

昆嵛山盐肤木 *Rhus chinensis* Mill. 群落特征及其物种多样性

侯玉平, 牛凯峰, 朱家华, 赵雪*, 王仲礼

鲁东大学生命科学学院, 山东 烟台 264025

摘要: 根据野外典型样方调查结果, 以群落植物种类组成、群落外貌特征、群落垂直结构特征、群落多样性几项指标, 分析山东半岛昆嵛山国家级自然保护区盐肤木 *Rhus chinensis* 群落特征。结果表明: 盐肤木群落共出现种子植物 66 种, 隶属于 32 科 57 属。在盐肤木群落属的区系组成中, 群落植物主要由温带区系和热带区系成分组成, 其中温带植物属占显著优势, 其次为热带分布属, 说明该群落具有明显的温带性质, 并具有过渡特征。群落层次分明, 有乔木层、灌木层、草本层 3 个层次, 各层次的优势种依次为盐肤木和赤松 *Pinus densiflora*、麻栎 *Quercus acutissima*、披针叶苔草 *Carex lanceolata*。盐肤木群落的物种多样性由高到低依次为灌木层、乔木层、草本层, 低均匀度导致物种丰富度最高的草本层具有最低的物种多样性。调查显示盐肤木幼苗幼树多, 自我更新良好, 群落处于稳定增长状态。通过对群落特征和物种多样性的研究, 揭示了昆嵛山盐肤木群落的自然生态规律, 为保护和开发利用盐肤木提供了科学依据。

关键词: 盐肤木; 群落特征; 区系; 物种多样性; 昆嵛山

中图分类号: Q948.15

文献标志码: A

文章编号: 1674-5906 (2012) 05-0818-07

盐肤木 *Rhus chinensis* Mill. 隶属于漆树科

Anacardiaceae 盐肤木属 *Rhus*, 落叶灌木或小乔木, 主要分布于东亚温带、亚热带、热带地区。盐肤木适应能力强, 耐干旱、耐贫瘠, 可作荒山绿化树种^[1]。其叶为奇数羽状复叶, 秋冬季呈鲜红色, 核果橘红色, 是一种很好的园林观赏树种^[2]。同时, 盐肤木是重要的经济树种, 又名五倍子树, 是重要的五倍子寄主树, 其嫩叶受倍蚜虫寄生刺激后, 叶组织膨大形成虫瘿, 称为五倍子, 是我国传统的名优林副特产之一^[3]。

山东半岛昆嵛山国家级自然保护区地处暖温带季风型气候区, 是我国在该地理带内分布面积最大、保护最完整的地带性森林生态系统, 为我国生物地理区的最好代表群落^[4]。盐肤木属在昆嵛山兴起于新生代第三纪并广泛分布^[5], 昆嵛山海拔 500 m 以下发育着的大片的半天然落叶林和人工群落^[6-7], 作为主要阔叶树种之一的盐肤木在群落中发挥着重要的生态作用。目前对盐肤木的研究主要集中于形态特点、化学结构成分、人工繁殖与育苗技术等方面^[8-10], 有关山东半岛盐肤木群落特征方面的研究尚未见报道。本文通过对昆嵛山盐肤木群落植物种类组成以及物种多样性等方面的研究, 对盐肤木群落特征有一初步了解, 从而为正确认识盐肤木在山东半岛植被中的地位提供依据, 对于盐肤木种群的保护与发展也有实际意义。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

昆嵛山属长白山系, 崂山山脉, 主峰泰礴顶, 海拔 923 m, 相对高差近 900 m。保护区气候属暖温带季风型大陆性气候, 受太平洋暖湿气流和西伯利亚干冷气流控制, 具有四季分明, 季风显著, 雨热同期, 空气湿润, 温差较小, 光照充足等特点。年均气温 11.9 °C, 年均降水 984.4 mm, 年均相对湿度 71%, 无霜期 200 d 左右^[7]。昆嵛山土壤以棕壤为主, 局部有少量山顶草甸土, 质地多为砂壤质, 结构疏松, 层次明显, 腐殖质层厚度变化很大, 有机质及养分含量较高, pH 值在 4.5~5.5 之间, 呈酸性或微酸性^[11]。该保护区具有典型的暖温带植物区系成分, 主要植物群落有: 赤松 *Pinus densiflora* 天然林、针阔混交林、栎类落叶阔叶林、灌草丛、草甸等。针叶树种主要有黑松 *Pinus thunbergii*、赤松、华北落叶松 *Larix principis-rupprechtii* 等, 阔叶树种主要有麻栎 *Quercus acutissima*、刺槐 *Robinia pseudoacacia*、盐肤木、白檀 *Symplocos paniculata*、水榆花楸 *Sorbus alnifolia* 等。

1.2 研究方法

1.2.1 样地设置

2011 年 6 月, 在全面踏查的基础上, 选择盐肤木种群分布集中且林分保持良好的典型地段, 设置 10 m×20 m 标准地 7 块 (表 1)。记录标准样地经

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31030015); 中国科学院退化生态系统植被恢复与管理重点实验室开放基金项目 (201010); 鲁东大学科研基金项目 (LY2011006)

作者简介: 侯玉平 (1981 年生), 女, 讲师, 博士, 主要从事恢复生态学与入侵生态学的研究。E-mail: houyp@yahoo.cn

*通信作者: 赵雪 (1955 年生), 男, 教授; E-mail: ytzhx325@126.com

收稿日期: 2012-04-06

表 1 盐肤木群落生境特征

Table 1 Environmental characteristics of *Rhus chinensis* communities

样方 编号	经纬度	海拔/m	坡度/(°)	生境 类型	郁闭 度
1	37°15'59.6"N 121°44'03.9"E	212	43	阳坡	0.4
2	37°16'16.6"N 121°43'29.9"E	195	31	阳坡	0.7
3	37°16'13. 6 "N 121°43'50.0"E	220	29	阳坡	0.4
4	37°16'08.7"N 121°43'40.6"E	244	30	阴坡	0.6
5	37°16'02.5"N 121°43'43.3"E	249	24	阴坡	0.6
6	37°16'24.0"N 121°43'20.8"E	171	32	水沟	0.8
7	37°16'15.8"N 121°43'40.8"E	199	30	水沟	0.7

纬度、海拔、坡度等环境因子，乔木层采用每木调查，详细记录树种、测胸径、树高、冠幅等，同时，在每块标准样地的四周与中心各设置 5 块 2 m×2 m 的灌木样方和 5 块 1 m×1 m 的草本样方，详细记录灌木种类、株数、盖度、高度、基径以及草本种类、株数、盖度、平均高度等指标。

1.2.2 数据处理

1) 根据世界种子植物科的分布类型^[12]和中国种子植物属的分布区类型^[13]确定昆嵛山盐肤木群落组成植物科及属的分布区类型。

2) 按照Raunkiaer的生活型分类系统统计生活型并建立生活型谱^[14]，并以此划分群落的层片结构。

3) 计算重要值，其公式为：乔木重要值IV(%)=(相对高度+相对显著度+相对多度)/3；灌木和草本植物的重要值IV(%)=(相对多度+相对盖度)/2，式中：相对高度(%)=100×某个种的高度/所有种的总高度；相对显著度(%)=100×某个种的基径断面积/所有种的基径断面积之和；相对多度(%)=100×某个种的株数/所有种的总株数；相对盖度(%)=100×某个种的盖度/所有种的总盖度^[15]。

4) 运用物种丰富度指数、物种多样性指数、Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数对盐肤木群落多样性进行分析，公式如下：

物种丰富度指数：S=样地内所有物种数目；
物种多样性指数：Simpson多样性指数(D)：

$$D=1-\sum_{i=1}^s P_i^2=1-\sum_{i=1}^s \left(\frac{N_i}{N}\right)^2$$

Pielou均匀度指数：

$$J_{st}=\frac{1-\sum p_i^2}{1-1/S}=\frac{D}{1-1/S}$$

Simpson优势度指数(C)：C=∑P_i²

式中P_i-第i个物种所占的比例，S-物种总数，N_i-第i个物种的个体总数，N-群落中所有种的个体总数。

2 结果与分析

2.1 种类组成

根据样方调查统计结果，昆嵛山盐肤木群落共出现维管束植物67种，蕨类植物1种，种子植物66种，隶属于32科57属。其中，裸子植物1科2属5种；被子植物31科55属61种。种子植物中双子叶植物的科、属、种居多，共29科42属48种，分别占总科、属、种数的87.88%、72.41%、71.65%；单子叶植物2科13属13种，分别占总科、属、种数的6.06%、22.42%、19.40%。可见，双子叶植物在该群落具有明显优势。群落植物的科、属、种统计如表2。

表 2 盐肤木群落科、属、种的数量统计

Table 2 The statistics of families, genera, species of vascular pants in the communities of *Rhus chinensis*

类型	科数	占总科 数/%	属数	占总属 数/%	种数	占总种 数/%
蕨类植物	1	3.03	1	1.72	1	1.49
双子叶 植物	29	87.88	42	72.41	48	71.65
被子植物 单子叶 植物	2	6.06	13	22.42	13	19.40
裸子植物	1	3.03	2	3.45	5	7.46
合计	33	100	58	100	67	100

通过对种子植物科的科属组成(表3)，可以看出菊科Steraceae百合科Liliaceae和蔷薇科Rosaceae是该群落的较大科，共18属22种，分别占总科、属、种数的9.38%、31.58%、33.33%；禾本科Gramineae、蝶形花科Fabaaceae、松科Pinaceae等3科是中等科，共10属13种，分别占总科、属、种数的9.38%、17.54%、19.70%；少种科和单种科共27科，占总科数的84.38%，包含22属23种，分别占属、种数的38.60%、34.85%。表明盐肤木群落的科属优势现象不明显。

根据吴征镒对中国种子植物属的分布类型划分方法^[13]，盐肤木群落种子植物属的分布类型见表4。其中，北温带分布最多，共有24个属，占总属数的42.11%；世界分布次于北温带分布，含8个属，占14.04%；泛热带分布含6个属，占总属数的10.53%；旧世界热带分布含5个属，占总属数的8.77%；东亚分布含4个属，占总属数的7.02%；东亚和北美洲间断分布含3个属，占总属数的5.26%；热带亚洲至热带非洲分布和旧世界温带分布各含2个属，各占总属数的3.51%；热带亚洲和热带美洲间断分布、热带亚洲至热带大洋洲分布和热带亚洲

表 3 盐肤木群落种子植物科的属种组成

Table 3 The composition of genera and species in families of seed plants in the communities of *Rhus chinensis*

科 (属数 : 种数)		科 (属数 : 种数)		科 (属数 : 种数)	
菊科 Asteraceae	(6 : 8)	鼠李科 Rhamnaceae	(1 : 1)	莎草科 Cyperaceae	(1 : 1)
百合科 Liliaceae	(7 : 7)	苦木科 Simaroubaceae	(1 : 1)	柿树科 Ebenaceae	(1 : 1)
蔷薇科 Rosaceae	(5 : 7)	报春花科 Proteaceae	(1 : 1)	杜鹃花科 Ericaceae	(1 : 1)
禾本科 Gramineae	(5 : 5)	木兰科 Magnoliaceae	(1 : 1)	梧桐科 Sterculiaceae	(1 : 1)
蝶形花科 Fabaaceae	(3 : 3)	木犀科 Oleaceae	(1 : 1)	藜科 Chenopodiaceae	(1 : 1)
松科 Pinaceae	(2 : 5)	茜草科 Rubiaceae	(1 : 1)	荨麻科 Urticaceae	(1 : 1)
蓼科 Polygonaceae	(2 : 2)	漆树科 Anacardiaceae	(1 : 1)	防己科 Menispermaceae	(1 : 1)
败酱科 Valerianaceae	(2 : 2)	胡桃科 Juglandaceae	(1 : 1)	芸香科 Rutaceae	(1 : 1)
壳斗科 Fagaceae	(1 : 2)	含羞草科 Mimosaceae	(1 : 1)	椴树科 Tiliaceae	(1 : 1)
榆科 Ulmaceae	(1 : 2)	茄科 Solanaceae	(1 : 1)	唇形科 Lamiaceae	(1 : 1)
桦木科 Betulaceae	(1 : 1)	忍冬科 Caprifoliaceae	(1 : 1)	桑科 Moraceae	(1 : 1)

表 4 盐肤木群落种子植物属的分布区类型

Table 4 Distribution types of genera of seed plants in the communities of *Rhus chinensis*

分布区类型	所包含的属	属数	占总属数/%
1 世界分布	悬钩子属 <i>Rubus</i> 蓼属 <i>Polygonum</i> 酸模属 <i>Rumex</i> 藜属 <i>Chenopodium</i> 珍珠菜属 <i>Lysimachia</i> 苔草属 <i>Carex</i> 芦苇属 <i>Phragmites</i> 水苏属 <i>Stachys</i>	8	14.04
2 泛热带分布	木防己属 <i>Cocculus</i> 花椒属 <i>Zanthoxylum</i> 菝葜属 <i>Smilax</i> 白茅属 <i>Imperata</i> 柿属 <i>Diospyros</i> 枣属 <i>Ziziphus</i>	6	10.53
3 热带亚洲和热带美洲间断分布	辣椒属 <i>Capsicum</i>	1	1.75
4 旧世界热带分布	莴苣属 <i>Lactuca</i> 扁担杆属 <i>Grewia</i> 合欢属 <i>Albizia</i> 槐属 <i>Sophora</i> 天门冬属 <i>Asparagus</i>	5	8.77
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	臭椿属 <i>Ailanthus</i>	1	1.75
6 热带亚洲至热带非洲分布	大丁草属 <i>Gerbera</i> 芒属 <i>Miscanthus</i>	2	3.51
7 热带亚洲分布	苦苣菜属 <i>Ixeris</i>	1	1.75
8 北温带分布	狗舌草属 <i>Tephrosieris</i> 缬草属 <i>Valeriana</i> 地榆属 <i>Sanguisorba</i> 龙芽草属 <i>Agrimonia</i> 盐肤木属 <i>Rhus</i> 葎草属 <i>Humulus</i> 大麦属 <i>Hordeum</i> 茜草属 <i>Rubia</i> 杜鹃花属 <i>Rhododendron</i> 栎属 <i>Quercus</i> 落叶松属 <i>Larix</i> 黄精属 <i>Polygonatum</i> 蒿属 <i>Artemisia</i> 李属 <i>Cerasus</i> 蔷薇属 <i>Rosa</i> 忍冬属 <i>Lonicera</i> 榆属 <i>Ulmus</i> 紫菀属 <i>Aster</i> 铃兰属 <i>Convallaria</i> 葱属 <i>Allium</i> 百合属 <i>Lilium</i> 桤木属 <i>Alnus</i> 苎麻属 <i>Urtica</i> 松属 <i>Pinus</i>	24	42.11
9 东亚和北美洲间断分布	木兰属 <i>Magnolia</i> 胡枝子属 <i>Lespedeza</i> 刺槐属 <i>Robinia</i>	3	5.26
10 旧世界温带分布	鹅观草属 <i>Roegneria</i> 女贞属 <i>Ligustrum</i>	2	3.51
11 东亚分布 (SJ)	败酱属 <i>Patrinia</i> 沿阶草属 <i>Ophiopogon</i> 枫杨属 <i>Pterocarya</i> 梧桐属 <i>Firmiana</i>	4	7.02
合计		57	100

分布所含的属最少, 各含 1 属, 各占总属数的 1.75%。累计属温带成分的有 26 属, 占总属数的 45.61%, 包括了该群落乔木层的主要属种, 如松属 *Pinus*、落叶松属 *Larix*、盐肤木属等, 表明昆嵛山盐肤木群落具有明显的温带气候特征; 累计热带成分的有 16 属, 占总属数的 28.07%。在盐肤木群落属的区系组成中, 群落植物主要由温带区系和热带区系成分组成, 其中温带植物属占优势, 其次为热带分布的属, 说明该群落具有明显的温带性质和一定的热带成分, 并具有过渡特征。

2.2 群落外貌特征

采用丹麦植物学家 Raunkiaer 的生活型分类系统^[14], 根据调查数据, 盐肤木群落生活型谱如表 5。由表可知, 在盐肤木群落中, 高位芽植物占有明显

优势, 共计 25 种, 占 37.88%, 这类植物以松科、榆科 *Ulmaceae* 等为主, 这些植物在区系划分上大多属于北温带分布, 在盐肤木群落中容易生长形成占据优势的种群。在调查区中未发现 25 m 高度以上的高位芽植物, 这与高贤明等对暖温带森林群落研究中发现缺乏高出林冠层外的大高位芽植物相一致^[16], 即, 受水热条件不足的限制和人类活动的影响, 除少数水热条件比较优越的小生境, 或人为破坏程度较轻的深山区外, 暖温带高位芽植物一般很难达到 25 m 的高度。此外, 地面芽植物共计 22 种, 占 33.33%, 多以菊科为主; 地下芽植物共计 12 种, 占 18.18%, 多以百合科为主。植物各种生活型的分布也是对当地气候的一种适应性表现。在昆嵛山盐肤木群落中, 群落所处的纬度处于北温带

表 5 盐肤木群落种子植物生活型组成
Table 5 Seed plant life forms constitute in the communities
of *Rhus chinensis*

生活型	高位芽	地上芽	地面芽	地下芽	1 年生植物	合计
种群	25	5	22	12	2	66
百分比/%	37.88	7.58	33.33	18.18	3.03	100

的范畴，气候为明显的温带季风气候，一年四季有显著的季节差异，四季温差较大。对比分析中国暖温带和其它温带、暖温带地区植物群落的生活型谱，结果发现中国暖温带植物生活型谱中地面芽植物所占的比例明显低于欧洲和北美的占 50%左右^[17]，反映出我国暖温带冬季时间较短、气温偏高、林下覆雪时间较短的气候特征^[16,19]。

2.3 群落垂直结构特征

植物群落的垂直结构主要表现在层次结构上，每一个层次都有自己特殊的小生境和一定的植物种类与个体数量，重要值是以综合的数值来表示群落中不同植物的相对重要性，其大小可作为群落中物种优势度的度量标志^[6,20]。依据宋永昌等的计算方法^[15]，对所调查盐肤木群落样地的乔木层、灌木层、草本层的物种重要值进行计算，分析昆嵛山盐肤木群落的垂直结构特征。

从表6可看出，在盐肤木群落乔木层中，盐肤木和赤松占据优势，重要值分别为22.53%和22.98%；盐肤木的相对多度最高，达到41.07%，说明在群落中植株数最多，但盐肤木植株年龄较小，在相对显著度上不占优势，而赤松植株数少，但因

表 6 盐肤木群落乔木层物种重要值
Table 6 The important value of trees layer in the communities
of *Rhus chinensis*

种名	相对多度/%	相对高度/%	相对显著度/%	重要值/%
赤松 <i>Pinus densiflora</i>	13.33	30.16	25.44	22.98
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	41.07	17.29	9.23	22.53
火炬松 <i>Pinus taeda</i>	3.47	9.28	28.48	13.74
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	9.87	9.97	18.99	12.94
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	16	12.55	5.99	11.51
臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	4	6.09	2.55	4.21
郁李 <i>Prunus japonica</i>	6.67	1.92	0.02	2.87
落叶松 <i>Larix gmelinii</i>	0.8	3.08	3.78	2.55
华山松 <i>Pinus armandii</i>	1.87	4.15	1.24	2.42
君迁子 <i>Diospyros lotus</i>	0.54	1.37	1.94	1.28
枫杨 <i>Pterocarya stenoptera</i>	0.27	0.83	1.18	0.76
梧桐 <i>Firmiana simplex</i>	0.27	0.96	0.7	0.64
辽东桤木 <i>Alnus sibirica</i>	0.53	1.21	0.17	0.64
黑松 <i>Pinus thunbergii</i>	0.27	0.47	0.23	0.32
大果榆 <i>Ulmus pumila</i>	0.53	0.32	0.04	0.3
桃树 <i>Amygdalus persica</i>	0.27	0.19	0.01	0.16
野花椒 <i>Zanthoxylum simullans</i>	0.27	0.2	0.02	0.16

树龄长，在相对显著度和相对高度上占优势，造成盐肤木群落中赤松和盐肤木重要值相接近。在调查中部分样地受人工砍伐较严重，可能为造成盐肤木树龄较小的原因。盐肤木群落较简单，重要值大于10%的物种有赤松、盐肤木、火炬松 *Pinus taeda*、刺槐、麻栎，其余物种重要值较小，低于5%，其中枫杨 *Pterocarya stenoptera*、梧桐 *Firmiana simplex* 等为偶见种，在群落中出现的频率低，对群落影响较小。

从表7可以看出盐肤木群落中灌木层植物种类共有9种，麻栎幼苗在该层占有绝对优势，重要值达43.17%，其中相对盖度居首位，麻栎适应能力较强，在盐肤木群落灌木层中广泛分布。其中盐肤木重要值达13.09%，说明盐肤木幼苗幼树常见，群落更新能力较强。正因为较强的适应能力和更新能力，以及物种的喜光习性，麻栎和盐肤木通常作为荒山荒地造林的先锋树种。

表 7 盐肤木群落灌木层物种重要值
Table 7 The important value of shrubs layer in the communities
of *Rhus chinensis*

种名	相对多度/%	相对盖度/%	重要值/%
麻栎 <i>Quercus acutissima</i>	20.14	66.20	43.17
山楂叶悬钩子 <i>Rubus crataegifolius</i>	48.61	10.06	29.34
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	13.89	12.28	13.09
郁李 <i>Prunus japonica</i>	5.90	2.63	4.27
山槐 <i>Albizia kalkora</i>	3.82	0.01	1.92
蔷薇 <i>Rosa multiflora</i>	2.78	0.80	1.79
胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	1.39	2.77	2.08
迎红杜鹃 <i>Rhododendron mucronulatum</i>	2.43	0.01	1.22
小蜡 <i>Ligustrum sinense</i>	1.04	0.29	0.66

从表 8 看出，草本层由 33 种植物组成，植物种类较乔木层和灌木层丰富。这与温带森林明显表现出草本层物种较灌木层、乔木层丰富的趋势的结论一致^[21-22]。重要值大于 5%的有 4 种依次为披针叶苔草 *Carex lanceolata*、南牡蒿 *Artemisia eriopoda*、大叶苕麻 *Boehmeria longispica*、叉分蓼 *Polygonum divaricatum*，其重要值达到 73.32%，是组成盐肤木群落草本层的主要组成成分，尤其是披针叶苔草的重要值最大，为 51.71%，在草本层中占绝对优势。其余草本植物重要值最大差异值在 4%以内，说明盐肤木群落能够提供适合大部分草本植物生长的生境。

除上述乔木层、灌木层和草本层植物外，昆嵛山盐肤木群落出现层间植物，主要有华东菝葜 *Smilax sieboldii*、金银花 *Lonicera Japonica* 和木防己 *Cocculus orbiculatus* 等。

表 8 盐肤木群落草本层物种重要值
Table 8 The important value of herbs layer in the communities
of *Rhus chinensis*

种名	相对多 度/%	相对盖 度/%	重要 值/%
披针叶苔草 <i>Carex lanceolata</i>	68.67	34.75	51.71
南牡蒿 <i>Artemisia eriopoda</i>	5.56	13.09	9.32
大叶芒麻 <i>Boehmeria longispica</i>	2.62	10.52	6.57
叉分蓼 <i>Polygonum divaricatum</i>	1.79	9.63	5.71
阿尔泰紫菀 <i>Herba Heteropappi</i>	0.74	7.83	4.29
狭叶珍珠菜 <i>Lysimachia pentapetala</i>	3.02	4.23	3.63
野艾蒿 <i>Artemisia lavandulaefolia</i>	2.35	3.41	2.88
茅梅 <i>Rubus parvifolius</i>	3.40	2.22	2.81
芦苇 <i>Phragmites australis</i>	3.15	2.23	2.69
葎草 <i>Humulus japonicus</i>	1.60	2.17	1.89
水苏 <i>Stachys japonica</i>	1.67	1.53	1.60
芒 <i>Miscanthus si nensis</i>	0.62	1.85	1.23
玉竹 <i>Polygonatum odoratum</i>	0.62	1.76	1.19
狗舌草 <i>Tephrosieris kirilowii</i>	0.28	1.17	0.73
地榆 <i>Sanguisorba officinalis</i>	0.86	0.59	0.73
酸模 <i>Rumex acetosa</i>	0.19	0.50	0.34
大丁草 <i>Gerbera anandria</i>	0.56	0.08	0.32
龙牙草 <i>Agrimonia pilosa</i>	0.43	0.16	0.30
抱茎苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	0.19	0.23	0.21
蕨 <i>Pteridium aquilinum</i>	0.19	0.23	0.21
大麦 <i>Hordeum vulgare</i>	0.09	0.29	0.19
麦冬 <i>Ophiopogon japonicus</i>	0.25	0.12	0.18
铃兰 <i>Convallaria majalis</i>	0.25	0.12	0.18
缬草 <i>Valeriana officinalis</i>	0.12	0.23	0.18
渥丹 <i>Lilium concolor</i>	0.19	0.14	0.16
藜 <i>Chenopodium album</i>	0.22	0.06	0.14
白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	0.03	0.23	0.13
鹅观草 <i>Roegneria kamoji</i>	0.06	0.14	0.10
野韭 <i>Allium ramosum</i>	0.06	0.12	0.09
败酱 <i>Patrinia scabiosaefolia</i>	0.06	0.10	0.08
华星花木兰 <i>Magnolia sinostellata</i>	0.06	0.10	0.08
山莴苣 <i>Lactuca indica</i>	0.06	0.07	0.07
南玉带 <i>Asparagus oligoclonos</i>	0.06	0.07	0.07

2.4 群落物种多样性

物种多样性是对群落结构和功能复杂性的一种度量,对群落物种多样性的研究有助于更好地认识群落的组成、结构、功能和动态,掌握群落演替的一般规律^[18,23]。植物种的丰富度是决定物种多样性的主要因子,分析植物群落物种丰富度是物种多样性研究的基础^[24]。调查时昆崙山保护区处于干旱期,降水严重不足,水分蒸发过快,部分一年生植物未长出,造成群落物种丰富度整体较低。盐肤木群落不同层次相比较,物种丰富度特点表现为:草本层较乔木层和灌木层为高,群落的丰富度指数主要取决于草本层。温带森林草本层生物多样性较高,一般认为是由于群落郁闭度较低,有较充足的阳光照射到草本层,因而草本层生物多样性较高^[25-27]。更进一步的原因可能是草本植物植株较小,

可以充分利用林下不同的微环境斑块^[28]。

物种多样性具有两种涵义:其一是种的丰富度,反映了群落或生境中物种数目的多寡;其二是种的均匀度,反映了各物种个体数目分配的均匀程度^[20,22]。群落各层次的均匀度(J_{Si})相比较,结果显示,草本层均匀度较乔木层和灌木层为低。草本层Simpson优势度(C)大,表明草本层某些种类优势地位突出,这与群落的重要值分析中披针叶苔草等物种重要值大相一致。优势度越大,群落内的物种数量分布往往越不均匀^[19,29]。另外,从表9中可以看出,各层次物种丰富度指数(S)与Simpson物种多样性指数(D)不一致,物种丰富度指数草本层>乔木层>灌木层,而物种多样性指数草本层最小。盐肤木具有喜光耐贫瘠等特性,因此往往广布于演替早期群落,此时林下植物处于抢占生态位的激烈竞争状态,易造成植株分布不均,即较低的均匀性导致较低的多样性,这是导致群落中物种丰富

表 9 昆崙山盐肤木群落物种多样性指数
Table 9 Species diversity indices of the communities
of *Rhus chinensis* in Kunyu Mountain

层次	指标	盐肤木群落
乔木层	S (物种丰富度)	17
	D (Simpon 多样性)	0.770 4
	J_{Si} (Pielou 均匀度)	1.190 7
	C (Simpson 优势度)	0.229 6
灌木层	S (物种丰富度)	9
	D (Simpon 多样性)	0.697 2
	J_{Si} (Pielou 均匀度)	0.784 4
	C (Simpson 优势度)	0.302 8
草本层	S (物种丰富度)	33
	D (Simpon 多样性)	0.519 9
	J_{Si} (Pielou 均匀度)	0.536 1
	C (Simpson 优势度)	0.480 1

度指数与物种多样性指数不一致甚至相反的主要原因之一。

3 结论和讨论

昆崙山地区盐肤木群落共出现维管束植物 67 种,蕨类 1 种,种子植物 66 种隶属于 32 科 57 属。在区系组成中,群落主要由温带区系和热带区系成分植物组成,其中温带植物属占优势,占总属数的 45.61%,说明该群落具有明显的温带性质,同时具有一定的过渡性质。群落中缺少特有属,这与昆崙山地区在地史上没有长期的孤立时期,没能形成独特的环境有关^[30]。昆崙山盐肤木群落生活型谱分析显示,高位芽植物占有优势,占 37.88%,地面芽植物占 33.33%,明显低于欧洲和北美的占 50 %左右,这与我国暖温带相对较暖的气候特征一致。群落垂直结构分析显示盐肤木幼苗幼树多,自我更新良

好, 群落处于稳定增长状态。物种多样性分析显示, 盐肤木群落的物种丰富度最高的草本层具有最低的物种多样性指数, 较低的均匀性导致较低的多样性。本文通过对群落特征和物种多样性的研究, 揭示了昆嵛山盐肤木群落的自然生态规律, 为保护和开发利用盐肤木提供了科学依据。

参考文献:

- [1] 刘春强. 盐肤木基础研究与利用[J]. 中国林业, 2008, 12A: 53.
LIU Chunqiang. Basic research and utilization of *Rhus chinensis* Mill[J]. Forestry of China, 2008, 12A: 53.
- [2] 任宪威. 树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 425.
REN Xianwei. Dendrology[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1997: 425.
- [3] 胡芳名, 谭晓凤, 刘惠民. 中国主要经济树种栽培与利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006: 719-723.
HU Fangming, TAN Xiaofeng, LIU Huimin. Culture and utilization of Chinese non-wood product forest trees[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2006: 719-723.
- [4] 孙志强, 张星耀, 林琳, 等. 赤松纯林分特征对昆嵛山鳃扁叶蜂发生量的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(4): 857-866.
SUN Zhiqiang, ZHANG Xingyao, LIN Lin, et al. Impact of the stand characteristics of *Pinus densiflora* pure forests on the Infestations of *Cephalcia kunyushanica* in Kunyushan region[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(4): 857-866.
- [5] 宋葆华, 李法曾. 山东昆嵛山植物区系研究[J]. 武汉植物学研究, 1999, 17(3): 220-226.
SONG Baohua, LI Fazeng. Studies on flora of Kunyu mountain in Shandong Province[J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 1999, 17(3): 220-226.
- [6] 庄树宏, 王克明, 陈礼学. 昆嵛山老杨场阳坡与阴坡半天然植被植物群落生态学特性的初步研究[J]. 植物生态学报, 1999, 23(3): 238-249.
ZHUANG Shuhong, WANG Keming, CHENG Xueli. Preliminary study on the ecological characteristics in sunny and shady slopes semi-natural vegetation of Laoyangfen in Kunyu Mountain[J]. Acta Phytocologica Sinica, 1999, 23(3): 238-249.
- [7] 吴大千, 杜宁, 王伟, 等. 昆嵛山森林群落下灌草层结构与多样性研究[J]. 山东大学学报: 自然科学版, 2007, 42(1): 83-88.
WU Daqian, DU Ning, WANG Wei, et al. Quantitative analysis of structure and biodiversity of shrub layer and herbage layer under forest community at Kunyu Mountain[J]. Journal of Shandong University: Natural Sciences Edition, 2007, 42(1): 83-88.
- [8] 黄家德, 丘风波. 盐肤木种子繁殖试验[J]. 广西植物, 1994, 14(1): 85-89.
HUANG Jiade, QIU Fengbo. A study on propagation of *Rhus Chinensis* by seeds[J]. Guihaia, 1994, 14(1): 85-89.
- [9] 张燕平, 郑兴峰, 杨力真. 角倍及盐肤木叶片形态构造解剖分析[J]. 南京林业大学学报, 2001, 2(6): 6-10.
ZHANG Yanping, ZHENG Xingfeng, YANG Lizhen. A study on anatomical structure of Horned Gall and the leaf of *Rhus chinensis*[J]. Journal of Nanjing Forestry, 2001, 2(6): 6-10.
- [10] 赵军, 崔承彬, 蔡兵, 等. 国产盐肤木属植物的研究进展[J]. 解放军药学报, 2006, 22(1): 48-50.
ZHAO Jun, CUI Chengbin, CAI Bing, et al. Research progress of *Rhus* plants in China[J]. Pharmaceutical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2006, 22(1): 48-50.
- [11] 孙志强, 张星耀, 朱彦鹏, 等. 应用物种指示值法解析昆嵛山植物群落类型和植物多样性[J]. 生态学报, 2011, 31(11): 3120-3132.
SUN Zhiqiang, ZHANG Xingyao, ZHU Yanpeng, et al. Applications of species indicator for analyzing plant community types and their biodiversity at Kunyushan National Forest Reserve[J]. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(11): 3120-3132.
- [12] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
WU Zhengyi, ZHOU Zhekun, LI Dezhu, et al. The areal-types of the world families of seed plants[J]. Acta Botanica Yunnanica, 2003, 25(3): 245-257.
- [13] 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4): 1-139.
WU Zhengyi. The areal-types of Chinese genera of seed plants[J]. Acta Botanica Yunnanica, 1991, 4 (supp4): 1-139.
- [14] RAUNKIAER C. The life forms of plants and statistical plant geography[M]. New York: Oxford University Press. 1934.
- [15] 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社. 2002.
SONG Yongchang. Vegetation ecology [M]. Shanghai: East China Normal University Press, 2002.
- [16] 高贤明, 陈灵芝. 植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森林植物生活型谱分析[J]. 植物学报, 1998, 40(6): 553-559.
GAO Xianming, CHEN Lingzhi. The revision of plant life-form system and an analysis of the life-form spectrum of forest plants in the warm temperate zone of China[J]. Acta Botanica Sinica, 1998, 40(6): 553-559.
- [17] DAUBENMIRE R. Plant communities: A textbook of plant synecology[M]. New York: Harper&Row. 1968: 62-67.
- [18] 高贤明, 马克平, 陈灵芝. 暖温带若干落叶阔叶林群落物种多样性及其与群落动态的关系[J]. 植物生态学报, 2001, 25(3): 283-290.
GAO Xianming, MA Keeping, CHEN Lingzhi. Species diversity of some deciduous broad-leaved forests in the warm-temperate zone and its relations to community stability[J]. Acta Phytocologica Sinica, 2001, 25(3): 283-290.
- [19] 伊力塔, 韩海荣, 豪树奇, 等. 灵空山辽东栎群落特征及其物种多样性[J]. 林业科学, 2010, 46(9): 164-171.
YI Lita, HAN Hairong, HAO Shuqi, et al. Characters and species biodiversity of *Quercus Liaotungensis* community in Lingkong Mountain[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2010, 46(9): 164-171.
- [20] 王伯孙, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社. 1996.
WANG Bosun, YU Shixiao, PENG Shaolin, et al. Experimental handbook of phytocoenotics[M]. Guangzhou: Guangdong Higher Education Press. 1996.
- [21] 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征[J]. 生态学报, 1994, 14(4): 337-344.
XIE Jinyang, CHEN Lingzhi. Species diversity characteristics of deciduous forests in the warm temperate zone of north China[J]. Acta Ecologica Sinica, 1994, 14(4): 337-344.
- [22] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268-277.
MA Keping, HUANG Jianhui, YU Shunli, et al. Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing, China: II. species richness, evenness and species diversities[J]. Acta Phytocologica Sinica, 1995, 15(3): 268-277.
- [23] 彭少麟. 南亚热带森林群落动态学[M]. 北京: 科学出版社. 1996.
PENG Shaolin. Community dynamics in lower subtropical forests[M]. Beijing: Science Press. 1996.

- [24] 马凯, 李永宁, 金辉, 等. 不同生境类型金莲花群落物种多样性比较[J]. 草业科学, 2011, 28(8): 1467-1472.
MA Kai, LI Yongning, JIN Hui, et al. A comparison of the species diversity of *Trollius chinensis* community in different habitats[J]. Prata Acultural Science, 2011, 28(8): 1467-1472.
- [25] MORAL R. Diversity patterns in forest vegetation of the Wenatchee Mountain, Washington[J]. Bulletin Torrey Botanical Club, 1972, 99: 57-64.
- [26] WHITTAKER R H, NIERING W A. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: A gradient analysis of the south slope[J]. Ecology, 1965, 46: 429-452.
- [27] WHITTAKER R H, NIERING W A. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. V. Biomass, production, and diversity along the elevation gradient[J]. Ecology, 1975, 56: 771-790.
- [28] 贺金生, 陈伟烈, 李凌浩. 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 303-311.
HE Jinsheng, CHEN Weilie, LI Linghao. Community diversity of the main types of the evergreen broad-leaved forest in the eastern part of the middle subtropical China[J]. Acta Phytocologica Sinica, 1998, 22(4): 303-311.
- [29] 彭海明. 普洱旱冬瓜天然群落特征研究[D]. 重庆: 西南大学, 2010: 18.
PENG Haiming. Study on community characteristics of *Alnus nepalensis* natural forest in Pu'er Region[D]. Chongqing: Southwest University, 2010: 18.
- [30] 臧得奎, 樊金会, 赵兰勇, 等. 山东省特有植物的研究[J]. 植物研究, 1994, 14(1): 48-58.
ZANG Dekui, FAN Jinhui, ZHAO Lanyong, et al. Study on the endemic plants from Shandong Province[J]. Bulletin of Botanical Research, 1994, 14(1): 48-58.

Characters and species biodiversity of *Rhus chinensis* Mill. communities in Kunyu Mountain

HOU Yuping, NIU Kaifeng, ZHU Jiahua, ZHAO Xue*, WANG Zhongli

College of Life Sciences, Ludong University, Yantai, Shandong 264025, China

Abstract: The floristic character, community appearance, community structure and species biodiversity of *Rhus chinensis* communities in Kunyu Mountain nature reserve were studied by using the plot investigation methodology. The result showed that there were 66 seed plant species belonging to 57 genera and 32 families in the *R. chinensis* communities. The flora displayed an apparent temperate characteristic, and there was a transitional characteristic from temperate floristic element to tropical floristic element. The stratification of the vertical of the restorable communities was obvious. The communities were divided into tree layer, shrub layer, herb layer, and the dominant species in the three layers respectively were *Pinus densiflora* and *R. chinensis* in the tree layer, *Quercus acutissima* in the shrub layer, and *Carex lanceolata* in the herb layer. The species diversity index of different layers in *R. chinensis* communities showed: shrub layer > tree layer > herb layer, and the species diversity index in the herb layer reduced with the decrease of the evenness. The natural regeneration appeared very well of *R. chinensis* saplings, which indicated the communities were in steady growth condition. Based on the through studies of different environments in the Kunyu mountain area, the natural ecological law of *R. chinensis* communities in the warm temperate zone was illustrated, which provided a scientific foundation for the protection and expansion of the germplasm resources and the sustainable management of *R. chinensis*.

Key words: *Rhus chinensis* Mill.; community character; flora; species biodiversity; Kunyu Mountain