面样地中的差异性不显著(物种丰富度:坡面为(17.4 ± 3.5)种·hm⁻²,沟谷为(19.2 ± 4.3)种·hm⁻², $F_{1,18} = 1.0, P = 0.321$; 密度:坡面为(809 ± 196.6)株·hm⁻²,沟谷为(713 ± 194.3)株·hm⁻², $F_{1,18} = 1.2, P = 0.287$; 基面积:坡面为(516 208.3 ± 69 703.1) cm²·hm⁻²,沟谷为(576 356.1 ± 120 928.0) cm²·hm⁻², $F_{1,18} = 1.857, P = 0.190$)。

3.2 藤本植物在支柱木上的分布格局

在坡面和沟谷样地的 809 和 713 株林木中, 分别有 61 和 260 株林木被木质藤本植物攀援, 攀援的比率分别为 7.54% 和 36.47%。全部样地中, 每株支柱木上攀援有 0~9 株木质藤本植物(表 3)。记录到有藤本植物攀援的支柱木中, 攀援有 1 株木

质藤本植物的支柱木最多, 有 211 株, 占林木总株数的 13.96%, 攀援有 2 株木质藤本植物的支柱木有 64 株, 占林木总株数的 4.20%, 攀援有 3 株及以上木质藤本植物的支柱木有 49 株, 占林木总株数的 3.22%。没有被木质藤本植物攀援的林木有 1 187 株, 占林木总株数的 77.40%。观测到的藤本植物在支柱木上的分布与期望的 Poisson 分布不同(表 3), 没有被木质藤本植物攀援的林木和攀援有 3 株及以上木质藤本植物的支柱木的株数比期望分布的株数要多, 其方差与平均值的比率为 2.14 > 1, 说明木质藤本植物在支柱木上的分布为集群分布。

3.3 主要支柱木物种被木质藤本植物攀援的百分比

在全部样地中, ≥ 30 株的林木物种间, 被木质藤本植物攀援的百分比存在显著差异($\chi^2 = 49.31, df = 17, P < 0.001$)。云南越桔(*Vaccinium duclouxii*)、薄叶马银花(*Rhododendron leptothrium*)和景东冬青(*Ilex gintangensis*)被木质藤本植物攀援的百分比比较低, 而变色锥(*Castanopsis rufescens*)、七裂槭(*Acer heptalobum*)、山矾(*Symplocos sumuntia*)和

多花山矾(*S. ramosissima*)等物种被木质藤本植物攀援的百分比较高(表 4)。

表 2 哀牢山湿性常绿阔叶林林木的物种组成、密度和重要值

Tab. 2 Species composition, density and importance values of host trees in the moist evergreen broad-leaved forest in Ailao Mountains

物种 Species	科 Family	树皮粗糙度 Bark roughness	密度 Density / (individual · hm ⁻²)		基面积 Basal area/cm ²	重要值 Importance value
			坡面 Hillslope	沟谷 Valley		
变色锥 <i>Castanopsis rufescens</i>	Fagaceae	粗糙 Rough	68	67	202 134.13	27.37
硬壳柯 <i>Lithocarpus hancei</i>	Fagaceae	微粗糙 Slightly rough	45	78	141 685.77	21.05
木果柯 <i>Lithocarpus xylocarpus</i>	Fagaceae	微粗糙 Slightly rough	77	26	141 614.73	19.73
南洋木荷 <i>Schima noronhae</i>	Theaceae	微粗糙 Slightly rough	66	43	125 340.93	18.63
云南越桔 <i>Vaccinium duclouxii</i>	Vacciniaceae	光滑 Smooth	92	31	22 332.98	10.13
珊瑚冬青 <i>Ilex coralline</i>	Aquifoliaceae	微粗糙 Slightly rough	53	22	56 118.44	10.06
黄心树 <i>Machilus bombycina</i>	Lauraceae	微粗糙 Slightly rough	53	21	46 529.23	9.12
七裂槭 <i>Acer heptalobum</i>	Aceraceae	粗糙 Rough	2	61	36 188.54	7.45
折柄茶 <i>Hartia sinensis</i>	Theaceae	粗糙 Rough	46	17	34 176.90	7.27
大花八角 <i>Illicium macranthum</i>	Illiciaceae	微粗糙 Slightly rough	24	49	25 014.36	7.09
薄叶马银花 <i>Rhododendron leptothrium</i>	Ericaceae	光滑 Smooth	69	14	12 571.10	6.60
滇润楠 <i>Machilus yunnanensis</i>	Lauraceae	微粗糙 Slightly rough	28	29	26 752.94	6.19
红花木莲 <i>Manglietia insignis</i>	Magnoliaceae	微粗糙 Slightly rough	24	23	26 576.88	5.52
山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	Symplocaceae	微粗糙 Slightly rough	4	37	15 789.65	4.14
南亚枇杷 <i>Eriobotrya bengalensis</i>	Rosaceae	微粗糙 Slightly rough	30	14	12 227.71	4.01
珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	Ericaceae	微粗糙 Slightly rough	17	14	18 325.00	3.71
长尾青冈 <i>Cyclobalanopsis stewardiana</i>	Fagaceae	光滑 Smooth	13	7	22 230.80	3.35
多花山矾 <i>Symplocos ramosissima</i>	Symplocaceae	微粗糙 Slightly rough	5	25	7 389.33	2.65
景东冬青 <i>Ilex gintungensis</i>	Aquifoliaceae	光滑 Smooth	13	19	5 783.19	2.63
吴茱萸叶五加 <i>Acanthopanax evodiaefolius</i>	Araliaceae	粗糙 Rough	1	11	16 783.82	2.33
多果新木姜子 <i>Neolitsea polycarpa</i>	Lauraceae	粗糙 Rough	12	3	11 612.27	2.05
薄叶山矾 <i>Symplocos anomala</i>	Symplocaceae	微粗糙 Slightly rough	7	12	4 401.55	1.65
山青木 <i>Meliosma kirkii</i>	Sabiaceae	微粗糙 Slightly rough	1	7	10 567.63	1.49
瓦山安息香 <i>Styrax perkinsiae</i>	Styracaceae	光滑 Smooth	6	8	4 523.91	1.33
黄丹木姜子 <i>Litsea elongata</i>	Lauraceae	微粗糙 Slightly rough	4	12	2 707.53	1.30
波叶稠李 <i>Prunus undulata</i>	Rosaceae	微粗糙 Slightly rough	4	6	4 671.97	1.09
鸭公树 <i>Neolitsea chuii</i>	Lauraceae	微粗糙 Slightly rough	2	5	6 809.74	1.08
川冬青 <i>Ilex szechwanensis</i>	Aquifoliaceae	光滑 Smooth	9	0	5 023.02	1.05
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	Theaceae	光滑 Smooth	2	9	2 873.07	0.99
山樱花 <i>Prunus conradinae</i>	Rosaceae	光滑 Smooth	0	4	7 265.16	0.93
顺宁厚叶柯 <i>Lithocarpus pachyphyllus</i>	Fagaceae	粗糙 Rough	6	3	3 092.60	0.87
红河冬青 <i>Ilex manneiensis</i>	Aquifoliaceae	光滑 Smooth	5	3	3 278.68	0.83
景东柃 <i>Eurya jintungensis</i>	Theaceae	光滑 Smooth	3	7	1 592.11	0.80
多花含笑 <i>Michelia floribunda</i>	Magnoliaceae	光滑 Smooth	6	1	2 984.71	0.73
紫药女贞 <i>Ligustrum delavayanum</i>	Oleaceae	微粗糙 Slightly rough	0	7	2 961.55	0.73
宿鳞稠李 <i>Padus perulata</i>	Rosaceae	微粗糙 Slightly rough	0	1	6 644.24	0.67
毛细果冬青 <i>Ilex micrococca</i>	Aquifoliaceae	光滑 Smooth	3	1	3 382.70	0.57
瑞丽鹅掌柴 <i>Schefflera shweliensis</i>	Araliaceae	微粗糙 Slightly rough	0	3	3 377.28	0.51
臀果木 <i>Pygeum topengii</i>	Rosaceae	微粗糙 Slightly rough	5	1	1 160.46	0.50
鼠李叶花楸 <i>Sorbus rhamnoides</i>	Rosaceae	微粗糙 Slightly rough	0	2	3 780.76	0.48
小花山茶 <i>Camellia forrestii</i>	Theaceae	微粗糙 Slightly rough	1	5	609.60	0.45
毛序花楸 <i>Sorbus keissleri</i>	Rosaceae	粗糙 Rough	0	1	1 589.63	0.21
柳叶润楠 <i>Machilus salicina</i>	Lauraceae	微粗糙 Slightly rough	2	0	697.75	0.20
云南柃 <i>Eurya obliquifolia</i>	Theaceae	光滑 Smooth	0	2	528.69	0.18
大白花杜鹃 <i>Rhododendron decorum</i>	Ericaceae	粗糙 Rough	1	0	651.11	0.13
露珠杜鹃 <i>Rhododendron irroratum</i>	Ericaceae	光滑 Smooth	0	1	128.61	0.08
丛花山矾 <i>Symplocos poilanei</i>	Symplocaceae	微粗糙 Slightly rough	0	1	81.67	0.07

表 3 每株林木上攀援的木质藤本植物株数及其 Poisson 分布

Tab. 3 Number of lianas per host trees and its Poisson distribution

项目 Item	每株林木上攀援的藤本株数 Number of lianas per tree									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
实际林木株数 Number of observed trees	1 198	211	64	23	16	4	3	1	1	1
概率 Probability	0.704	0.248	0.043	0.5×10^{-2}	0.5×10^{-3}	0.3×10^{-4}	0.2×10^{-5}	0.1×10^{-6}		
理论林木株数 Number of expected trees	1 072	376	66	8	1	0	0	0	0	0

3.4 不同粗糙度支柱木被木质藤本植物攀援的百分比

3 种不同树皮粗糙度的支柱木之间,被木质藤本植物攀援的百分比存在显著差异($\chi^2 = 10.36$, $df = 2$, $P = 0.006$)。树皮粗糙的林木被木质藤本植物攀援的百分比最高,为 29.10%;树皮光滑的林木被木质藤本植物攀援的百分比最低,为 8.54%;树皮微粗糙的林木被木质藤本植物攀援的百分比居中,为 23.02%。

3.5 不同径级支柱木被木质藤本植物攀援的百分比

被木质藤本植物攀援的百分比在不同径级支柱木之间的差异显著($\chi^2 = 9.85$, $df = 2$, $P = 0.007$)。随支柱木径级增加,被木质藤本植物攀援的百分比也增加。胸径为 10~25 cm 的林木被攀援的百分比为 14.74%;胸径为 25~50 cm 的林木被攀援的百分比为 27.71%;胸径 > 50 cm 的林木被攀援的百分比为 37.50%。

表 4 主要林木物种被木质藤本植物攀援的百分比

Tab. 4 Percent of liana-climbing for tree species with 30 or more individuals

支柱木物种 Host tree species	株数 Tree number	被攀援的株数 Number of trees with lianas	被攀援的百分比 Percent of trees with lianas
变色锥 <i>Castanopsis rufescens</i>	135	40	29.63
硬壳柯 <i>Lithocarpus hancei</i>	123	30	24.39
云南越桔 <i>Vaccinium duclouxii</i>	123	13	10.57
南洋木荷 <i>Schima noronhae</i>	109	21	19.27
木果柯 <i>Lithocarpus xylocarpus</i>	103	21	20.39
薄叶马银花 <i>Rhododendron leptothrium</i>	83	7	8.43
珊瑚冬青 <i>Ilex corallina</i>	75	15	20.00
黄心树 <i>Machilus bombycina</i>	74	19	25.68
大花八角 <i>Illicium macranthum</i>	73	18	24.66
七裂槭 <i>Acer heptalobum</i>	63	19	30.16
折柄茶 <i>Hartia sinensis</i>	63	16	25.40
滇润楠 <i>Machilus yunnanensis</i>	57	12	21.05
红花木莲 <i>Manglietia insignis</i>	47	9	19.15
南亚枇杷 <i>Eriobotrya bengalensis</i>	44	8	18.18
山矾 <i>Symplocos sumuntia</i>	41	12	29.27
景东冬青 <i>Ilex gantungensis</i>	32	3	9.38
珍珠花 <i>Lyonia ovalifolia</i>	31	6	19.36
多花山矾 <i>Symplocos ramosissima</i>	30	12	40.00
其他 29 种 Other 29 species	216	40	—

3.6 不同攀援类型木质藤本植物的胸径与支柱木胸径的回归分析

茎缠绕和钩刺攀援藤本的胸径与支柱木胸径极显著相关(茎缠绕藤本: $R^2 = 0.2348$, $n = 163$, $P < 0.001$; 钩刺攀援藤本: $R^2 = 0.2299$, $n = 139$, $P < 0.001$); 根攀援和卷须攀援藤本的胸径与支柱木胸径相关性不显著(根攀援藤本: $R^2 = 0.0179$, $n = 92$, $P = 0.204$; 卷须攀援藤本: $R^2 = 0.5418$, $n = 7$, $P = 0.059$) (图 1)。依附攀援类型的藤本只有 1 种, 仅 1 株, 因而没有进行回归分析。

4 结论与讨论

哀牢山湿性常绿阔叶林 20 个样地中共记录到 DBH ≥ 1 cm 的木质藤本植物 402 株, 隶属于 23 种 21 属 16 科; 藤本植物的优势科为蔷薇科 (Rosaceae), 不同于其他热带森林, 如新热带森林为紫葳科 (Bignoniaceae) 和豆科 (Leguminosae), 热带非洲为夹竹桃科 (Apocynaceae) 和豆科 (Leguminosae), 热带亚洲为番荔枝科 (Annonaceae) 和棕榈藤 Palmae (Gentry, 1991)。哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的物种丰富度低于热带低地雨

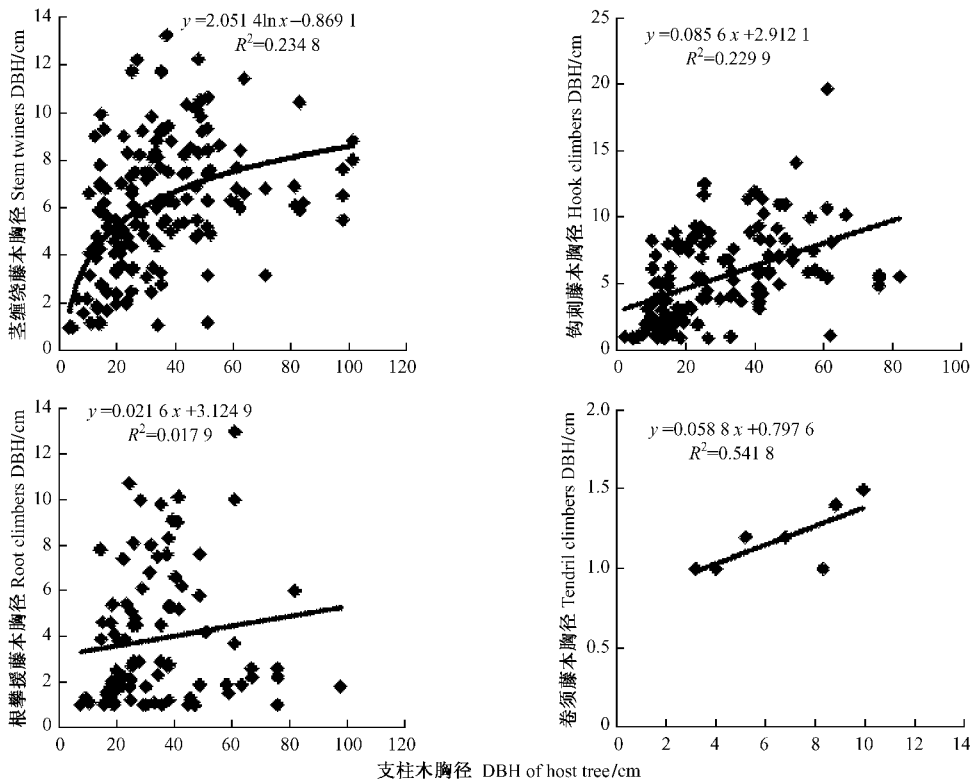


图 1 不同攀援类型藤本植物胸径与支柱木胸径的关系

Fig. 1 Relationships between the DBH of lianas with different climbing types and their host trees

林(39~311种)(Putz *et al.*, 1987; Burnham, 2002; Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002; Putz, 1984; Senbeta *et al.*, 2005), 接近于澳大利亚新南威尔士和印度科罗曼德尔海岸的热带干性森林(24~29种)(Chalmers *et al.*, 1994; Reedy *et al.*, 2003), 高于波多黎各和阿根廷的亚热带森林(Rice *et al.*, 2004; Malizia *et al.*, 2006)。

然而, 哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的多度要远低于波多黎各和阿根廷的亚热带森林(Rice *et al.*, 2004; Malizia *et al.*, 2006)和其他热带低地雨林(Putz *et al.*, 1987; Burnham, 2002; Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002; Putz, 1984; Senbeta *et al.*, 2005)。木质藤本植物的多样性和多度通常受气温、降雨量、降雨季节、土壤(尤其是土壤水分)、地形和干扰状况等非生物因子的影响(Schnitzer *et al.*, 2002; Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002; Schnitzer, 2005)。森林群落的结构(如林冠开度、森林高度、林木径级分布等)也影响到藤本植物在森林中的多度与分布(Putz, 1984; Hegarty *et al.*, 1991; Balfour *et al.*, 1993; Yuan *et al.*, 2009)。哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物多度较低的原因可能是: 1) 该森林较少受到人为干扰, 而森林的干扰能增加藤本植物的多度(Schnitzer *et al.*, 2002); 2) 常绿郁闭林

冠的存在导致林下光照弱、小径级支柱木缺乏, 而这些正是藤本植物定居、生长和生存所必须的(Putz, 1984; Putz *et al.*, 1987; Yuan *et al.*, 2009); 3) 高海拔山地较低的气温条件, 可能影响到藤本植物木质部导管水分的运输, 从而限制了藤本植物的生长和生存(Sperry *et al.*, 1992; Ewers *et al.*, 1991)。

哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物的物种丰富度、密度和基面积在沟谷显著高于坡面。坡面地段森林林冠整齐, 林下光照弱, 而沟谷地段土层深厚, 水分充足, 光照充分, 适合大多数木质藤本植物的定居生长。因此, 沟谷地段是哀牢山湿性常绿阔叶林木质藤本植物分布的主要场所。

木质藤本植物在支柱木上呈集群分布。有些林木因其大小、形态特征等而易于被藤本植物攀援, 一旦攀援了1株藤本植物后, 其他藤本植物更易于攀援(Putz, 1984; Nabe-Nielsen, 2001; Perez-Salicrup *et al.*, 2001)。哀牢山湿性常绿阔叶林中被木质藤本植物攀援的支柱木中, 被1株木质藤本植物攀援的支柱木最为常见, 这一分布格局与印度 Ghats 西部的 Anamalais 热带常绿林(Muthuramkumar *et al.*, 2001)和厄瓜多尔的 Yasuni 国家公园热带低地雨林(Nabe-Nielsen, 2001)相似; 而在玻利维亚亚马逊流域的一个热带低地雨林中, 被2株木质藤本植物

攀援的支柱木最为常见(Perez-Salicrup *et al.* , 2001)。

被木质藤本植物攀援的比率在林木物种间的差异非常明显,表明木质藤本植物对支柱木的攀援具有选择性。一些树种因其树皮光滑而不易被藤本植物攀援,例如云南越桔、薄叶马银花和景东冬青等;有些树种因其树皮比较粗糙而易于被藤本植物攀援,如七裂槭、腾冲栲和多花山矾等。茎缠绕和钩刺攀援类型藤本植物的胸径与支柱木胸径极显著相关,说明这些物种中的小藤本能较好地利用小径的支柱木,而大型藤本则需要大树的支撑。根攀援藤本的胸径与支柱木胸径相关性不显著,说明根攀援类型藤本植物的攀援不受林木大小的限制(Putz , 1984)。本研究中,卷须攀援类型藤本植物的样本数较少($n = 7$),因而得出的“卷须攀援类型藤本的胸径与支柱木胸径的相关性不显著”的结果有待进一步研究。本研究中调查的卷须攀援类型藤本植物的胸径均较小($< 2 \text{ cm}$),其攀援的支柱木的胸径也较小($< 10 \text{ cm}$),这与前人的研究结果是一致的,即卷须攀援类型的藤本植物只能利用较小径级的林木作为支柱木(Putz , 1984)。此外,大径级的林木被藤本植物攀援的比率比小径级的林木高,则是由于大树更能让藤本植物攀援至森林林冠的顶层,从而占居更有利的生存空间;另一方面,也可能是由于大树的生长时间较长,被藤本植物攀援的机会也高。

参 考 文 献

蔡永立,宋永昌. 2000. 中国亚热带东部藤本植物的多样性. 武汉植物研究, 18(5): 15-18.

蔡永立,宋永昌. 2005. 浙江天童常绿阔叶林藤本植物的适应生态学 II. 攀援能力和单株攀援效率. 植物生态学报, 29(3): 386-393.

陈亚军,文 斌. 2008. 滇南勐宋热带山地雨林木质藤本植物多样性研究. 广西植物, 28(1): 67-72.

金振洲. 1983. 论哀牢山徐家坝地区常绿阔叶林的特征和性质 // 吴征镒. 云南哀牢山森林生态系统研究. 昆明: 云南科技出版社, 204-214.

邱学忠,谢寿昌. 1998. 哀牢山森林生态系统研究. 昆明: 云南科技出版社.

曲仲湘. 1964. 我国南方山地森林中缠绕藤本植物的初步观察. 植物生态学与地植物学丛刊, 2(1): 1-9.

颜立红,祁承经. 2007a. 湖南壶瓶山藤本植物多样性研究. 林业科学, 43(6): 20-26.

颜立红,祁承经,刘小雄,等. 2007b. 湖南藤本植物胸径与其支柱木胸径的相关性. 生态学报, 27(10): 4317-4324.

张玉武,杨红萍. 2001. 贵州梵净山国家级自然保护区藤本植物的研究. 武汉植物学研究, 19(4): 269-298.

Balfour D , Bond W. 1993. Factors limiting climber distribution and

abundance in a southern Africa forest. Journal of Ecology , 6 : 93 - 99.

Burnham R J. 2002. Dominance , diversity and distribution of lianas in Yasuni , Ecuador : who is on top. Journal of Tropical Ecology , 18 : 845 - 864.

Campbell E J F , Newbery D. 1993. Ecological relationships between lianas and trees in lowland rain forest in Sabah , East Malaysia. Journal of Tropical Ecology , 9 : 469 - 490.

Chalmers A C , Turner J C. 1994. Climbing plants in relation to their supports in a stand of dry rainforest in the Hunter valley , New South Wales. Proceeding of the Linnean Society , New South Wales , 114 : 73 - 90.

Ewers F W , Fisher J B , Fichtner K. 1991. Water flux and xylem structure in vines // Putz F E , Mooney H A . The biology of vines. Cambridge : Cambridge University Press , 127 - 160.

Gentry A H. 1991. The distribution and evolution of climbing plants // Putz F E , Mooney H A . The biology of vines. Cambridge : Cambridge University Press , 3 - 49.

Hegarty E E , Caballe G. 1991. Distribution and abundance of vines in forest communities // Putz F E , Mooney H A . The biology of vines. Cambridge : Cambridge University Press , 263 - 282.

Ibarra-Manriquez G , Martinez-Ramos M. 2002. Landscape variation of liana communities in a Neotropical rain forest. Plant Ecology , 160 : 91 - 112.

Malizia A , Grau H R. 2006. Liana-host tree associations in a subtropical montane forest of north-western Argentina. Journal of Tropical Ecology , 22 : 331 - 339.

Mascaro J , Schnitzer S A , Carson W P. 2004. Liana diversity , abundance , and mortality in a tropical wet forest in Costa Rica. Forest Ecology and Management , 190 : 3 - 14.

Muthuramkumar S , Parthasarathy N. 2001. Tree-liana relationships in a tropical evergreen forest at Varagalaiar , Anamalais , Western Ghats , India. Journal of Tropical Ecology , 17 : 395 - 409.

Nabe-Nielsen J. 2001. Diversity and distribution of liana in a Neotropical rain forest , Yasuni National Park , Ecuador. Journal of Tropical Ecology , 17 : 1 - 19.

Perez-Salicrup D R , Schnitzer S A , Putz F E. 2004. Community ecology and management of lianas. Forest Ecology and Management , 190 : 1 - 2.

Perez-Salicrup D R , Sork V L , Putz F E. 2001. Lianas and trees in a liana forest of Amazonian Bolivia. Biotropica , 33 : 34 - 47.

Putz F E , Chai P. 1987. Ecological studies on lianas in Lambir National Park , Sarawak , Malaysia. Journal of Ecology , 75 : 523 - 531.

Putz F E , Mooney H A. 1991. The biology of vines. Cambridge : Cambridge University Press.

Putz F E. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island , Panama. Ecology , 65 : 1713 - 1724.

Reedy M S , Parthasarathy N. 2003. Liana diversity and distribution in four tropical dry evergreen forests on the Coromandel coast of south India. Biodiversity and Conservation , 12 : 1609 - 1627.

Rice K , Brokaw N , Thompson J. 2004. Liana abundance in a Puerto Rican forest. Forest Ecology and Management , 190 : 33 - 41.

Schnitzer S A , Bongers F. 2002. The ecology of lianas and their role in

- forests. *Trends in Ecology & Evolution* , 17 : 223 – 230.
- Schnitzer S A. 2005. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist* , 166 : 262 – 276.
- Senbeta F , Schmitt C , Denich M , *et al.* 2005. The diversity and distribution of lianas in the Afromontane rain forests of Ethiopia. *Diversity and Distributions* , 11 (5) : 1 – 10.
- Sperry J S , Sullivan J E M. 1992. Xylem embolism in response to freeze-thaw cycles and water stress in ring-porous , diffuse porous , and conifer species. *Plant Physiology* , 100 : 605 – 613.
- Yuan C M , Liu W Y , Tang C Q , *et al.* 2009. Species composition , diversity and abundance of lianas in different secondary and primary forests in a subtropical mountainous area , SW China. *Ecological Research* , 24 : 1361 – 1370.
- Zhu H. 2008. Species composition and diversity of lianas in tropical forests of southern Yunnan (Xishuangbanna) , south-western China. *Journal of Tropical Forest Science* , 20 : 111 – 122.

(责任编辑 于静娴)