

人为干扰对浑善达克沙地榆树疏林的影响

李永庚 蒋高明* 高雷明 牛书丽 刘美珍 于顺利 彭羽

(中国科学院植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093)

摘要 榆树(*Ulmus pumila*)疏林灌丛草原是浑善达克沙地植被演替的顶极群落。但近年来, 榆树数量减少、树龄老化严重。2001~2002年, 在浑善达克沙地榆树疏林集中分布地区, 选取了轻度(LD)、中度(MD)和过度(HD)3个不同干扰强度的地点进行实地调查。分析了浑善达克沙地榆树数量减少、树龄老化与人类经济活动干扰的关系。结果表明: 1) 当地居民用于修建围栏而砍伐了当地大约 30% 的成年榆树, 这些榆树的树龄多在 30~70 年之间(胸径 10~30 cm), 致使当地该树龄段的榆树大量消失; 2) 牲畜啃食导致榆树幼苗或幼树失去生长的机会, 造成榆树幼苗和幼树的密度下降, 由轻度干扰地段(LD)的大于 600 株·hm⁻²下降到干扰过度(HD)的不足 100 株·hm⁻²; 3) 由于人类经济活动的过度干扰, 植被盖度降低, 榆树种子失去了萌发所需要的位置稳定性, 使成苗概率减小。为了保护 and 恢复榆树疏林在浑善达克沙地生态系统中的重要地位, 通过分析, 提出了相应的对策和措施。

关键词 榆树疏林灌丛草原 退化生态系统 浑善达克沙地 干扰强度

IMPACTS OF HUMAN DISTURBANCE ON ELMS-MOTTE-VELDT IN HUNSHANDAK SANDLAND

LI Yong-Geng JIANG Gao-Ming* GAO Lei-Ming NIU Shu-Li

LIU Mei-Zhen YU Shun-Li and PENG Yu

(Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract There are many elm (*Ulmus pumila*) distributed on the fixed sand dune in Hunshandak Sandland. Elms-motte-veldt is the climax community of vegetation succession in this region. Recently, the quantity of elms decreased sharply, especially for the young elms and seedlings, and the elms-motte-veldt vegetation was severely destroyed. In order to reveal the reason for these changes, three typical sites in the centre of Hunshandak Sandland containing elms were investigated during August 2001 and August 2002. These sites represented 3 levels of human disturbance: light disturbance (LD) in a ley of no pasturing for ten years during the plant growth season, moderate disturbance (MD) in a ley of no pasturing for two years, and heavy disturbance (HD) in a ley of over-pasturing for 50 years. The relationship between age structure of elms-motte-veldt and the degree of disturbance was analyzed to evaluate the impacts of different factors. The results indicated that: 1) about 30% of adult elms had been removed by the inhabitants to enclose their grassland, and those elms were 30–70 years old, which is the reason why the adult elms decreased sharply; 2) there were no enough fodder for livestock in the heavily disturbed grassland and they had to graze seedlings and young elm trees, resulting in the sharp decrease in the quantity of seedlings and young elm trees. The density of seedlings and young elm trees decreased from more than 600 plants·hm⁻²(LD) to less than 100 plants·hm⁻²(HD); 3) because of heavy human disturbance, the vegetation coverage decreased sharply, and the elm seeds lost the stability for sprouting, so almost no seeds could germinate. It could be concluded that: the human disturbance rather than climate disturbance caused the retrogression of elms-motte-veldt vegetation. Based on our analyses, it was unadvisable to plant exotic trees, such as *Populus × xiaozhuanica* and *Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv in Hunshandak Sandland to prevent dust storms. On the contrary, the native trees of *U. pumila* should be protected and planted during vegetation restoration of Hunshandak Sandland.

Key words Elms-motte-veldt, Hunshandak Sandland, Retrogressive ecosystem, Disturbance

榆树(*Ulmus pumila*)是我国北方主要用材树种, 分布广泛, 适应性强, 寿命长(刘琪璟, 1989; 阎伟等,

1997)。我国内蒙古自治区的浑善达克沙地的半流动和固定沙丘上天然分布大量榆树, 尤以锡林郭勒

盟正蓝旗分布最为集中,因此称之为“蓝旗榆”(陈静生等,1960)。浑善达克沙地上的榆树个体矮化,树高一般在 10~15 m,为乔木或亚乔木状,树干弯曲;枝密叶疏,分枝多而柔软;冠幅大,能更好地起到防风固沙作用(马毓泉,1990)。

榆树疏林灌丛草原是浑善达克沙地、科尔沁沙地、呼伦贝尔沙地特有的原始自然景观,也是我国北方草原生态系统演替的顶级群落。续九如等(2001)对科尔沁沙地约 117 500 km² 以榆树疏林草地为主要植物群落调查时发现,百年以上的古榆树(*Ulmus pumila*)仅存 30 余株。李胜功等(1997)研究了科尔沁沙地植被演替模式后,认为沙地植被的总体演替模式为:沙米(*Agriophyllum pungen*)群落→差不嘎蒿(*Artemisia halodendron*)群落和黄柳(*Salix gordejewii*)群落→冰草(*Agropyron cristatum*)草原或糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)草原或羊草(*Leymus chinensis*)草原→灌丛化草原→榆树疏林草原。而关于浑善达克沙地榆树疏林的研究鲜见报道。近年来浑善达克沙地榆树疏林面积和榆树数量减少,对草场的防护功能减弱,草场退化、土壤沙化日趋严重,当地的生态环境迅速恶化,历史上水草丰美的富饶之地已成为近年来我国北方地区的沙源区之一,引起了社会各界的广泛关注。浑善达克沙地目前正面临着过度放牧、草场退化、植被盖度降低等问题。本文根据浑善达克沙地植被分布特点,研究了榆树疏林树龄结构的特点,分析了榆树树龄老化的原因,籍以揭示保护沙地榆树、恢复退化的榆树疏林生态系统的可能途径。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区的概况

研究区位于内蒙古自治区锡林郭勒盟正蓝旗的那日图苏木和贺尔斯台苏木,地处浑善达克沙地腹地,榆树疏林灌丛草原分布集中,该区海拔 1 340 m 左右,属大陆性气候,冬季严寒漫长,夏季炎热,全年平均气温 1.7 ℃,极端最低气温 -38 ℃,全年 ≥10 ℃积温 2 000 ℃,无霜期 105 d 左右,年日照时数大于 1 000 h;年平均风速 4 m·s⁻¹,全年大于 8 级大风日数为 90 d,年均降雨量 250~350 mm,且 70 %集中在 6~8 月。土壤为风沙土,平均沙层厚度达 200 m,但有 30~100 cm 的钙积层,土壤贫瘠,不利于植物根系的发育。在固定沙丘和半固定沙丘上分布榆树疏林,乔木层郁闭度 0.3 左右,榆树多呈丛状分布。每丛 3~5 株,林下有灌木及草本植物。滩地和低地

上分布的为灌木或草本植物,极少发现有榆树分布。

1.2 研究方法

1.2.1 样地选择

选择轻度、中度和过度干扰 3 个类型的榆树疏林灌丛草地,各个样地的植被特征见表 1,调查时间在 2001 年 8 月至 2002 年 8 月。各个类型样地基本情况如下:

1) 轻度干扰的榆树疏林灌丛草地(简称为“LD”)。位于那日图苏木(苏木相当于乡镇级行政区划)东部,1992 年围封后一直作为牧民的冬季草场,总面积约 1 000 hm²,其中榆树疏林面积约 300 hm²,榆树疏林保存较好,种群结构亦较合理,草场略有退化,林下产草量一般在 2 000 kg·hm⁻²左右,无明显沙化现象。这种类型的草原在榆树分布区约占 10%。

2) 中度干扰的榆树疏林灌丛草地(简称为“MD”)。位于贺尔斯台苏木北部,2001 年围封以前一直作为牧民的夏季草场,总面积约 3 000 hm²,其中榆树疏林面积约 700 hm²,草场退化、沙化明显,约 50%的固定沙丘开始活化,林下产草量一般在 500 kg·hm⁻²左右;2001 实行了围封禁牧,榆树疏林破坏较重。这种类型的草原在榆树分布区约占 75%。

3) 过度干扰的榆树疏林灌丛草地(简称为“HD”)。位于那贺尔斯台苏木东部,长期以来一直作为公共夏季牧场,总面积约 10 000 hm²,其中榆树面积约 2 000 hm²,草场严重退化、沙化明显,产草量一般不足 100 kg·hm⁻²,约 95%的固定沙丘已经活化,已经出现沙漠景观,榆树疏林破坏严重。这种类型的草原在榆树分布区约占 15%。

1.2.2 研究方法

1.2.2.1 种群特征和植被盖度

在每种类型的样地上选择榆树集中分布的区域,建立 3 个 100 m×100 m 的样方,调查榆树疏林的种群结构,记录不同生长状态榆树的数量。在每个样方内选择 3 个有代表性的 5 m×5 m 子样方,调查榆树健壮幼苗的数量(不包括当年生榆树苗),取其平均值计算该样方的榆树幼苗密度,同时调查植被盖度。

1.2.2.2 砍伐数量

在 3 个样地附近分别在不同的居民点随机抽取当地 3 户居民,调查最近 20 年平均每人砍伐榆树的总株数,根据这个基础数据推算各个样方内遭到砍伐的榆树数量。

1.2.2.3 榆树种子萌发数量

表 1 不同干扰强度下浑善达克沙地榆树疏林灌丛草原的群落特征
Table 1 Communities characteristics of elms-motte-veldt under different disturbed degree in Hunshandak Sandland

样地及位置 Sites and their positions	平均盖度 Average coverage (%)	生物量 Biomass of grass (kg•hm ⁻²)	较丰富的植物种类 Preponderant plant species	
			乔木和灌木 Trees and shrubs	草本 Grasses
轻度干扰 Light disturbed (LD) 116°22'19" E 42°56'28" N	80	2 000	榆树 <i>Ulmus pumila</i> 山丁子 <i>Malus baccata</i> 稠李 <i>Prunus padu</i> 黄柳 <i>Salix gordejewii</i> 小红柳 <i>S. microstachya</i> 羊柴 <i>Hedysarum mongolicum</i> 小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i> 沙蒿 <i>Artemisia arenaria</i> 柴桦 <i>Betula fruticosa</i>	羊草 <i>Leymus chinensis</i> 冰草 <i>Agropyron cristatum</i> 赖草 <i>Leymus secalinus</i> 克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i> 黄华 <i>Thermopsis lanceolata</i> 冷蒿 <i>Artemisia frigida</i> 无芒雀麦 <i>Bromus inermis</i> 叉分蓼 <i>Polygonum davaricatum</i> 雾冰藜 <i>Bassia dasyphylla</i>
中度干扰 Moderate disturbed (MD) 116°02'19" E 42°54'28" N	50	1 000	榆树 <i>Ulmus pumila</i> 山丁子 <i>Malus baccata</i> 稠李 <i>Prunus padus</i> 黄柳 <i>Salix gordejewii</i> 小红柳 <i>S. microstachya</i> 羊柴 <i>Hedysarum mongolicum</i> 小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i> 沙蒿 <i>Artemisia arenaria</i> 柴桦 <i>Betula fruticosa</i>	羊草 <i>Leymus chinensis</i> 冰草 <i>Agropyron cristatum</i> 冷蒿 <i>Artemisia frigida</i> 叉分蓼 <i>Polygonum davaricatum</i> 雾冰藜 <i>Bassia dasyphylla</i> 沙米 <i>Agriophyllum pungens</i> 虫实 <i>Corispermum candelabrum</i> 猪毛菜 <i>Salsola collina</i>
过度干扰 Heavy disturbed (HD) 115°22'19" E 42°34'28" N	10	100	榆树 <i>Ulmus pumila</i> 黄柳 <i>Salix gordejewii</i> 小红柳 <i>S. microstachya</i> 小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	羊草 <i>Leymus chinensis</i> 冷蒿 <i>Artemisia frigida</i> 沙米 <i>Agriophyllum pungens</i>

2002 年 7 月上旬,在围封禁牧区调查了榆树疏林林缘 50 m 处不同植被盖度条件下当年生幼苗的数量,用来分析种子萌发与植被盖度的关系。

1.3 年龄结构的划分

1)种子萌发苗(Sprout):当年种子萌发所形成的实生苗。2)幼苗(Seedling):一类是年龄 10 年以下的实生苗,生长速度较慢,树高一般不超过 2 m;另一类是根茎萌生苗,多为丛生,生长较快,5 年苗的株高可达 2 m。3)幼树(Young tree):树龄在 10~30 年,株高在 2~5 m,胸径在 5~15 cm,尚不具备结实能力。4)成年树(Adult tree):树龄在 30~70 年之间,株高在 5~11 m,胸径在 15~30 cm,结实能力强,是榆树种子的主要来源。5)老树(Old tree):树龄在 70 年以上,株高在 10 m 以上,胸径在 30 cm 以上,结实能力有所降低。5)死树(Dying or dead tree):有明显征兆濒临死亡或已经死亡的榆树,这类树的树龄大小不等。

2 结果与分析

2.1 不同干扰强度对榆树种子萌发的影响

浑善达克沙地上的榆树落种期在 6 月上旬,此期往往有降雨出现,给种子萌发提供了一个较为适

宜的水分条件。但种子的萌发还需要地面上有一定的植被覆盖度来保证种子位置的稳定性,植被状况显著影响萌发种子的密度(图 1a)。较低的植被盖度不足以保证种子萌发过程中位置的稳定性,而过高的植被盖度使种子着地困难,这两种情况下种子的萌发率均较低;植被盖度大致在 60 %~70 %时种子的萌发率较高。

在轻度干扰(LD)的榆树疏林灌丛草原上植被盖度在 80% 左右,萌发种子的密度可达 141 株•m⁻²;中度干扰(MD)情况下植被盖度在 50% 左右,萌发种子的密度降低到 100 株•m⁻²;而过度干扰(HD)情况下植被盖度严重降低,不足 20%,萌发种子的密度仅为 4 株•m⁻²(图 1b)。榆树种子萌发后还要经过高温、干旱、强光等严酷自然条件的选择,大部分萌发的种子失去成树的机会,但种子的萌发仍然是浑善达克沙地榆树更新的基础。

2.2 不同干扰强度对榆树密度的影响

调查发现,这两类榆树幼苗的密度与草原干扰强度存在明显的对应关系(图 2)。在合理放牧、草场植被较好的那日图苏木东部地区(LD),榆树幼苗的平均密度可达到 640 株•hm⁻²,在放牧较重、草场植被较差的贺尔斯台苏木北部地区(MD),幼苗的密

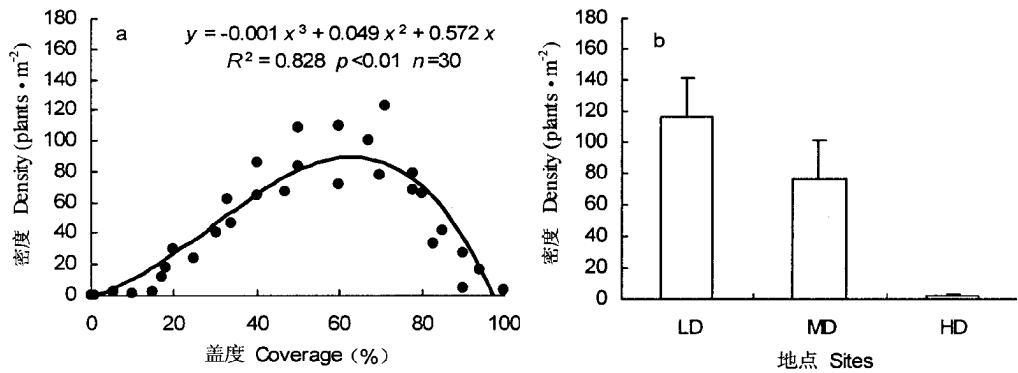


图1 浑善达克沙地榆树疏林灌丛草原不同植被盖度(a)和干扰强度(b)下榆树萌发种子的密度
Fig.1 Sprouts density of elms under different vegetation coverage (a) and different veldt sites disturbed by light, moderate and heavy degree (b) of elms-motte-veldt in Hunshandak Sandland
LD、MD、HD: 同表1 See Table 1

度显著降低,为 280 株·hm⁻²左右,在过度放牧、草场植被极差的贺尔斯台苏木东部地区(HD),幼苗的密度则降低到 53 株·hm⁻²。

幼树的株高与胸径如图 3,这些树的枝条易被牲畜啃食,树干也容易被人为砍伐利用。从图 4 看出,过度利用对榆树幼树数量影响显著,榆树幼树的数量由在轻度干扰地区的 18 株·hm⁻²减少到在另外两个地区的幼树数量仅为 2 株·hm⁻²左右。

成年树是榆树种子的主要来源,这个树龄段的榆树主要被人为砍伐而减少。我们对贺尔斯台苏木北部的巴音胡舒嘎查(嘎查相当于行政村的基层组织)的牧民调查,该嘎查有 7 500 hm² 土地,300 个居民,截止到 2000 年底累计构筑围栏 744 km,砍伐成年榆树近 30 000 株,约占当地成年榆树总量的 1/3。其它两个地区也有类似的现象发生,但那日图苏木东部地区被砍伐的榆树数量较少,而贺尔斯台苏木东部被砍伐的榆树较多。从成年榆树的分布密度可以看到这一点。

老年榆树的结实能力开始下降,树势渐显衰退。从图 4 可以看出,3 个调查地区的老树密度较为接近。

榆树的死亡是其自我更新的过程,造成这些榆树死亡的原因是多方面的,其中草场退化、土壤后风蚀是造成榆树死亡的主要原因。死亡榆树数量的多少与过度放牧有直接关系。从图 4 可以看出,3 个调查地区的死树密度表现为 LD < MD < HD。

2.3 不同干扰强度对榆树树龄结构的影响

上述调查结果显示,那日图东部地区(LD)的榆树疏林保存较为完好,榆树数量较多;贺尔斯台苏木

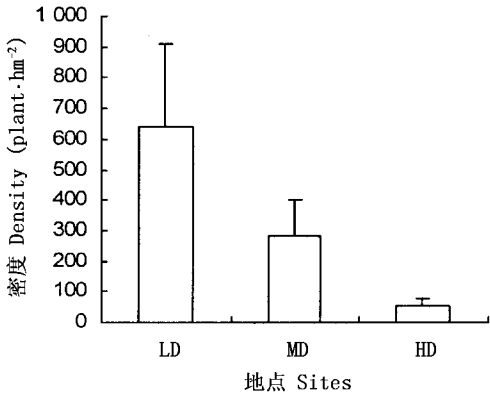


图2 浑善达克沙地榆树疏林灌丛草原不同干扰强度下榆树幼苗的密度
Fig.2 Seedlings density of elms under different veldt sites disturbed with light, moderate and heavy degree of elms-motte-veldt in Hunshandak Sandland
LD、MD、HD: 同表1 See Table 1

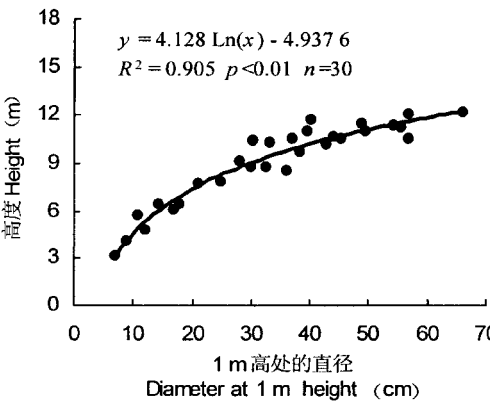


图3 浑善达克沙地榆树树高与胸径的关系
Fig.3 Relationship between diameter at 1 m height and tree height of elms in Hunshandak Sandland

北部地区(MD)次之;贺尔斯台苏木东部地区(HD)最差。不仅如此,从图 5 榆树群体的树龄结构组成可以看出:老树和死树的比例表现为 LD < MD < HD,树苗、幼树和成年树的比例表现为 LD > MD > HD。这种趋势表明对浑善达克沙地榆树树林灌丛草原的过度干扰和利用是导致榆树自我更新能力下降、树龄老化的原因。

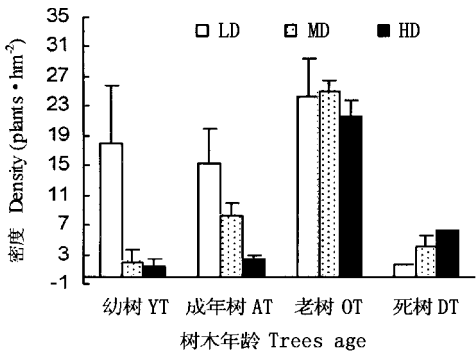


图 4 浑善达克沙地榆树疏林灌丛草原不同干扰强度下不同树龄榆树的密度

Fig.4 Young trees (YT), adult trees(AT), old trees (OT) and dying trees(DT) density of elms under different veldt sites disturbed with light, moderate and heavy degree of elms-motte-veldt in Hunshandak Sandland

LD、MD、HD: 同表 1 See Table 1

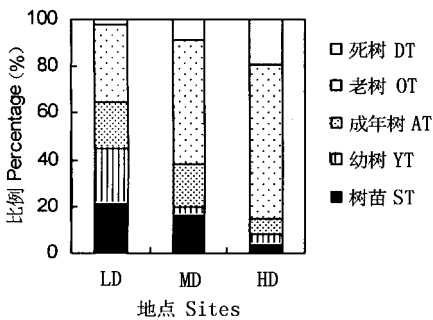


图 5 不同干扰强度下浑善达克沙地榆树疏林幼苗、幼树、成年树、老树和死树在群体中的比例

Fig.5 Percentage of seedling(ST), young trees(YT), adult trees(AT), old trees(OT) and dying trees (DT) under different veldt sites disturbed with light, moderate and heavy degree of elms-motte-veldt in Hunshandak Sandland

LD、MD、HD: 同表 1 See Table 1

3 讨 论

榆树疏林灌丛草原是浑善达克沙地植被演替的顶级群落,是当地唯一能形成疏林的乔木树种。榆树树林的存在不仅能够分散地面上的风动量、减少气流与沙尘之间的传递,直接阻止浑善达克沙地起沙;而且为鸟类提供栖息地、为林下植物提供一个较好的小环境,对维持整个生态系统的结构与功能将

起到重要的作用。草地的退化加速了榆树疏林的老龄化,榆树疏林的老龄化将同样加剧草地的退化,形成恶性循环。人类经济活动的干扰已经使部分地区的榆树疏林严重老龄化,如不及时采取补救措施保护榆树疏林,浑善达克沙地的沙漠化将加速扩展。

Kon 和 Okitsu(1999)研究发现,在榆树(*Ulmus davidiana* var. *japonica*)的幼树期,由于环境扰动,使榆树的生存环境发生剧烈变化,降低了榆树的存活率,而相对稳定的环境条件有利于榆树幼苗的存活。根据李胜功等(1997)总结的科尔沁沙地榆树疏林灌丛草原的植被演替趋势,榆树疏林的形成必须在有先锋物种定居的前提下才能形成。本研究通过调查发现,榆树种子的萌发必须有一定的植被覆盖,以保证种子位置的稳定性,植被盖度达到 60% ~ 70% 时最有利于种子的萌发。这个结果表明,在草地严重沙化后,由于植被覆盖度较低,种子位置的相对稳定性得不到保证,在流动的沙丘上长出实生苗,榆树疏林丧失了自我更新的能力,如在过度放牧干扰的贺尔斯台苏木东部的夏季公共牧场。如果没有外界的干扰,作为固沙先锋植物的沙米能够逐步覆盖流动沙丘并演替为其它群落,为榆树更新提供一个较好的植被环境。因此,在自然状态下恢复榆树疏林的结构与功能需要较长的时间。适度的人工干扰如禁牧、封育、沙障固沙等可加速生态系统的恢复。经过约两年的封育就能遏制生态系统退化的势头,恢复榆树疏林的自我更新能力,如贺尔斯台北部的一处夏季牧场在封育两年后就取得了显著的效果。

为了恢复浑善达克沙地的的植被,有关部门已经在浑善达克沙地植树造林,所栽植的树种多为杨树(*Populus × xiaozhuanica*)和樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*),均不是当地的乡土树种。这两种乔木的生态适应性较榆树差,成活率较低且生长缓慢,预计 20 年内难以成林,短期内不能达到防沙治沙的生态功能。而另一方面浑善达克沙地自然分布的榆树疏林却面临着树龄老化的现实,其生态功能正逐步减弱。利用和保护浑善达克沙地的榆树疏林,这不仅节约大量的植树造林费用,还有利于浑善达克沙地植被的恢复与重建。

参 考 文 献

Chen, J.S. (陈静生) & X. M. Guo (郭蓄民). 1960. Landscape of little Tenggeli sand area in Inner Mongolia Autonomous Region. *Acta Geographica Sinica* (地理学报), **26**: 23 ~ 33. (in Chinese with English abstract)

Kon, H. & S. Okitsu. 1999. Role of land-surface disturbance in regeneration of *Ulmus davidiana* var. *japonica* in a cool temperate deciduous forest on Mt. Asama, central Japan. *Journal of the Japanese Forestry Society*, **81**:29 ~ 35.

Li, S.G. (李胜功), A.F. Zhao (赵爱芬) & X.L. Chang (常学礼). 1997. Problems in vegetation succession in Ke'erqin sand. *Journal of Desert Research*(中国沙漠), **17**:25. (in Chinese with English abstract)

Liu, Q.J. (刘琪臻). 1989. Drought resistance of major tree species in the Fuxin region of Liaoning province, China. *Journal of Northeast Forestry Unniversity* (东北林业大学学报), **17**:93 ~ 99. (in Chinese with English abstract)

Ma, Y.Q. (马毓泉). 1990. Plant records in Inner Mongolia. Vol.2. 2nd ed. Huhehot: Inner Mongolia Pepole's Press. 105 ~ 115. (in Chinese)

Xu, J.R. (续九如), S.M. Cheng (程诗明), S.Y. Zhou (邹受益), W.D. Zhang (张卫东), X.Y. Zhu (朱新云) & Y.S. Han (韩玉生). 2001. Collection, conservation and propagation techniques of the old elm (*Ulmus pumila*) tree resources in Ke'erqin sand land. *Journal of Beijing Forestry University*(北京林业大学学报), **25**:75 ~ 78. (in Chinese with English abstract)

Yan, W. (阎伟), W.B. Li (李万宝) & Q.W. Wu (武巧文). 1997. Elm distributed in Zhenglan Banner, Inner Mongolia Lanqin is a good afforestation tree species in arid grassland. *Journal of Inner Mongolia Forestry College*(Natural Science Editor)(内蒙古林学院学报 (自然科学版)), **19**:32 ~ 35. (in Chinese with English abstract)

责任编辑: 刘世荣 责任编辑: 张丽赫