

文章编号: 1008 - 2786 - (2014) 6 - 678 - 07

青海玉树地区主要灌丛类型地上生物量 及其影响因素

钟泽兵^{1,2} 杨路存¹ 刘何春^{1,2} 宋文珠¹ 李 璠¹ 周国英^{1*}

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘 要: 以青海玉树地区主要灌丛鲜卑花群系、百里香杜鹃群系、细枝绣线菊群系和山生柳群系为研究对象, 采用样方收获法研究其地上生物量分配特征。结果表明: 5 种类型的灌丛地上生物量在 21.6 ~ 34.33 t/hm² 之间, 地上生物量最大的是细枝绣线菊群系, 最小的是金露梅群系, 5 种灌丛群落地上生物量平均是 29.64 t/hm², 不同层次生物量大小顺序是: 灌木层 > 草本层 > 凋落物层, 各自生物量占地上生物量的比例分别是 73.35%、14.27%、12.35%。5 种灌丛类型建群种生物量大小依次是: 细枝绣线菊群系 > 金露梅群系 > 百里香杜鹃群系 > 鲜卑花群系 > 山生柳群系。影响玉树地区灌丛地上生物量的主要因素是海拔、群落盖度、灌丛高度及放牧。灌丛地上生物量随着海拔的上升而下降, 随着群落盖度和灌木高度的增加而增加。放牧对灌木地上生物量的影响机制尚不明确。

关键词: 玉树; 灌丛; 群系; 地上生物量

中图分类号: Q142, Q149

文献标志码: A

生物量主要指的是某一时刻单位面积内所积累的生活有机质质量^[1], 同时也是反映群落或生态系统功能强弱的重要指标, 其是研究陆地生态系统碳循环的基础数据和生态系统功能的重要表现形式以及生态系统最基本的数量特征。生物量不仅可以反映区域植被的生长状况以及区域的环境变化, 同时可以为生态系统生产力的测定、生态系统能量平衡和养分循环的变化规律提供基础支持^[2-4]。由此, 生物量的测定成为研究陆地生态系统植被群落结构和功能中最重要的基础性工作。灌丛作为主要植被类型之一, 其较强的抗逆性以及特殊的形态特征使其在全球陆地内有着广泛的分布, 是森林生态系统物质循环与能量流动的重要组成部分^[5-6], 对灌丛植被类型的生物量的研究是森林生态系统生物量研究的指标与基础^[3, 7]。因此, 开展灌丛生物量方面

的研究是十分必要的。目前国内外已经对灌木群落的生物量和生产力做了些相关研究, Whittaker 对美国大烟山灌丛的净生物量和生产力进行了研究^[8], Olson 等对华盛顿中部的洋松林的灌丛和草本生物量进行了调查^[9]; Cerrillo 等对西班牙南部的灌丛群落地上生物量做了估测^[10], Shoshany 等运用遥感影像估测了以色列一些干旱区域的灌丛生物量^[11]。Foroughbakhch 等用数量分析法对墨西哥东北部的 15 种灌木的生物量的进行了研究^[12]。国内关于灌木林的生物量研究也比较多, 如对山西太岳山典型灌木林的生物量和生产力的研究^[3], 岷江干旱河谷主要灌丛类型的地上生物量的分布规律研究, 发现灌丛生物量随海拔升高而增加^[13]; 胡会峰等估算了中国主要灌丛植被的碳储量^[14]。高寒灌丛是由耐寒的中生或旱生灌木为优势种而形成的一类植

收稿日期(Received date): 2013 - 05 - 13; 修回日期(Accepted): 2013 - 11 - 27。

基金项目(Foundation item): 国家重点基础研究发展计划项目“973”(2012CB026105), 中国科学院战略性先导科技专项(XDA0505030304)和科技基础性工作专项(2008FY110200)资助。[Supported by National key basic research development program (“973”, 2012CB026105), China strategic leading science and technology projects, CAS (XDA0505030304) and Special Basic Research Funds (2008FY110200).]

作者简介(Biography): 钟泽兵(1987 -), 男, 湖北十堰人, 在读硕士研究生, 主要从事高寒灌丛碳储量及其动态研究。[Zhong Zebing(1987 -), male, major in research of alpine shrub carbon stocks and dynamics.]E-mail: zhuobufanzzb@gmail.com

* 通信作者(Corresponding author): 周国英[Zhou Guoying.] Tel: 0971 - 6159630, E-mail: zhougy@nwipb.cas.cn

被^[6],是青藏高原植被类型的重要组成部分,也是当地的优势植被类型之一^[15]。于应文等^[16]对金露梅的生产力及生物量做了详细的研究,雷蕾等^[5]研究了祁连山高山灌丛生物量的分配规律。但关于青海玉树地区的灌木植被的生物量研究却鲜有报道。该地区的灌木林面积有 $2.98 \times 10^5 \text{ hm}^2$,灌丛资源的分布范围和面积非常大,是本地区主要的林业资源之一。因此,系统研究该地区高寒灌丛群落结构与功能及生物量的分配特征,可以为玉树地区灾后灌丛植被恢复和生物多样性保护发挥其综合效益提供理论依据和积累基础资料。

1 研究区域概况

玉树藏族自治州位于青海省西南,属青藏高原腹地,平均海拔 $>4\ 200 \text{ m}$,最低点 $3\ 510 \text{ m}$,最高点 $6\ 621 \text{ m}$,地理位置大致介于 $89^\circ 35' \sim 97^\circ 55' \text{ E}$, $27^\circ 35' \sim 36^\circ 35' \text{ N}$ 。全州气候只有冷暖之别,无四季之分,全年冷季7~8个月、暖季4~5个月,没有绝对无霜期。气候寒冷而干湿不均,年平均气温 $-5.6 \sim -3.9^\circ \text{ C}$,年最低气温 -42° C ,最高气温 28° C ,年相对湿度为 55.2% ,年平均降水量 463.7 mm ,年降水量 $246.3 \sim 658.5 \text{ mm}$,年蒸发量 $1\ 698.1 \sim 1\ 155.4 \text{ mm}$ 。年日照时数为平均 $>2\ 500 \text{ h}$,阳光辐射总量达

$623.5 \sim 674.7 \text{ kJ/m}^2$ 。空气含氧量要比海平面空气含氧量低 $1/3 \sim 1/2$ 。灾害性天气多,大雪、早霜、低温、干旱、冰雹等自然灾害,严重制约着本地区植被的生长和发育^[8-9]。

本文研究的几种主要灌丛类型:鲜卑花(*Sibiraea laevigata* (Linn.) Maxim.) 群系、百里香杜鹃(*Rhododendron thymifolium* Maxim.) 群系、细枝绣线菊(*Spiraea myrtilloides* Rehd.) 群系、金露梅(*Potentilla fruticosa* Linn.) 群系、山生柳灌丛(*Salix oritrepha* Schneid.) 群系。研究地区样地的基本情况如表1。

2 研究方法

2.1 野外调查

2011年7月至8月植被生长最旺盛的季节,对灌丛群落进行分类,选择代表性样地,进行群落学调查,并采用样方收获法测定群落地上生物量。针对不同灌丛类型,分别布设样地,每块样地设置3个重复。灌木样方面积为 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$,分别记录样方内灌木层群落学参数:株丛数、高度、盖度和多度等;记录样方周围的环境因子状况,如坡度、土壤水分、干扰情况、海拔和地理坐标等,共设置灌木样方30个。在每个样方中选取具有代表性的灌丛设置 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$

表1 研究地区样地基本情况

Table 1 Outline of plots in study sites

群系类型	采样地点	经度	纬度	海拔	坡度	土壤湿度
Shrub type	Sample position	Longitude	Latitude	Altitude/m	Slope/°	Moisture/%
I	玉树县国营牧场	33°02'23.20"N	96°51'45.49"E	4 053	39	湿润
II	玉树县国营牧场	33°02'05.04"N	96°50'13.83"E	4 195	45	中
III	玉树县国营牧场	33°02'52.90"N	96°51'15.46"E	4 002	48	中
IV	玉树县国营牧场	33°02'08.11"N	96°50'44.15"E	4 132	30	中
V	囊谦县白扎林场	31°52'33.92"N	96°35'01.54"E	4 128	28	干
VI	囊谦县白扎林场	31°52'40.89"N	96°53'08.83"E	4 034	35	中
VII	杂多县萨呼腾镇	32°53'28.01"N	95°17'55.24"E	4 114	45	中
VIII	称多县称文镇	33°19'41.39"N	97°07'00.93"E	4 156	43	中
IX	称多县称文镇	33°19'19.68"N	97°07'15.03"E	4 296	39	湿
X	称多县称文镇	33°21'19.40"N	96°59'16.72"E	3 715	31	湿

注: I. 鲜卑花群系; II. 百里香杜鹃群系; III. 细枝绣线菊群系; IV. 金露梅群系; V. 百里香杜鹃群系; VI. 鲜卑花群系; VII. 山生柳群系; VIII. 百里香杜鹃群系; IX. 山生柳群系; X. 细枝绣线菊群系。Notes: I. *Sibiraea laevigata* (Linn.) Maxim.; II. *Rhododendron thymifolium* Maxim.; III. *Spiraea myrtilloides* Rehd.; IV. *Potentilla fruticosa* Linn.; V. *Rhododendron thymifolium* Maxim.; VI. *Sibiraea laevigata* (Linn.) Maxim.; VII. *Rhododendron thymifolium* Maxim.; VIII. *Rhododendron thymifolium* Maxim.; IX. *Rhododendron thymifolium* Maxim.; X. *Spiraea myrtilloides* Rehd.

的小样方,采用收获法,对其地上生物量进行测定,包括叶和枝干,然后在样方的四角分别设置4个1 m×1 m的草本小样方,对其生物量进行收获,共设置90个样方。并在样方内设置一个1 m×1 m的样方,收集灌木凋落物(包括枝、叶、树皮等碎屑)的生物量。各部分鲜重之和即为样方地上生物量,3个样方地上部分的生物量平均值即为灌木群落地上生物量。

2.2 室内处理及分析

将野外采回的样品带回实验室,在85℃的条件下烘至恒重,用电子天平称量,求出样品的干鲜比,将各器官的鲜生物量换算成干质量,根据样方资料换算单位面积生物量。

3 结果与分析

3.1 不同灌丛类型群落特征

鲜卑花灌丛主要优势种有鲜卑花,伴生种有山生柳、金露梅等,群落盖度40%~65%,灌木层高0.78~1.20 m。百里香杜鹃灌丛的优势种有百里香杜鹃,伴生种有鬼箭锦鸡儿、山生柳等,群落盖度68%~72%,灌木层高0.41~0.71 m。细枝绣线菊灌丛的优势种有细枝绣线菊,群落盖度30%~80%,灌木层高0.65~1.78 m。金露梅灌丛主要优势种有金露梅,群落盖度55%~62%,灌木层高0.31~0.53 m。山生柳灌丛主要优势种有山生柳,伴生种有鬼箭锦鸡儿、百里香杜鹃等,群落盖度45%~60%,灌木层高0.39~1.20 m。该地区灌木

层下方草本层主要以矮嵩草(*Kobresia humilis* (C. A. Mey. ex Trautv.) Sergiev)、苔草(*Carex tristachya* Thunb.)、线叶嵩草(*Kobresia capillifolia* (Decne.) C. B. Clarke)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum* Linn.)等高寒草本植物为建群种。

3.2 不同类型的灌丛地上生物量及其分配

灌丛地上生物量包括灌木层地上生物量、草本层地上生物量和凋落物层地上生物量。从表2中可知,不同类型的灌丛地上生物量的分配差异较大。在本文分析的5种灌丛类型中,细枝绣线菊灌丛地上部分生物量最大为34.33 t/hm²,金露梅灌丛的地上生物量最小为21.61 t/hm²,地上生物量平均在21.61~34.33 t/hm²。按照地上部分生物量大小排列,依次是:细枝绣线菊灌丛>鲜卑花灌丛>山生柳灌丛>百里香杜鹃灌丛>金露梅灌丛。

该地区灌丛属于高寒灌丛,无乔木分布,不同类型的灌丛其地上部分生物量绝大部分都集中在灌木层,而灌木层下的草本层和凋落物所占有的比例相对较小。细枝绣线菊灌木层的生物量最大,为29.29 t/hm²,占灌木层总地上生物量的85.33%;金露梅灌丛灌木层的地上生物量最小,为11.36 t/hm²,占金露梅灌丛总地上生物量的52.55%。整体上,所选取的5种灌丛类型灌木层平均地上生物量是21.74 t/hm²,占灌丛地上部分生物量的73.34%。从几种类型的灌木层生物量占灌丛类型总地上生物量的比例可以看出,灌木层是灌丛地上生物量垂直分布结构中最重要的一层次,在灌丛生物量分配格局上占主导地位。按各灌木层生物量大小排列依

表2 研究样地植被组成基本情况
Table 2 the species distribution in study plots

群系类型 Shrub type	灌木层 Shrub type		盖度 coverage/%	草本层 Herb layer dominant species
	优势种 Dominant species	伴生种 Auxiliary species		
I	鲜卑花	山生柳,金露梅等	65.32	线叶嵩草 <i>Kobresia capillifolia</i> (Decne.) C. B. Clarke
II	金露梅		60.66	矮嵩草 <i>Kobresia humilis</i> (C. A. Mey. ex Trautv.) Sergiev
III	百里香杜鹃	金露梅等	77.67	矮嵩草、珠芽蓼 <i>Kobresia humilis</i> (C. A. Mey. ex Trautv.) Sergiev、 <i>Polygonum viviparum</i> Linn.
IX	山生柳	百里香杜鹃,鲜卑花等	69.83	矮嵩草、二柱头蔗草 <i>Kobresia humilis</i> (C. A. Mey. ex Trautv.) Sergiev、 <i>Scirpus distigmaticus</i> (Kukenth.) Tang et Wang
X	细枝绣线菊		68.33	嵩草、早熟禾 <i>Kobresia myosuroides</i> (Villars) Foiri、 <i>Poa nemoralis</i> Linn. subsp. <i>Nemoralis</i>

注: I. 鲜卑花群系; II. 金露梅群系; III. 百里香杜鹃群系; IV. 山生柳群系; V. 细枝绣线菊群系。Notes: I. *Sibiraea laevigata* (Linn.) Maxim.; II. *Potentilla fruticosa* Linn.; III. *Rhododendron thymifolium* Maxim.; IV. *Rhododendron thymifolium* Maxim.; V. *Spiraea myrtilloides* Rehd.

次是: 细枝绣线菊灌丛 > 鲜卑花灌丛 > 百里香杜鹃灌丛 > 山生柳灌丛 > 金露梅灌丛。

不同灌丛类型的草本层生物量分配也有着差异, 草本层植物由于灌木的遮挡, 光照不足, 生物量相对较小^[18], 其大致的范围在 2.21 ~ 6.73 t/hm² 之间, 平均为 4.23 t/hm²。金露梅灌丛种草本层生物量最大, 为 6.73 t/hm², 占灌丛类型地上生物量的 31.15%。这也间接的导致了金露梅灌木层在灌丛类型地上生物量种所占的比例较其他类型的灌丛低。5 种灌丛类型的草本生物量占灌丛地生物量的比例在 6.44% ~ 17.35%。不同灌丛类型的草本层生物量按大小顺序排列依次是: 金露梅灌丛 > 山生柳灌丛 > 鲜卑花灌丛 > 百里香杜鹃灌丛 > 细枝绣线菊灌丛。

凋落物层地上生物量在 2.82 ~ 4.65 t/hm², 平均为 3.66 t/hm², 占地上生物量的比例在 8.23% ~ 16.30%。其中, 金露梅灌丛中, 凋落物生物量所占比例最大, 为 16.30%。灌木凋落物层生物量按大小顺序排列依次是: 百里香杜鹃灌丛 > 鲜卑花灌丛 > 金露梅灌丛 > 山生柳灌丛 > 细枝绣线菊灌丛。

3.3 不同类型的灌丛建群种生物量及其分配特征

建群种是群落中盖度最大, 多度也大的植物种, 在群落结构的形成和发展种占据重要的地位。玉树地区几种主要灌丛群系建群种生物量分配的特征如表 3 所示。从表 4 中可以分析出, 各个灌丛类型的建群种的地上生物量的分配特征。5 种灌丛类型各建群种的地上生物量在 11.36 ~ 29.29 t/hm²。最大的是细枝绣线菊灌丛, 其建群种地上生物量是 29.29 t/hm²。最小的是金露梅灌丛, 其建群种地上生物量是 11.36 t/hm²。按大小顺序排列依次是: 细枝绣线菊 > 鲜卑花 > 金露梅 > 山生柳 > 百里香杜

鹃。5 种灌丛类型各建群种地上生物量占灌木层生物量的比例在 89% ~ 100%。其中, 细枝绣线菊和金露梅占细枝绣线菊灌丛和金露梅灌丛地上生物量的比例最大, 为 100%, 因为, 在这两类灌丛中, 除了建群种外, 没有其它的伴生种。山生柳占山生柳灌丛生物量的比例最小, 为 89.26%。5 种灌丛类型建群种地上生物量占各自灌丛灌木层地上生物量的比例按大小顺序排列为: 细枝绣线菊 > 鲜卑花 > 百里香杜鹃 > 山生柳 > 金露梅。在不同类型的灌丛中, 各建群种的枝干生物量均大于叶的生物量, 枝干生物量是叶生物量的 3 ~ 11 倍。5 种灌丛类型建群种枝干生物量按大小顺序排列是: 细枝绣线菊 > 鲜卑花 > 百里香杜鹃 > 山生柳 > 金露梅; 而叶生物量按大小顺序排列是: 鲜卑花 > 百里香杜鹃 > 山生柳 > 细枝绣线菊 > 金露梅。

4 讨论

高寒灌丛是由耐寒的中生或旱生灌木为优势种而形成的植被, 是青藏高原植被类型的重要组成部分。我们的研究表明: 在玉树地区分布的几种主要灌丛植被类型的地上生物量在 21.61 ~ 34.33 t/hm², 群落生物量在 31.23 ~ 55.18 t/hm²。根据相关研究报道^[19-23], 青藏高原主要灌木林生物量为 20 ~ 40 t/hm², 平均为 35.166 t/hm²。玉树地区灌丛群落生物量明显要比先前的研究结果高出许多, 原因可能与灌丛群落的年龄结构、演替规律及外界气候因子有关。王启基等^[20]对青海、海北地区的研究结果表明, 在 8 月底金露梅的群落生物量达到最大值, 为 25.878 t/hm², 明显的小于玉树地区的金露梅生物量的积累。吴宁^[24]对川西北窄叶鲜卑花研究表

表 3 不同灌丛类型建群种生物量及分配

Table 3 The biomass of and distribution of dominant specie in different shrub types

灌丛类型 shrub type	建群种 dominant specie	生物量 biomass/(t/hm ²)				
		叶生物量 leaf	枝生物量 branch	地上生物量 aboveground	地下生物量 belowground	总生物量 total
I	鲜卑花	5.06 ± 1.31	18.99 ± 3.55	24.05 ± 4.86	22.03 ± 3.27	46.08 ± 8.13
II	细枝绣线菊	2.43 ± 0.13	26.86 ± 1.53	29.29 ± 1.66	25.89 ± 0.57	55.18 ± 2.23
III	山生柳	3.78 ± 0.41	15.24 ± 4.27	19.02 ± 4.68	23.15 ± 2.78	42.17 ± 7.46
IV	百里香杜鹃	3.96 ± 0.28	16.64 ± 0.79	20.59 ± 1.07	22.08 ± 2.20	42.68 ± 1.09
V	金露梅	2.37 ± 0.51	8.99 ± 1.09	11.36 ± 1.60	19.87 ± 1.10	31.23 ± 3.27
平均 Average		3.52 ± 0.53	17.34 ± 2.25	20.86 ± 2.77	22.60 ± 1.98	43.67 ± 4.44

表4 不同灌丛类型地上生物量及分配

Table 4 The biomass of aboveground and its allocation in different shrub types

群落名称 Community	地上生物量 Aboveground biomass/(t/hm ²)			
	灌木层	草本层	凋落物层	合计
	Shrub layer	Herb layer	Litter layers	Total
I	25.42 ± 4.86	3.64 ± 0.42	4.26 ± 0.54	33.33 ± 5.82
II	21.32 ± 1.07	3.47 ± 0.58	4.65 ± 0.16	29.44 ± 1.81
III	29.29 ± 1.66	2.21 ± 1.22	2.82 ± 0.54	34.33 ± 3.42
IV	11.36 ± 1.60	6.73 ± 0.49	3.52 ± 0.11	21.61 ± 2.20
V	21.3 ± 4.68	5.12 ± 1.62	3.07 ± 0.32	29.49 ± 6.62
Average	21.74 ± 2.25	4.23 ± 0.87	3.66 ± 0.33	29.64 ± 3.97

注: I. 鲜卑花灌丛; II. 百里香杜鹃灌丛; III. 细枝绣线菊灌丛; IV. 金露梅灌丛; V. 山生柳灌丛(下同)。Notes: I. *Sibiraea laevigata* (Linn.) Maxim. shrub; II. *Rhododendron thymifolium* Maxim. shrub; III. *Spiraea myrtilloides* Rehd. shrub; IV. *Potentilla fruticosa* Linn. shrub; V. *Salix oritrepha* Schneid. shrub.

明,其群落生物量在 38.99 ~ 47.72 t/hm²,玉树地区的鲜卑花灌丛群落生物量为 46.08 ± 8.13 t/hm²,与其研究结果相一致。刘国华等^[10]研究了岷江地区灌丛的地上生物量,表明节刺灌丛的地上生物量最大为 115.54 t/hm²,刘性良等在卧龙自然保护区对川滇高山栎灌丛群落研究表明,其地上部分总生物量为 25.22 t/hm²。这两个地区灌丛的类型最大生物量比玉树地区的灌丛地上生物量都要小很多,导致各个区域灌丛生物量分配产生差异的原因有许多,如群落的优势种、物种组成、海拔、坡向、土壤水分等。

为了确定影响玉树地区主要灌丛地上生物量的影响因子,我们在样方调查的基础上分析了灌木群落群落特征、外界环境因子与灌丛地上生物量的关系,如图 1~3 所示。研究发现,影响该地区生物量的主要因子是海拔、群落盖度及灌木的高度;土地利用方式也是影响该地区植被生物量的重要因子,由于资料限制,无法做出评估。玉树地区的灌丛地上生物量随着海拔的上升而下降,随着灌木的高度及群落盖度的加大而上升。

5 结论

1. 从所调查的结果分析来看,在玉树地区分布的主要灌丛类型有鲜卑花灌丛、百里香杜鹃灌丛、细枝绣线菊灌丛、山生柳灌丛和金露梅灌丛,伴生的草

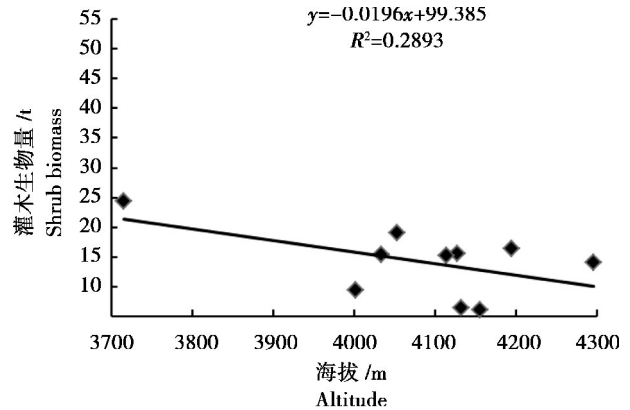


图1 海拔与灌木生物量间的关系

Fig. 1 The relationship between altitude and shrub biomass

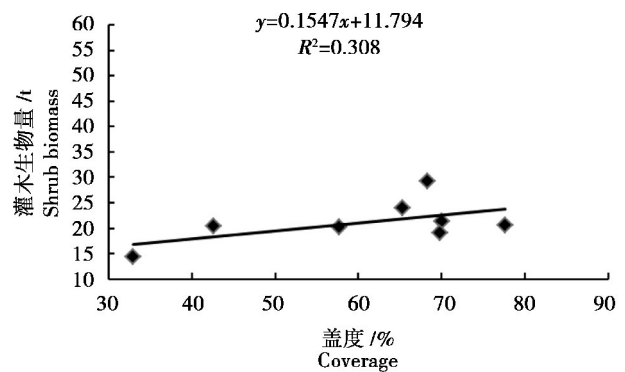


图2 群落盖度与灌木生物量间的关系

Fig. 2 The relationship between coverage and shrub biomass

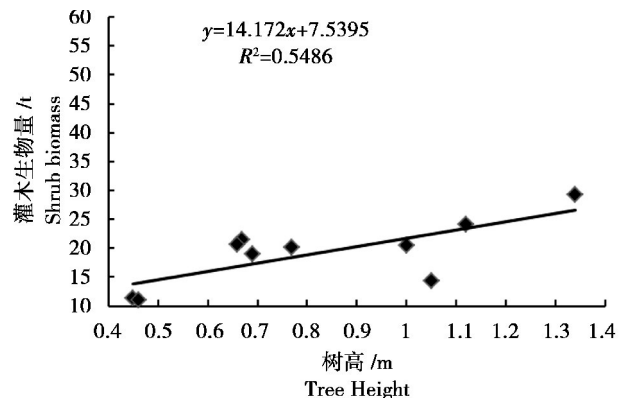


图3 灌木高度与灌木生物量间的关系

Fig. 3 The relationship between tree height and shrub biomass

本植物主要有矮蒿草、线叶蒿草、珠芽蓼等高寒草甸植被,草本层地上生物量占灌丛地上生物量的 8.23% ~ 16.30%。灌丛群落凋落物生物量与群落的盖度成正比,群落的盖度越大,掉落物生物量也就越多。5 种灌丛类型的平均盖度在 47% ~ 68%,灌木的平均高度范围是 0.51 ~ 1.08 m。其生长海拔

大致在 3 700 ~ 4 200 m。

2. 玉树地区各种类型的灌丛地上生物量分布有很高的异质性,其地上生物量较大,其分布范围在 21.61 ~ 34.33 t/hm²,平均是 29.64 t/hm²。

3. 5种灌丛类型各建群种生物量占灌丛灌木层生物量的比例较大,占灌木层生物量的 90% 以上,说明灌木层生物量是决定灌丛地上生物量是决定灌丛地上生物量的关键,这的结果先前的大多数研究结果一致^[13,25]。

4. 影响玉树地区灌丛地上生物量的主要因素有海拔、群落盖度及灌木的高度,灌丛地上生物量随海拔的上升而下降,随着群落盖度和树木高度的增加而增加。

致谢:本研究的野外工作和室内处理工作得到了玉树国营林场相关领导和员工曹承志、赵以财、赵明玲、张庆云等同志的大力支持和帮助,在此一并表示感谢!

参考文献(References)

- [1] Parton W J, Scurlock J M O, Ojima D S, et al. Observations and modeling of biomass and soil organic matter dynamics for the grassland biome worldwide [J]. *Global Biogeochem Cy*, 1993, 7(4): 785 - 809
- [2] Fang Jingyun, Liu Guohua, Xu Songlin. Biomass and net production of forest vegetation in China [J]. *Acta Ecology Sinica*, 1996, 16(5): 497 - 508 [方精云, 刘国华, 徐嵩龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. *生态学报*, 1996; 16(5): 497 - 508]
- [3] Chen Xialin, Ma Qinyan, Kang Fengfeng, et al. Studies on the biomass and productivity of typical shrubs in Taiyue Mountain, Shanxi Province [J]. *Forest Research*, 2002, 15(3): 304 - 309 [陈遐林, 马钦彦, 康峰峰, 等. 山西太岳山典型灌木林生物量及生产力研究[J]. *林业科学研究*, 2002; 15(3): 304 - 309]
- [4] Xue Li, Yang Peng. Summary of research on forest biomass [J]. *Jouanal of Fujian Colloge of Forestry*, 2004, 24(3): 283 - 288 [薛立, 杨鹏. 森林生物量研究综述[J]. *福建林学院学报*, 2004; 24(3): 283 - 288]
- [5] Lei Lei, Liu Xiabde, Wang Shunli, et al. Assignment rule of alpine shrubs biomass and its relationship to environmental factors in Qilian Mountains [J]. *Ecology and Environmental Sciences*, 2011, 20(11): 1602 - 1607 [雷蕾, 刘贤德, 王顺利, 等. 祁连山高山灌丛生物量分配规律及其与环境因子的关系[J]. *生态环境学报*, 2011; v. 20(11): 1602 - 1607]
- [6] Dong Daorui, Li Xia, Wan Hongmei, et al. Aboveground Biomass Estimation of *Tamarix ramosissima* Shrub in the lower reaches of Tarim River [J]. *Acta Bot. Boreat. - Occident. Sin.*, 2012, 32(2): 0384 - 0390 [董道瑞, 李霞, 万红梅, 等. 塔里木河下游柽柳灌丛地上生物量估测[J]. *西北植物学报*, 2012, 32(2): 0384 - 0390]
- [7] Yu Haisheng, Li Baojun, Zhang Baowen, et al. The shrubbery main ecological roles discussion [J]. *Inner Mongolia Forestry Science & Technology*, 2003, 04: 15 - 18 [俞海生, 李宝军, 张宝文, 等. 灌木林主要生态作用的探讨[J]. *内蒙古林业科技*, 2003, 04: 15 - 18]
- [8] Whittaker RH. Net production relations of shrubs in the Great Smoky Mountains [J]. *Ecology* 1962: 357 - 77
- [9] Olson CM, Martin RE. Estimating biomass of shrubs and forbs in central Washington Douglas-fir stands: US Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station [R]. 1981.
- [10] Navarro Cerrillo RM, Blanco Oyonarte P. Estimation of above-ground biomass in shrubland ecosystems of southern Spain [J]. *Investigación agraria Sistemas y recursos forestales* 2006; 15: 197 - 207
- [11] Shoshany M. The rational model of shrubland biomass, pattern and precipitation relationships along semi-arid climatic gradients [J]. *Journal of Arid Environments* 2011.
- [12] Foroughbakhch R, Reyes G, Alvarado - Vazquez MA, et al. Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern Mexico [J]. *Forest Ecol Manag*, 2005; 216: 359 - 366
- [13] Liu Guohua, Zhang Jieyu, Zhang Yuxin, et al. Distribution regulation of aboveground biomass of three main shrub type in the dry vally of Minjiang River [J]. *Mountain Research* 2003, 21(1): 24 - 32 [刘国华, 张洁瑜, 张育新, 等. 岷江干旱河谷三种主要灌丛地上生物量的分布规律[J]. *山地学报*, 2003, 21(1): 24 - 32]
- [14] Hu Huifeng, Wang Zhiheng, Liu Guohua, et al. Vegetation Carbon storage of majior shrublands in China [J]. *Journal of Plant Ecology*, 2006, 30(4): 539 - 544 [胡会峰, 王志恒, 刘国华, 等. 中国主要灌丛植被碳储量. *植物生态学报*, 2006, 30(4): 539 - 544]
- [15] Yu Yingwen, Hu Zizhi, Xu Changlin, et al. Study on the Vegetation Types and Distribution of Alpine Shrubs in Eastern Qilian Mountains [J]. *Journal of Gansu Agricultural University*, 1993, 3(1): 12 - 17 [于应文, 胡自治, 徐长林, 等. 东祁连山高寒灌丛植被类型与分布特征[J]. *甘肃农业大学学报*, 1999, 3(1): 12 - 17]
- [16] Yu Yingwen, Hu Zizhi, Zhang Degang, et al. The net primary productivity of *Potentilla fruticosa* shrub [J]. *Acta Praticultuales Sinica*, 2000, 9(4): 33 - 39 [于应文, 胡自治, 张德罡, 等. 金露梅灌丛净第一性生产力[J]. *草业学报*, 2000, 9(4): 33 - 39]
- [17] Liu Jianghua, Xu Xuexuan, Yang Cuang, et al. Study on biomass of secongary community in small watershed of Loess Hill and Gully Region [J]. *Acta Bot. Boreal. - Occident. Sin.*, 2003, 23(8): 1362 - 1366 [刘江华, 徐学选, 杨光, 等. 黄土丘陵区小流域次生灌丛群落生物量研究[J]. *西北植物学报*, 2003, 23(8): 1362 - 1366]
- [18] Xia Wuping. The alipine meadow ecosystem [M]. Lanzhou: Gansu People's Publishing House, 1982: 44 - 50 [夏武平. 高寒草甸生态系统[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1982: 44 - 50]

- [19] Wang Qiji ,Zhou Xingmin ,Zhang Yanqing et al. Structure characteristics and biomass of *potentilla fruticosa* Shrub in Qinghai - Xizang Plateau [J]. Acta Bot. Boreal. - Occident. Sin. 1991 ,11 (4) : 333 - 340 [王启基,周兴民,张堰青等. 青藏高原金露梅灌丛的结构特征及其生物量 [J]. 西北植物学报,1991,11 (4) : 333 - 340]
- [20] Zhu Xingwu ,Shi Xinghai. A preliminary study of forest and shrubs biomass in Datong forest region ,Qinghai province [J]. Qinghai agriculture and forestry science and technology ,1993 ,1: 15 - 20 [朱兴武,石青梅. 青海大通宝库林区乔灌木生物量的初步研究. 青海农林科技 1993 ,1: 15 - 20]
- [21] Li Wenhua ,Zhou Xingmin. The Qinghai-tibet Plateau ecological system and optimize utilization mode [M]. Gungzhou: Guangdong Science and Technology Press ,1998: 183 - 268 [李文华,周兴民,青藏高原生态系统及优化利用模式 [M]. 广东科技出版社 ,1998: 183 - 268]
- [22] Luo Tianxiang ,Li Wenhua ,Luo Ji ,et al. A Comparative study on biological production of major vegetation types on the Tibetan Plateau [J]. 1999 ,19(6) : 825 - 831 [罗天祥,李文华,罗辑,等. 青藏高原主要植被类型生物生产量的比较研究 [J]. 生态学报 ,1999 ,19(6) : 823 - 831]
- [23] Wu Ning. The community types and biomass of *sibiraea angustata* scurb and there relationship with environmental factors in north-western Sichun [J]. Acta Botanica Sinica , 1998 ,40(9) : 860 - 870 [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 [J]. 植物学报 ,1998 ,40(9) : 860 - 870]
- [24] Liu Xingliang Liu Shirong ,Su Yiming et al. Aboveground Biomass of *Quercus aquifolioides* Shrub Community and Its Responses to Altitudinal Gradients in Balangshan Mountain , Shichuan Province [J]. Scientia Silvae Sinicae ,2006 ,42(2) : 3 - 7 [刘兴良,刘世荣,宿以明,等. 巴郎山川滇高山栎灌丛地上生物量及其对海拔梯度的响应 [J]. 林业科学 ,2006 ,42(2) : 3 - 7]
- [25] Zhao Zhenyong ,Wang Ranghai ,Zhang Huiyi et al. Aboveground biomass of *Tamarix* on piedmont plain of Tianshan Mountains south slope [J]. Chinese Journal of Applied Ecology ,2006 ,17(9) : 1557 - 1562 [赵振勇,王让会,张慧芝,等. 天山南麓山前平原柽柳灌丛地上生物量 [J]. 应用生态学报 ,2006 ,17(9) : 1557 - 1562]

The Main Shrubs Aboveground Biomass and Effect Factors in Yushu , Qinghai ,China

ZHONG Zebing^{1,2} ,YANG Lucun¹ ,LIU Hechun^{1,2} ,SONG Wenzhu¹ ,LI Fan¹ ,ZHOU Guoying¹

(1. Northwest Institute of Plateau Biology , Chinese Academy of Sciences ,Xining 810008 ,China;

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

Abstract: In this paper ,we study the main shrub types: *Sibiraea laevigata*(Linn.) Maxim. shrub; *Rhododendron thymifolium* Maxim. shrub; *Spiraea myrtilloides* Rehd. shrub; *Potentilla fruticosa* Linn. shrub; *Salix oritrepha* Schneid. shrub as the research objects , in the Yushu city , Qinghai province ,China. We use the sample harvest method study and analysis the five shrubs aboveground biomass and its allocation patterns. Our results show that: the 5 types of shrub aboveground biomass fluctuated between 21. 61 ~ 34. 33 t/hm² , the largest aboveground biomass is *Spiraea myrtilloides* Rehd. shrub *Potentilla fruticosa* Linn. shrub , and the smallest is *Potentilla fruticosa* Linn. shrub ,the average biomass is 29. 64 t/hm². Different levels of the aboveground biomass order is: shrub layers > herb layers > litter layers , the proportions is 73. 35% 、14. 27% 、12. 35% ,respectively. The dominant species aboveground biomass are arranged in order is that: *Spiraea 1myrtilloides* Rehd. *Potentilla fruticosa* Linn. > *Rhododendron thymifolium* Maxim > *Sibiraea laevigata*(Linn.) Maxim. > *Salix oritrepha* Schneid. The shrub aboveground biomass of decline with the rise the altitude , and increase with the community coverage and shrub height. Grazing on shrub aboveground biomass mechanism is not clear.

Key words: Yushu; shrub; formation; aboveground biomass