

岷江干旱河谷主要灌丛类型地上生物量研究

刘国华¹, 马克明¹, 傅伯杰¹, 关文彬², 康永祥³, 周建云³, 刘世梁¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心系统生态重点实验室, 北京 100085; 2. 北京林业大学水土保持部级重点实验室, 北京 100083; 3. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘要:灌丛是岷江干旱河谷主要的植被类型,也是该区相对稳定的生态系统类型。基于岷江干旱河谷主要灌丛大量的样地调查和实验,研究了其地上生物量及分布规律。结果表明:(1)该地区的 9 个灌丛的地上生物量存在较大差异,对节刺灌丛的地上生物量最大,达 11554.2 kg·hm⁻²,其次是 子标灌丛和绣线菊灌丛,分别为 7144.7 kg·hm⁻²和 7213.1 kg·hm⁻²,而滇紫草灌丛的平均地上生物量最小,仅为 1407.2 kg·hm⁻²,其余类型介于它们之间,导致这一结果的原因很多,如群落的优势种、物种组成、海拔、坡向、土壤水分等等;(2)灌丛地上生物量都随海拔升高而增加,并呈现出良好的相关性。(3)干旱河谷中土壤水分也随着海拔升高而增加。在干旱河谷过渡区,灌丛地上生物量与土壤水分间呈现很好的相关性;但是,在其核心区,灌丛地上生物量与土壤水分之间的相关性反而不显著。这主要是由于在干旱河谷的低海拔地区,“焚风”作用相对较强,其土壤水分条件较差,灌丛的生长受到抑制,随着海拔的升高,“焚风”作用不断降低,土壤水分条件逐步得到改善,灌丛的生长状况较好。而在干旱河谷核心区“焚风”作用较强,其影响的海拔范围更大,因而,导致土壤水分非常低。由此可见,土壤水分是干旱河谷灌丛植被生长的主要限制因素。此外,低海拔地区灌丛植被受人类干扰活动的频度较大,也是导致其地上生物量低的主要原因之一。

关键词:地上生物量; 灌丛; 岷江; 干旱河谷; 土壤水分

Aboveground biomass of main shrubs in dry valley of Minjiang River

LIU Guo-Hua¹, MA Ke-Ming¹, FU Bo-Jie¹, GUAN Wen-Bin², KANG Yong-Xiang³, ZHOU Jian-Yun³, LIU Shi-Liang

(1. Key Laboratory of System Ecology, Research Center for Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China; 2. Water and Soil Conservation Laboratory of National Forestry Bureau, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Northwestern Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(9): 1757~1764.

Abstract: Biomass is one of major parameters of ecosystem function. Compared with that for forest

基金项目:国家重点基础研究发展规划资助项目(G2000046807, 2002CB412500-03);国家自然科学基金资助项目(40171085);国家“十五”攻关课题资助项目(2001BA606A-01)

吕一河、谢春华、杨荣金、黄奕龙、张育新、黄志霖、吴建安和卢涛等同志参加了野外工作,在此表示感谢!

收稿日期:2002-07-10;修订日期:2003-05-10

作者简介:刘国华(1965~),男,江西宁都人,副研究员,主要从事碳循环、区域生态和土地利用/覆被变化等方面的研究。
Email:ghliu@mail.rcees.ac.cn

Foundation item: State Key Basic Research and Development Plan of China(No. G2000046807), National Natural Science Foundation of China(No. 40171085), and The Tenthfive-year-Plan of China(No. 2001BA606A-01).

Received date: 2002-07-15; **Accepted date:** 2003-05-10

Biography: LIU Guo-Hua, Associate professor, mainly engaged in the study on carbon cycle, regional ecology, and land-use/cover change etc.

ecosystem, little attention has been paid for biomass for shrubs. Shrub, as a main vegetation type, is widely distributed worldwide. In China, due to climate and human activities, there are large areas of shrub ecosystems that play an important role for regional environment protection. Therefore, it is necessary to study shrub biomass.

Shrub is a dominant vegetation type in the dry valley of Minjiang River. It plays vital role for water and soil conservation in this region. In this paper we report shrub aboveground biomass in this area based on field measurement. The results are summarized as follow.

(1) Aboveground biomass was very different among 9 shrub types, ranging from 1470.2 kg · hm⁻² (*Onosma* shrub) to 11554.2 kg · hm⁻² (*Sageretia pycnophylla* shrub). The reasons for such a large difference may include dominant species, species composition, altitude, slope, soil moisture, etc.

(2) Aboveground biomass increased with an increase of altitude; a strong correlation between the aboveground biomass and altitude was especially found in the core section of the valley.

(3) Increased soil moisture along altitudinal gradient might lead to an increase in aboveground biomass in the edge region (sample belt-1). However, this correlation was weak for the core section (sample belt-2), probably due to very low soil moisture in the core region. This suggests that soil moisture is the main limited factor for shrub growth in the valley. Such a pattern of shrub biomass and soil moisture along the altitudinal gradient is likely related with the foehn. In the dry valley, the lower altitude is, the stronger effect of foehn is. Thus, the growth of shrub is always limited at the condition of lower soil moisture. With a rise of altitude, the effect of foehn is weakened, and therefore soil moisture is increased. In the core region of dry valley, the stronger effect of foehn causes a very low soil moisture. This emphasizes that soil moisture is a major limited factor for shrub growth in this area. Furthermore, the frequency of human activity is higher at piedmont. This is also one reason why aboveground biomass is smaller in the lower altitude. The results from this study should provide scientific bases for protection of shrub vegetation and restoration of degraded ecosystems in the dry valley of Minjiang River.

Key words: aboveground biomass; shrub; dry valley; Minjiang River; soil moisture

文章编号:1000-0933(2003)09-1757-08 中图分类号:Q948 文献标识码:A

自 20 世纪 60 年代开始实行国际生物学计划 (IBP) 以来,生态系统生物量和生产力的研究一直是生态学中一个重要的研究方向,并提供了大量的基础数据^[1,2]。进入到 20 世纪 80、90 年代,生物量研究又赋予了新的内容,即与全球碳循环和全球变化紧密地联系起来^[3,4]。然而,这些研究主要集中在森林生态系统中^[1~4],对于其他生态系统类型,尤其是灌木生态系统类型的关注非常少^[5~7]。地球上生态系统类型复杂多样,而作为陆地主要生态系统类型之一的灌丛,既有自然演化形成的类型,也有人类活动干扰而形成的类型,其分布范围从南至北遍布各地,是地球上分布面积最为广泛的陆地生态系统类型之一。由于气候类型的差异以及人类活动的干扰,我国是世界上灌丛面积分布较大的国家之一,而很多地区的灌丛发展成为相对稳定的群落,对于区域生态环境的维护和建设具有重要的作用,因此,对灌丛生物量进行研究十分必要。

1 研究区域概况

研究区域位于四川省茂县石大关和飞虹两乡岷江干流河谷山地,东经 103°41'06"~103°44'27";北纬 31°48'~31°54'55"。该地气候属于干旱河谷气候,年平均温度为 10~11℃左右,≥10℃的年积温为 4071.5℃,年降水量 490mm 左右^[8];研究区由于河谷深切,焚风效应显著,形成干旱谷地气候,按干旱河谷类型划分,属于典型的干温河谷^[9],调查区域分别位于该干温河谷的过度区和核心区。干旱河谷内植被类型主要是以中生性耐旱植物为主的适应干旱河谷气候的干旱灌草植被类型,植物种类大多数具有多刺、多毛、叶小以及肉质特征,以适应干旱环境。主要类型有蕓(*Caryopteris*)灌丛、白刺花(*Sorophora vrcifolia*)灌丛、羊蹄甲(*Bauhinia*)灌丛、川甘亚菊(*Ajanía potaninii*)、对节木(*Sageretia pycnophylla* Schneid)、滇紫

草 (*Onosma*)、山蚂蝗 (*Desmodium*) 等, 草本种类繁多, 有须芒草 (*Miscanthus sinensis* Anderss.)、黄背草 (*Themeda triandra*)、羊齿天门冬 (*Asparagus filicinus* Ham. Ex D. Don)、垫状卷柏 (*Selaginella pulvinata*)、金色狗尾草 (*Setaria glauca* (L.) Beauv.)、三芒草 (*Aristida adscensionis* L.) 和异颖芨芨草 (*Achnatherum inaequiglume* Keng.) 等^[9, 10]; 研究区域内的土壤类型以山地棕壤和山地褐土为主^[11]。

2 研究方法

2.1 样带及样地设计

为更加详细和全面地了解区干旱河谷内主要灌丛类型及其与环境因子的关系, 分别在茂县石大关和飞虹两乡境内沿岷江干流河谷两边山坡的山脚至山顶设置一条 V 型样带, 在样带上沿海拔梯度的间隔并结合不同的灌丛类型, 分别设置了 24 和 12 个样地, 样地面积为 5 m × 5 m。其中, 飞虹乡境内的样带属于干旱河谷核心区, 石大关乡境内的样带为干旱河谷过渡区。在调查中, 对样地内所有的灌木和草本进行测量, 测定的要素有灌木的基径、高度、盖度、株数、冠幅和地上生物量以及草本物种多度、高度和盖度等, 此外, 还测定了海拔、坡度、坡向和土壤水分等环境因子。

2.2 生物量的测定

生物量的调查时间为 8 月下旬, 是当地植物生物量达到最大的时候。由于该区山高坡陡、干旱少雨、土壤瘠薄、环境恶劣, 植被难于恢复, 为了避免使当地经长期演化恢复而相对稳定的植被遭到进一步的破坏, 因此, 生物量的测定采用标准株, 即对样地中每一个灌木物种选取 3~5 株不同径级的标准株, 进行收割, 称量其鲜重, 同时, 测量其基径和高度, 然后取样带回实验室, 在 80℃ 通风干燥箱内烘至恒重, 测定其干重, 按照不同的径级取其平均值, 然后进行群落地上生物量的计算。土壤水分的测定是用便携式土壤水分测定仪 (也称时域反射仪, TDR. 型号: ML2X, 产地: 英国, 精度: ±2%) 测定。

3 结果和讨论

3.1 干旱河谷主要灌丛的群落学特性

通过对 2 条 V 型样带, 共 36 个样地的调查, 结果表明: 岷江干旱河谷的灌木主要有 子栎 (*Quercus coccoferoides*)、马鞍羊蹄甲 (*Bauhinia faberi*)、小花滇紫草 (*Onosma farrerii* Johnst.)、兰花荛 (*Caryopteris incana* Miq.)、粉背黄栌 (*Cotinus coggygria* var. *glaucophylla* C. Y. Wu)、叶底珠 (*Securinega suffruticosa* Rehd.)、圆叶山蚂蝗 (*Desmodium podocarpum* DC.)、美丽胡枝子 (*Lespedeza floribunda* Bunge)、白刺花 (*Sorophora vrcifolia*)、野花椒 (*Zanthoxylum simulans* Hance)、小黄素馨 (*Jasminum humile* Linn.)、美蔷薇 (*Rosa bella* Rehd. et Wils.)、对节刺、翠蓝绣线菊 (*Spiraea henryi* Hemsl.)、白叶荛、三花荛 (*C. terniflora* Maxim.)、杭子梢 (*Campylotropis macrocarpa* (Bge.) Rehd.)、岷江瑞香 (*Daphne penicillata* Rehd.)、黄蔷薇 (*Rosa hugonis* Hemsl.)、铁扫帚 (*Indigofera bungeana* Walp.) 等, 并形成以下几个主要类型。

3.1.1 子栎灌丛 该灌丛类型是 子栎林长期破坏后形成的灌丛类型, 由于受水分条件的限制, 很难恢复成 子栎林。该灌丛分布范围比较窄, 主要分布在干旱河谷过渡区中山地上部阴坡或半阴坡区域, 其海拔范围为 1800~2500m 左右。组成该群落的灌木以 子栎为主, 其他伴生种类随海拔的变化而有所差异, 主要有叶底珠 (*Securinega suffruticosa* Rehd.)、美丽胡枝子 (*Lespedeza formosa* (Vog.) Koehne)、粉背黄栌、美蔷薇、马鞍羊蹄甲、圆菱叶山蚂蝗、荛 (*Caryopteris* spp.)、小花滇紫草、小黄素馨、白刺花 (*Sorophora vrcifolia*)、黄刺玫 (*Rosa xanthina* Lindl.) 和野花椒等, 群落高度为 180~220 cm, 盖度为 56%~63%。群落中草本种类主要有: 唐松草 (*Thalictrum* spp.)、各种蒿 (*Artemisia* spp.)、须芒草 (*Miscanthus sinensis* Anderss.)、毛叶荩草 (*Arthraxon prionodes* (Steud.) Dandy)、野青茅 (*Deyeuxia arundinacea* (L.) Beauv.)、小苜蓿 (*Medicago minima* Grufb.)、瓜子金 (*Polygala japonica* Houtt.)、绵枣儿 (*Scilla scilloides* Lindl.)、四川千里光 (*Senecio setchuensis* Franch.)、四脉金茅 (*Eulalia quadrinervis* (Hack.) Kuntze)、马尾柴胡 (*Bupleurum microcephalum* Diels) 以及金色狗尾草 (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) 等, 草本层的高度为 100~120 cm, 盖度为 30%~60%。

3.1.2 荛 该灌丛类型是该地区典型的干旱河谷灌丛, 主要分布在干旱河谷核心地带海拔 1800~2100m 的阳坡、半阳坡和半阴坡。在不同的地方和海拔, 组成该灌丛的主要种类分别有兰花荛、香荛 (*C. odorata* (D.

Don)B. L. R. L. Robinson)和三花莼等,其它伴生种类有:小花滇紫草、小马鞍羊蹄甲、小黄素馨、白刺花、甘肃瑞香、黄蔷薇等,群落高度为 80~100 cm,盖度为 20%~65%。群落中草本种类主要为阴地蒿(*Artemisia sylvatica* Maxim.)、歧茎蒿(*A. igniaria* Maxim.)、大籽蒿(*A. sieversiana* Willd.)、毛叶荩草、四脉金茅、金色狗尾草、野荞麦(*Fagopyrum gracilipes*(Hemsl.)Dandy)、四川香茶菜(*Isodon setschwanensis*)、四川千里光(*Senecio setchuensis* Franch.)等。草本层高度 60~95 cm,盖度变化幅度较大,在 41%~85%之间。

3.1.3 滇紫草(*Onosma* spp.)灌丛 该灌丛是岷江干旱河谷主要类型之一,主要分布在海拔 1700~2200m 的山坡上,组成灌丛的种类以小花滇紫草为主,其他伴生种类有小马鞍羊蹄甲、兰花荩、白刺花等,群落高度为 40~50 cm,盖度为 25%~45%,群落中草本层的种类主要有黄背草(*Themeda triandra*)、灰枝紫菀(*Aster poliothamnus* Diels.)、小舌紫菀(*A. albescens*(DC.)Hand.-Mazz.)、黄茅(*Heteropogon contortus*)、疏花早熟禾(*Poa chalarantha*)、毛叶荩草(*Arthraxon prionodes*(Steuda.)Dandy)、猪毛菜(*Salsola collina* Pall.)等,草本层高度为 30~40,盖度为 60%~80%。

3.1.4 羊蹄甲(*Bauhinia* spp.)灌丛 该灌丛在干旱河谷主要分布在海拔 1800~2200m 的阳坡和半阳坡上,组成群落的优势种以小马鞍羊蹄甲为主,其他伴生种类有美丽胡枝子、粉背黄栌、白刺花、兰花荩、圆萼叶山蚂蝗(*Desmodium podocarpum* DC.)等,群落高度一般为 150~200 cm,盖度为 55%~65%;群落中草本植物主要有野荞麦(*Fagopyrum gracilipes*(Hemsl.)Dammer)、毛叶荩草、羊齿天门冬(*Asparagus filicinus* Ham. Ex D. Don)、金色狗尾草(*Setaria glauca*(L.)Beauv.)、各种蒿、瓜子金(*Polygala japonica* Houtt.)、四脉金茅(*Eulalia quadrinervis*(Hack.)Kuntze)及松潘拉藤(*Galium sungpanense* Cuf.)等,草本层高度为 100~120 cm 左右,盖度为 20%~25%。

3.1.5 川甘亚菊(*Ajania potaninii*)灌丛 该灌丛是岷江干旱河谷主要的灌丛类型,分布面积较大,常分布在干旱河谷 1500~2000m 左右的阳坡或半阳坡,由黄花亚菊组成灌丛单优势种,或与胡枝子(*Lespedeza* spp.)、荩(*Caryopteris* spp.)、小花滇紫草等组成两种或多种优势种群落。灌丛中主要伴生种类还有白刺花、小马鞍羊蹄甲(*Bauhinia faberi* var. *microphylla*)、黄花蒿(*Antemisia annua*)、多花木蓝(*Indigofera amblyantha* Craib.)、甘肃瑞香(*Daphne tangutica* Maxim.)等;群落高度 30~50 cm,盖度 60%~65%。群落中草本植物种类繁多,在不同的样地中出现达到主要种类有绵枣儿(*Scilla scilloides*(Lindl.))、紫花野青茅(*Calamagrostis purpurea*(Trin.)Trin.)、多种景天(*Sedum* spp.)、虎尾草(*Chloris virgata* Sw.)、虱子草(*Tragus berteronianus* Schult.)、垫状卷柏(*Selaginella pulvinata*)、多种苔草(*Carex* spp.)、疏花早熟禾(*Poa chalarantha*)、金色狗尾草(*Setaria glauca*(L.)Beauv.)、三芒草(*Aristida adscensionis* L.)、异颖芨芨草(*Achnatherum inaequiglume* Keng.)等,草本层高度 20~40 cm,草本植物稀疏,盖度一般为 5%~10%。

3.1.6 绣线菊(*Spiraea* spp.)灌丛 该灌丛是干旱河谷主要的灌丛类型之一,主要分布在干旱河谷海拔 1700~2100m 的阳和半阳坡。在本地区以翠蓝绣线菊和长芽绣线菊(*S. longigemmis* Maxim.)为主,群落中还伴生有小花滇紫草、粉背黄栌(*Cotinus coggygria* var. *glaucophylla* C. Y. Wu)、水子(*Cotoneaster multiflorus* Bge.)、白刺花、三花荩、黄蔷薇、岷江瑞香、杭子梢等。群落高度为 150~180 cm,盖度为 80%~93%;草本种类有黄茅(*Heteropogon contortus*)、草状繁缕(*Stellaria graminea* L.)、野菊(*Dendranthema indicum*(Linn.)Des Moul.)、膜叶茜草(*Rubia membranacea* Diels.)、长叶火绒草(*Leontopodium longifolium* L.)、野豌豆(*Vicia sepium* Linn.)、多茎景天(*Sedum multicaule* Wall.)、黄花鄂蒿(*Seseli incisodentatum* K. T. Fu)、瘦叶莢花(*Wikstroemia modesta*(Rehd.)Domke)等,草本层高度为 30~50 cm,盖度为 60%~80%。

除以上各种分布较广的灌丛类型外,还零星分布有胡枝子灌丛、对节木灌丛以及华北驼绒藜(*Ceratoides arborescens*(Losinsk.)Tsien et C. G. Ma)灌丛等。

3.2 干旱河谷主要灌丛类型地上生物量

通过取样烘干分析,测定了岷江干旱河谷各主要灌丛类型地上生物量,表 1 和表 2 分别列出了两条样带所有灌丛地上生物量及其相关因素的结果。

从表 1 和表 2 可知,岷江干旱河谷中不同灌丛类型的地上生物量差别较大,在两条样带所有 9 个灌丛类型中,对节刺灌丛的地上生物量为最大,达到 $11554.2\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,该灌丛具有适应干旱环境生长的特点,如叶小、具皮刺等,因此,其生长状况良好,但该灌丛类型在样带中仅有一个样地;其次是 子柞灌丛和绣线菊灌丛,其平均地上生物量分别为 $7144.7\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $7213.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,前者主要分布在干旱河谷过渡区海拔较高的阴坡和半阴坡,后者则分布在干旱河谷中海拔较高的阴坡和半阴坡,从调查情况来看,两者的生境条件都相对较好,而且很少受到人类活动的干扰;川甘亚菊灌丛的平均地上生物量为 $4819.8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;羊蹄甲灌丛的平均地上生物量为 $3886.7\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;荻灌丛和华北驼绒藜灌丛的平均地上生物量分别为 $2071.7\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $2132.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;而滇紫草灌丛的平均地上生物量最小,仅为 $1047.2\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。导致不同类型地上生物量差异的主要原因是不同灌丛类型间的建群种和优势种的不同。地上生物量较高的灌丛类型的建群种或优势种往往是大灌木,如对节刺、绣线菊、子柞、羊蹄甲和胡枝子等,而地上生物量较低的灌丛类型的建群种或优势种往往是小灌木或半灌木,如荻、小花滇紫草和华北驼绒

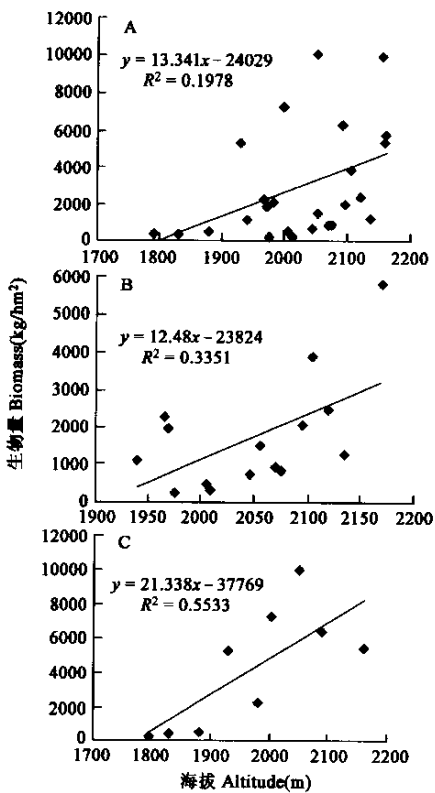


图 1 样带 1 灌丛地上生物量随海拔梯度的变化(A-整个样带,B-阳坡,C-阳坡)

Fig. 1 Changes of shrub aboveground biomass in sample belt 1 (A-whole sample belt, B-adret, C-ubac)

表 1 岷江干旱河谷不同灌丛类型地上生物量(样带 1 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)

Table 1 Aboveground biomass of different shrubs in Minjiang Dry Valley (Sample belt-1 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)

灌丛类型 Type of shrub	海拔 Altitude (m)	土壤水分 Soil moisture (%)	坡度、坡向 Slope, exposure	地上生物量 Above-ground biomass
子柞灌丛 <i>Quercus cocciferoides</i> shrub	2160	12.90	40, 阴坡 ubac	5441.3
	2090	16.25	40, 阴坡 ubac	6430.9
	2050	14.60	41, 阴坡 ubac	9561.9
平均值 Average value				7144.7
荻灌丛 <i>Caryopteris</i> shrub	2170	11.57	32, 阳坡 adret	5841.6
	1980	15.95	40, 阴坡 ubac	2127.2
	1930	11.18	39, 阴坡 ubac	5804.7
	2095	22.94	33, 阳坡 adret	2083.8
	2075	17.24	35, 阳坡 adret	826.7
	2070	13.77	32, 阳坡 adret	946.9
	2055	14.70	28, 阳坡 adret	1534.0
	2046	12.09	32, 阳坡 adret	737.4
	2010	14.19	28, 阳坡 adret	304.2
	2005	13.83	33, 阳坡 adret	510.8
平均值 Average value				2071.7
滇紫草灌丛 <i>Onosma</i> shrub	1830	9.85	40, 阴坡 ubac	431.9
	1790	12.42	40, 阴坡 ubac	361.2
	2135	3.45	30, 阳坡 adret	1344.3
	2120	14.35	32, 阳坡 adret	2486.3
	2105	16.10	32, 阳坡 adret	3889.2
	1975	14.14	25, 阳坡 adret	241.1
	1940	8.38	38, 阳坡 adret	1096.2
平均值 Average value				1407.2
羊蹄甲灌丛 <i>Bauhinia</i> shrub	2000	15.35	40, 阴坡 ubac	7294.5
	1880	10.33	39, 阴坡 ubac	478.8
平均值 Average value				3886.7
驼绒藜灌丛 <i>Ceratoides</i> shrub	1970	9.88	39, 阳坡 adret	1979.3
	1965	7.90	38, 阳坡 adret	2285.6
平均值 Average value				2132.5

藜等。物种间的这种差异不仅决定了其单株重量有较大的差别,而且也导致其干重和鲜重之间的比例有很大的不同。

此外,表 1 和表 2 也表明,对于相同的灌丛类型,其地上生物量的变化幅度也较大,如荻灌丛的地上生物量的变幅为 304.2~5841.6 kg·hm⁻²;滇紫草灌丛地上生物量的变化幅度为 241.1~3889.2 kg·hm⁻²;这主要是由于群落的组成结构、年龄、物种的丰度、环境因子(如所处的海拔、坡向、土壤水分等)以及人类活动干扰等因素的综合影响。

3.3 干旱河谷灌丛地上生物量的分布规律

群落的生物量不仅取决于群落本身的特征,如群落的物种组成、结构以及物种的丰度等,而且还受群落生存的环境因子的影响,如降雨、温度、海拔、地形、地貌以及土壤等因素。因此,探讨各环境因子对灌丛地上生物量的影响,对于了解上干旱河谷灌丛地上生物量的分布规律,进而推断更大大尺度上干旱河谷灌丛地上生物量具有重要的意义。

岷江干旱河谷属于川西北高山峡谷地区,因此,该地区地形和海拔对植物群落的分布起着重要的作用,尤其是在海拔梯度上,各种群落类型进行错落有致的分布,形成一个立体的“多层饼”,而人类活动也受这一垂直分布规律的影响。那么,作为群落功能测度的主要指标之一,地上生物量在海拔梯度上是否存在一定的规律性?通过对两条样带的调查分析表明,岷江干旱河谷灌丛的地上生物量随海拔梯度的变化呈现出一定的线形递增关系(图 1 和图 2)。但对于干旱河谷过渡区(样带 1)和核心区(样带 2)其相关性有所差别。在干旱河谷过渡区,对于整个样带来说,灌丛地上生物量与海拔的相关性较好(图 1-A, $P=0.05$),而分别对阳坡和阴坡的样地进行分析发现,其相关性也较强(图 1-B, $P=0.05$; 图 1-C, $P=0.05$)。而在干旱河谷核心区,对于整个样带来说,灌丛地上生物量随海拔的变化都呈现出良好的相关性(图 2, $P=0.01$)。

灌丛地上生物量与海拔梯度的这种规律性分布是由不同海拔梯度上群落本身的特性所决定,还是受其他生态环境因素所影响?考虑到干旱河谷的区域特点,选取土壤水分作为主要生态环境因子,探讨其与灌丛地上生物量间的关系,结果表明:在岷江干旱河谷中,土壤水分随海拔的升高而呈增加趋势,并体现出一定的相关性(图 3A 和图 4),尤其在干旱河谷核心区,其相关性非常好(图 4, $P=0.05$)。在样带 1 中,阳坡上的土壤水分与海拔间的存在着良好的相关性(图 3A, $P=0.01$),而阴坡上土壤水分与海拔间的相关性不是很强(图 3B, $P=0.25$)。分析灌丛地上生物量与土壤水分间的关系发现,在干旱河谷过渡区,灌丛地上生物量随土壤水分的增加而增加,并具有较好的相关性(图 5A, $P=0.01$),但是,在干旱河谷核心区,虽然灌丛地上生物量和土壤水分分别与海拔间呈现很好的相关性(见图 4 和图 5B),而灌丛地上生物量与土壤水分间的相关性似乎不强(图 5B, $P=0.25$),这可能主要是

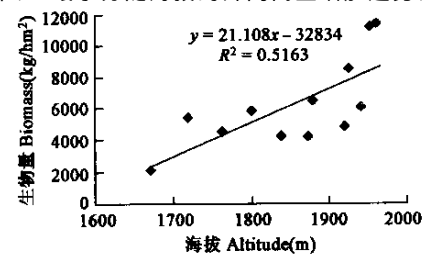
表 2 岷江干旱河谷不同灌丛类型地上生物量(样带 2 kg·hm⁻²)

Table 2 Aboveground biomass of different shrubs in Minjiang Dry Valley(Sample belt-2 kg · hm ⁻²)					
灌丛类型 Type of shrub	海拔 Altitude (m)	土壤水分 Soil moisture (%)	坡度、坡向 Slope, exposure	地上生物量 Above-ground biomass	
川甘亚菊灌丛 <i>Ajania potaninii</i> shrub	1920	7.57	36, 阳坡 adret	4920.0	
	1880	9.25	36, 阳坡 adret	6457.5	
	1840	5.12	36, 阳坡 adret	4221.8	
	1800	5.08	38, 阳坡 adret	5944.6	
	1760	4.27	39, 阳坡 adret	4722.8	
	1720	4.30	36, 阳坡 adret	5382.2	
平均值 Average value	1670	5.92	35, 阳坡 adret	2089.8	
对节刺灌丛 <i>Sageretia pycnophylla</i> shrub	1965	7.97	40, 阴坡 ubac	11554.2	
绣线菊灌丛 <i>Spiraea</i> shrub	1952	8.71	38, 阴坡 ubac	11274.9	
	1942	9.51	32, 阴坡 ubac	6152.6	
	1872	8.80	40, 阴坡 ubac	4211.7	
平均值 Average value				7213.1	
胡枝子灌丛 <i>Lespedeza</i> shrub	1924	10.01	40, 阴坡 ubac	8601.6	

度的主要指标之一,地上生物量在海拔梯度上是否存在一定的规律性?通过对两条样带的调查分析表明,岷江干旱河谷灌丛的地上生物量随海拔梯度的变化呈现出一定的线形递增关系(图 1 和图 2)。但对于干旱河谷过渡区(样带 1)和核心区(样带 2)其相关性有所差别。在干旱河谷过渡区,对于整个样带来说,灌丛地上生物量与海拔的相关性较好(图 1-A, $P=0.05$),而分别对阳坡和阴坡的样地进行分析发现,其相关性也较强(图 1-B, $P=0.05$; 图 1-C, $P=0.05$)。而在干旱河谷核心区,对于整个样带来说,灌丛地上生物量随海拔的变化都呈现出良好的相关性(图 2, $P=0.01$)。

灌丛地上生物量与海拔梯度的这种规律性分布是由不同海拔梯度上群落本身的特性所决定,还是受其他生态环境因素所影响?考虑到干旱河谷的区域特点,选取土壤水分作为主要生态环境因子,探讨其与灌丛地上生物量间的关系,结果表明:在岷江干旱河谷中,土壤水分随海拔的升高而呈增加趋势,并体现出一定的相关性(图 3A 和图 4),尤其在干旱河谷核心区,其相关性非常好(图 4, $P=0.05$)。在样带 1 中,阳坡上的土壤水分与海拔间的存在着良好的相关性(图 3A, $P=0.01$),而阴坡上土壤水分与海拔间的相关性不是很强(图 3B, $P=0.25$)。分析灌丛地上生物量与土壤水分间的关系发现,在干旱河谷过渡区,灌丛地上生物量随土壤水分的增加而增加,并具有较好的相关性(图 5A, $P=0.01$),但是,在干旱河谷核心区,虽然灌丛地上生物量和土壤水分分别与海拔间呈现很好的相关性(见图 4 和图 5B),而灌丛地上生物量与土壤水分间的相关性似乎不强(图 5B, $P=0.25$),这可能主要是

图 2 样带 2 灌丛地上生物量随海拔梯度的变化
Fig. 2 Changes of shrub aboveground biomass in sample belt-2



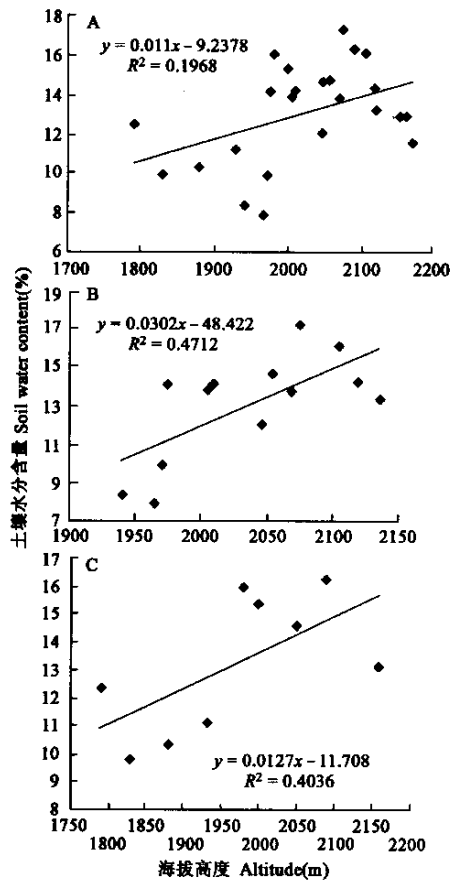


图3 样带1中土壤水分沿海拔梯度的分布(A-整个样带,B-阳坡,C-阴坡)

Fig. 3 Distribution of soil water content along altitude gradient in sample belt-1 (A-the whole sample belt, B-adret, C-ubac)

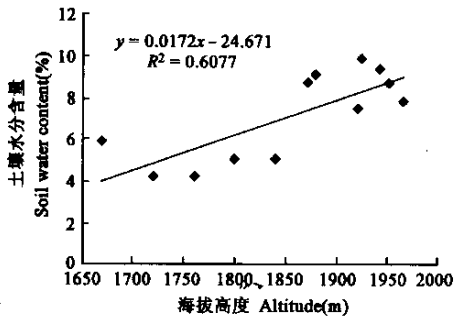


图4 样带2土壤水分沿海拔梯度的分布

Fig. 4 Distribution of soil water content along altitude gradient in sample belt-2

因为在干旱河谷核心区,土壤水分非常低(见表2),从而严重地限制了植物的生长。整个干旱河谷中,由于“焚风”效应的存在,导致了不同海拔上土壤水分的差异,从而也对植物的生长也产生不同的差异。在河谷中低海拔的基带,“焚风”作用相对强烈,土壤水分条件较差,灌丛植被生长受到抑制,地上生物量较低;随着海拔的升高,“焚风”作用不断降低,土壤水分条件逐步得到改善,从而有利于灌丛植被的生长,其地上生物量也呈增加的趋势,而在干旱河谷核心区,“焚风”效应所影响的海拔幅度更大^[10]。由此可见,土壤水分条件是干旱河谷中灌丛植被生长的主要限制因子之一。此外,在岷江河谷低海拔地区(山脚),人类对植被的干扰活动相对频繁(其它很多河谷、山区也存在类似的情况),这也是造成低海拔处灌丛地上生物量较低的原因之一。因为,干扰频度越高,植被则始终处于生长的初时状态,生物量的积累较低^[12]。

4 结论

灌丛植被是岷江干旱河谷主要的植被类型,通过对该地区两条样带,共36个样地,9个灌丛类型地上生物量的调查和分析,可得出以下结论:

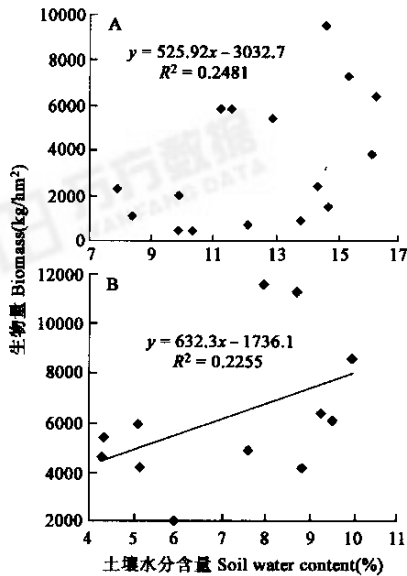


图5 灌丛地上生物量与土壤水分间的关系(A-样带1, B-样带2)

Fig. 5 The relationship between shrub aboveground biomass and soil water content (A-sample belt-1, B-sample belt-2)

(1)不同灌丛类型的地上生物量差异较大。在两条样带中,对节刺灌丛的地上生物量最大,达 11554.2 kg·hm⁻²,其次是 子栋灌丛和绣线菊灌丛,分别为 7144.7 kg·hm⁻²和 7213.1 kg·hm⁻²,而滇紫草灌丛的平均地上生物量最小,仅为 1407.2 kg·hm⁻²,其余类型介于他们之间。造成这种差异的主要原因是不同灌丛类型的建群种或优势种不同,通常情况下,地上生物量高的灌丛类型的建群种或优势种为高大灌木,而地上生物量小的灌丛类型的建群种或优势种则为小灌木或半灌木。

(2)在干旱河谷调查的两条样带中,灌丛的地上生物量都随海拔的升高而增加,呈现良好的相关性。

(3)干旱河谷中土壤水分也随着海拔的升高而增加。在干旱河谷过渡区,灌丛地上生物量与土壤水分呈良好的相关性;而在干旱河谷核心区,虽然灌丛地上生物量和土壤水分分别与海拔间存在很好的相关性,但它们两者之间似乎并没有相关性,这可能是由于干旱河谷核心区内的土壤水分太低(小于 10%),使整个海拔梯度上的植物生长都受到抑制的缘故。

References :

[1] Fang J Y, Liu G H, Xu S L. Biomass and net production of forest vegetation in China. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, **16**(5): 497~508.

[2] Feng Z W, Wang X K, Wu G. *Biomass and production of forest ecosystem in China*. Beijing: Science Press, 1999. 1~6.

[3] Apps M J, Price D T eds. *Forest ecosystems, forest management and the global carbon cycle*. Berlin: Springer-Verlag, 1996.

[4] Jacques Roy, Bernard Saugier, Harold A. Mooney. *Terrestrial Global Productivity*. San Diegao, California: Academic Press, 2001.

[5] Jiang F, Lu F. The model of estimating above-ground biomass of *Caragana microphylla* brush. *Acta Ecologica Sinica*, 1982, **2**(2): 103~110.

[6] He J S, Wang Q B, Hu D. Studies on the biomass of typical shrubland and their regeneration capacity after cutting. *Acta Phytocologica Sinica*, 1997, **21**(6): 512~520.

[7] Wu N. The community types and biomass of *Sibiraea angustata* scrub and their relationship with environmental factors in Northwestern Sichuan. *Acta Botanica Sinica*, 1998, **40**(9): 860~870.

[8] Committee of Chorography of Mao-wen Qiang Nationality Autonomous County, Aba Zang and Qiang Nationality Autonomous District, Sichuan Province. *Chorography of Mao-wen Qiang Nationality Autonomous County*. Chengdu: Dictionary Press of Sichuan, 1997. 74~101.

[9] Editorial Board of Sichuan Vegetation. *Sichuan Vegetation*. Chengdu: People's Publishing House of Sichuan, 1980. 217~222.

[10] The Comprehensive Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau, Chinese Academy of Sciences. *The Dry Valleys of the Hengduan Mountains Region*. Beijing: Science Press, 1992. 6~8, 23, 74~78.

[11] Bureau of Agriculture and Pasturage, Office of Soil Survey, Sichuan Province. *Soil of Sichuan*. Chengdu: Science and technology Press of Sichuan, 1997. 239~240, 288~289.

[12] Liu G H, Fu B J, Fang J Y. Carbon dynamics of Chinese forests and its contribution to global carbon balance. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, **20**(5): 733~740.

参考文献:

[1] 方精云, 刘国华, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量. *生态学报*, 1996, **16**(5): 479~508.

[2] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力. 北京: 科学出版社, 1999. 1~6.

[5] 姜凤歧, 卢凤勇. 小叶锦鸡儿灌丛地上生物量的预测模型. *生态学报*, 1982, **2**(2): 103~110.

[6] 贺金生, 王其兵, 胡东. 长江三峡地区典型灌丛的生物量及其再生能力. *植物生态学报*, 1997, **21**(6): 512~520.

[7] 吴宁. 川西北窄叶鲜卑花灌丛的类型和生物量及其与环境因子的关系. *植物学报*, 1998, **40**(9): 860~870.

[8] 四川省阿坝藏族羌族自治州茂汶羌族自治县地方志编纂委员会. *茂汶羌族自治县志*. 成都: 四川辞书出版社, 1997. 74~101.

[9] 四川植被协作组. *四川植被*. 成都: 四川人民出版社, 1980. 217~222.

[10] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. *横断山区干旱河谷*. 北京: 科学出版社, 1992. 6~8, 23, 74~78.

[11] 四川省农牧厅, 四川省土壤普查办公室. *四川土壤*. 成都: 四川科学技术出版社, 1997. 239~240, 288~289.

[12] 刘国华, 傅伯杰, 方精云. 中国森林碳动态及其对全球碳平衡的贡献. *生态学报*, 2000, **20**(5): 733~740.