科尔沁沙地小叶锦鸡儿更新方式研究

邱兰兰[1]，贺山峰[1]，蒋德明[2]，骆永明[2]

(1. 河南理工大学 应急管理学院，河南 焦作 454000；2. 中国科学院 沈阳应用生态研究所，辽宁 沈阳 110016)

摘 要：以不同恢复年限的人工和天然小叶锦鸡儿为研究对象，采用样地调查和室内外实验相结合的方法对小叶锦鸡儿的更新方式进行了研究。结果表明，不同年限小叶锦鸡儿结种量和百粒重差异明显；小叶锦鸡儿土壤种子库丰度随时间降低很快；虽然沙埋有助于提高种子萌发率，但野外条件下小叶锦鸡儿幼苗很难存活；平茬处理后小叶锦鸡儿枝条长势良好；小叶锦鸡儿到达一定年限后可通过自然萌生进行更新。说明在自然条件下，小叶锦鸡儿难以实现种子更新；自然萌生和人工平茬是其主要且有效的更新方式。

关键词：小叶锦鸡儿；更新方式；平茬处理；萌生

文献标识码：A 文章编号：1000-288X(2012)04-0176-04 中图分类号：Q143

Regeneration Patterns of *Caragana Microphylla* in Horqin Sandy Land

QIU Lan-lan[1], HE Shan-feng[1], JIANG De-ming[2], LUO Yong-ming[2]

(1. *Emergency Management School, He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan* 454000, *China*;
2. *Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, Liaoning* 110016, *China*)

Abstract: *Caragana microphylla* is one of the key species for vegetation restoration in Horqin sandy land. Using field investigation and indoor and outdoor experiments, the regeneration of *C. microphylla* with different ages were studied. The results show that there were obvious differences in seed yield and 100-seed weight among *C. microphylla* with different ages. Seed density in soil decreased quickly with time. Seedlings could hardly survive under natural conditions, although sand burial increased the seed germination rate. The branches grew well after stumping treatment. *C. microphylla* could regenerate through sprouting after a few years. In summary, it is difficult to implement seed regeneration for *C. microphylla* under natural conditions, and sprouting and artificial stumping are the effective regeneration patterns for *C. microphylla* in the study area.

Keywords: ***Caragana microphylla***; **regeneration patterns**; **stumping treatment**; **sprouting**

植物更新是一个复杂的生态学过程，它受环境条件、自然和人为干扰等影响，对种群的增殖、扩散、延续和群落稳定及演替具有重要的作用，是植被动态研究的热点[1]。为了适应各种外界环境压力，不同的物种采取不同的更新策略。植物现有的更新方式是其在长期的自然选择和进化中形成的，是植物适应环境、延续和扩大种群的重要生物学特性之一[2]。研究植物的更新方式可以了解物种在群落中的竞争能力和生态适应对策，对准确评价群落的稳定性和可持续发展能力也有重要意义。

位于北方农牧交错带的科尔沁沙地是我国生态系统中的"环境脆弱带"。近些年，不少研究者对这一地区的植物群落结构、种群组成、人工生态系统建设等方面做了大量工作[3-6]。小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)是豆科具刺灌木，具有耐寒抗旱、耐贫瘠和耐高温等特点，因此被广泛用于科尔沁沙地植被恢复[3,7]。以往对小叶锦鸡儿的研究大多集中于固沙效应[7-8]、土壤环境和水分[5,8-10]、群落稳定性[11]等方面，而对其更新方式研究却未见报道。

本研究采用样地调查和室内外实验相结合的方法，调查分析科尔泌沙地小叶锦鸡儿的多项更新要素指标，旨在揭示科尔沁地区小叶锦鸡儿种群的更新能力和有效的更新方式，探讨小叶锦鸡儿种群更新方式对科尔沁地区环境的适应机制和生态学意义，为我国北方沙漠化地区固沙灌木的保育提供理论依据和实践参考。

收稿日期：2011-09-16 修回日期：2011-10-18

资助项目：河南理工大学博士基金项目"气候变化背景下洪涝灾害风险评估与风险管理研究"(B2011-017)；国家"十一五"科技支撑计划项目"内蒙古东部沙地草场风蚀沙化控制技术研究与试验示范"(2006BAD26B04)

作者简介：邱兰兰(1982—)，女(汉族)，山东省滨州市人，硕士，讲师，主要从事植物营养与土壤环境研究。E-mail：qllm@hpu.edu.cn。

通信作者：贺山峰(1980—)，男(汉族)，山东省日照市人，博士，讲师，主要从事生态恢复和灾害风险研究。E-mail：heshanfeng@163.com。

1　研究区概况

研究区位于科尔沁沙地西部的乌兰敖都地区。该区属于典型的半干旱风沙性气候,气候干燥,年均气温 6.2 ℃,年均降水量 340.5 mm,年蒸发量达 2 200 mm。风沙大且频繁,年均风速达 4.5 m/s,8 级以上大风日数为 75.3 d。该区沙丘起伏,坨甸相间,形成了广阔的沙地景观,主要生境类型可分为流动和半流动沙丘、固定沙丘、沙沼地、丘间低地和石质残丘。土壤类型主要有风沙土、草甸土和盐碱土。其原生植被属于森林向草原的过渡类型。原生植被已被破坏殆尽,目前植被表现出强烈的次生性,大部分已演变为沙生植被和草甸植被[12]。区系分布上为蒙古植物区系、华北植物区系和长白植物区系的交接地带,其中分布最广、种类最多的是蒙古植物区系植物。

2　材料与方法

2.1　样地设置

分别在栽植年限不同的人工小叶锦鸡儿群落以及天然小叶锦鸡儿群落中选取样地,其基本情况详见表 1。人工小叶锦鸡儿初植密度均为 1 m×1 m,栽植年限分别为 6,11 和 22 a。

表 1　小叶锦鸡儿样地基本情况

样地类型	6 年生人工群落	11 年生人工群落	22 年生人工群落	天然群落
植被总盖度/%	50	70	85	75
密度/(丛·hm^{-2})	6 438	7 625	4 792	2 875
平均高度/cm	81	97	109	85
平均冠幅/cm	99×82	106×96	100×98	148×128
根系平均深度/cm	105	177	208	193
主要伴生物种	差巴嘎蒿,虫实,狗尾草,白前	差巴嘎蒿,虫实,狗尾草,白前,刺沙蓬	黄柳,差巴嘎蒿,地锦,虫实,狗尾草,毛马唐,绿珠藜,灰绿藜	兴安胡枝子,虫实,狗尾草,毛马唐,雾冰藜,地锦,黄蒿,画眉草,三芒草

注:差巴嘎蒿(*Artemisia halodendron*),灶台虫实(*Corispermum candelabrum*),狗尾草(*Setaria viridis*),白前(*Cynanachum glaulescens*),刺沙蓬(*Salsola ruhtenica*),黄柳(*Salix gordejevii*),地锦(*Euphorbia humifusa*),毛马唐(*Digitaria ciliaris*),绿珠藜(*Chenopodium acuminatum*),灰绿藜(*Chenopodium glaucum*),兴安胡枝子(*Lespedeza davurica*),雾冰藜(*Bassia dasyphylla*),猪毛蒿(*Artemisia csoparia*),画眉草(*Eragrostis pilosa*),三芒草(*Aristida adscensionis*)。

2.2　研究方法

2.2.1　单丛结种量测定　首先在各样地内随机选取小叶锦鸡儿 12 丛,调查每丛的枝条数量;再分别从各丛随机选取 3 个枝条调查种子数量,取其均值;将各丛枝条数分别与其单枝种子数量平均值相乘,即得单丛小叶锦鸡儿的结种量。

2.2.2　种子百粒重测定　以 100 粒小叶锦鸡儿风干种子为一组,用 1∶10 000 电子天平称重,即得种子百粒重。各样地设 10 个重复。

2.2.3　种子萌发率测定　用于实验的种子在室内适宜条件下萌发率超过 95%。萌发实验在中国科学院沈阳应用生态研究所乌兰敖都沙漠试验站进行。于 8 月初进行播种(此时小叶锦鸡儿种子大部分已成熟脱落),设有沙埋深度和降水量两个不同处理。沙埋深度分为 0 和 2 cm 两种情况,降水量分为拱棚内一次性降水 2,5,10,15 mm 和置于拱棚外自然条件下降水 5 种情况,每个处理组合有 3 个重复,每个重复 50 粒种子。拱棚内实验至连续 10 d 种子无发芽截止,拱棚外自然条件下至 10 月下旬截止。

2.2.4　土壤种子库测定　于小叶锦鸡儿种子完全脱落后(8 月中旬),采用样带法(各样地设置 20 个样点),使用 20 cm×20 cm×10 cm 的土壤种子库采样器在每个样点上取样。将土样中所有的小叶锦鸡儿种子带回实验室,用种子萌发法鉴定种子活力,有活力的种子统计在土壤种子库中。

2.2.5　平茬枝条生长情况测定　于生长季初(4 月中旬)在各样地内平茬 20 丛小叶锦鸡儿,留茬高度为距地面约 2 cm。之后每月中旬随机采样枝测定枝条长度和鲜生物量,并于生长季末期(10 月中旬)与未平茬当年生新枝对比。

2.2.6　自然更新方式调查　于各样地随机选取小叶锦鸡儿 30 丛,定期调查所选小叶锦鸡儿的自然更新情况;于各样地设置 2 m×2 m 样方 30 个,定期调查所设置样方内种子幼苗情况。

应用 SPSS 13.0 软件对实验所得数据进行统计分析。

3　结果与分析

3.1　小叶锦鸡儿单丛结种量和种子百粒重

种子的产量和质量直接影响到植物的更新和土

壤种子库的储量，在植物种群生态研究中占据重要的位置。从表 2 中可以看出，天然小叶锦鸡儿的单丛结种量最大，平均达 5 338 粒/丛，约是 22 年生人工小叶锦鸡儿的 3.85 倍，这主要是因为天然小叶锦鸡儿每丛的枝条数最多，平均达 27.7 枝。而由于人工小叶锦鸡儿栽植密度较大，随着生长年限的增加，样地内土壤水分条件不断恶化，枝条有减少的趋势，22 年生小叶锦鸡儿每丛的枝条数平均仅为 12.2 枝，所以其单丛接种量最少。

人工小叶锦鸡儿种子百粒重随着种植年限增加而增大，且均大于天然小叶锦鸡儿种子百粒重，不同年限小叶锦鸡儿之间的种子百粒重差异均达到显著水平。22 年生小叶锦鸡儿种子百粒重平均为 4.13 g，最小的天然小叶锦鸡儿种子百粒重平均为 2.91 g。

表 2 不同年限小叶锦鸡儿单丛结种量和种子百粒重

样地类型	6 年生人工群落	11 年生人工群落	22 年生人工群落	天然群落
结种量(粒/丛)	$2\,807\pm313^{b}$	$4\,148\pm387^{a}$	$1\,387\pm148^{c}$	$5\,338\pm699^{a}$
百粒重/g	3.25 ± 0.05^{c}	3.96 ± 0.06^{b}	4.13 ± 0.07^{a}	2.91 ± 0.06^{d}

注：表中数据为平均值±标准误；相同小写字母表示差异不显著，不同小写字母表示差异显著($p<0.05$)。下同。

3.2 小叶锦鸡儿的土壤种子库特征

土壤种子库是一个潜在的群落体系，它的存在无疑对种群的天然更新具有重要作用，为植被的迅速恢复提供重要的物质基础。如图 1 所示，11 年生小叶锦鸡儿群落内土壤种子库密度在各月份均为最大，分别为 373.6，185.8 和 146.7 粒/m^2，这主要与小叶锦鸡儿密度和单丛结种量有关。虽然天然小叶锦鸡儿单丛结种量最高，但由于其密度很低，故群落内土壤种子库密度最小。另外，各小叶锦鸡儿群落土壤种子库密度均随时间延长而迅速减小，9 月份种子库密度较 8 月份减少程度均达到显著水平，至 10 月份时土壤种子库密度平均仅为 8 月份的 37.4%，所损失的种子绝大部分被鸟类和小动物取食或腐烂。

3.3 小叶锦鸡儿种子萌发特性

小叶锦鸡儿的种子萌发率试验表明(表 3)，对于相同处理不同年限小叶锦鸡儿之间的种子萌发率相差不大；沙埋 2 cm 种子的萌发率明显高于未沙埋的种子，平均是未沙埋种子萌发率的 3.34 倍，其中以降水 2 mm 的处理最为显著，二者平均相差 8.48 倍，说明在降水较少的情况下，沙埋对种子萌发具有明显的促进效果；除天然小叶锦鸡儿未沙埋的处理外，一次性降水 10 和 15 mm 的种子萌发率并无显著差异。此外在实验期间，虽然自然条件下室外降水总量较多(29.3 mm)，但其种子萌发率却均低于拱棚内一次性降水 5 mm 处理的种子，这可能是由于阳光直射使沙土水分蒸散较快造成的。

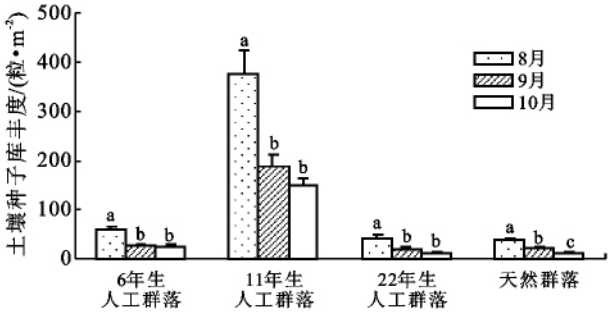


图 1 不同生长年限小叶锦鸡儿土壤种子库变化

表 3 不同沙埋深度条件下各年限小叶锦鸡儿种子萌发率 %

降水量/mm	6 年生人工群落		11 年生人工群落		22 年生人工群落		天然群落	
	0 cm	2 cm	0 cm	2 cm	0 cm	2 cm	0 cm	2 cm
自然	25.3^{b}	48.0^{c}	24.7^{b}	44.7^{b}	20.0^{b}	45.3^{c}	10.7^{d}	39.3^{b}
2	2.0^{c}	13.3^{d}	0.7^{c}	14.0^{c}	2.7^{c}	11.3^{d}	0.7^{d}	4.0^{c}
5	30.7^{b}	63.3^{bc}	28.0^{b}	75.3^{a}	30.0^{b}	63.3^{b}	30.0^{c}	45.3^{b}
10	56.0^{a}	82.0^{a}	63.3^{a}	80.0^{a}	55.3^{a}	80.7^{a}	42.7^{b}	64.7^{a}
15	54.0^{a}	72.7^{ab}	60.0^{a}	78.0^{a}	62.0^{a}	81.3^{a}	56.0^{a}	71.3^{a}

注："0 cm"代表未沙埋的处理；"2 cm"代表沙埋 2 cm 的处理；"自然"表示置于拱棚外自然条件下降水的处理。

3.4 小叶锦鸡儿平茬与幼苗、萌生情况

通过对平茬与当年新枝长度及生物量的比较(图略)，可以发现不同年限小叶锦鸡儿平茬枝条长度变化趋势基本相同，增长量最大的是 22 年生小叶锦鸡儿，其平茬后枝条平均长度是未平茬小叶锦鸡儿当年生新枝的 2.6 倍；不同年限小叶锦鸡儿平茬枝条鲜生物量均明显大于当年生新枝，平茬后枝条平均鲜生物量是未平茬小叶锦鸡儿当年生新枝的 6.3 倍，而且天

然小叶锦鸡儿平茬枝条鲜生物量还远高于人工小叶锦鸡儿平茬枝条。

对各样地的定期野外调查发现,小叶锦鸡儿幼苗的数量非常少,仅于天然群落的样方内发现 2 棵小叶锦鸡儿幼苗,最终也于当年枯死,生长高度均未超过 20 cm。在科尔沁沙地,植物的生长季大多始于 4 月份,但此时的降水量少而变率大,风速也处于全年最高,次降雨后萌发的幼苗往往会被后来的持续干旱或风蚀风积全部杀死。7—8 月份虽降水充足,但此时水分蒸散量也达到最大,同时出土的幼苗也会因生长期较短而面临很大死亡风险。可见在自然状态下,小叶锦鸡儿靠种子更新是很难实现的。但在对所选小叶锦鸡儿萌生更新情况的调查中发现,除 6 年生小叶锦鸡儿外,11 年生、22 年生和天然小叶锦鸡儿均会从根颈处自然萌生出新生枝条,以代替部分枯死的老枝条,这是由于根茎处受到沙埋促进了小叶锦鸡儿的无性繁殖。

4　结 论

植物的自然更新包含了多方面的生态过程,包括植物的开花和结实、种子扩散和萌发、幼苗建成和生长、植物种繁殖过程及其伴生种的种群变化等过程[13]。采取何种更新对策主要是由物种的遗传特性和适应外界环境压力(生境和干扰机制)决定的。不同物种甚至同一物种在不同生境和干扰机制影响下,有时以种子更新为主,有时又以萌生更新为主,有时两种更新方式共同存在[14]。两种更新方式各有优劣,种子更新对不同环境的适应能力方面存在优越性,能提高或维持种群的遗传多样性,对种群进化十分重要;而萌生更新在选择上有优势,因有庞大的母株根系支持,更能有效地利用土壤中水分和养分资源,形成的枝条健壮且生长较快,对环境具有更强的适应能力,对群落的维持及稳定性有着极其重要的意义[15]。

由于科尔沁沙地自然条件十分恶劣,加之群落植被密度较大,水分竞争愈加激烈,使得小叶锦鸡儿种子萌发生长很难得到充足的水分供应。野外观察发现,只有一小部分小叶锦鸡儿种子在适量降雨后发芽,但若天气条件不适合,这些发芽的种子绝大多数不久后都会枯死。结合种子萌发实验和野外调查可以发现,在自然条件下,小叶锦鸡儿难以实现种子更新。

由于科尔沁沙地终年风沙大,小叶锦鸡儿根颈处极易受到沙埋,这促进了其无性繁殖。同时,小叶锦鸡儿萌芽力很强,适时进行人工平茬也可以提高分蘖和生长能力,促进其从伐根上萌发出大量枝条。由此可见,自然萌生和人工平茬是科尔沁沙地小叶锦鸡儿主要且有效的更新方式。

综合以上研究结果,在对小叶锦鸡儿进行人工更新管理中,建议适时对灌丛采取修枝、打叉和平茬等处理,以促进其冠幅生长和萌生更新。

[参 考 文 献]

[1] Ponge J, Andre J, Zackrisson O, et al. The forest regeneration puzzle: Biological mechanisms in humus layer and forest vegetation dynamics[J]. Bioscience, 1998, 48(7): 523-530.

[2] 李小双,彭明春,党承林. 植物自然更新研究进展[J]. 生态学杂志,2007,26(12): 2081-2088.

[3] 曹成有,蒋德明,阿拉木萨,等. 小叶锦鸡儿人工固沙区植被恢复生态过程的研究[J]. 应用生态学报,2000,11(3):349-354.

[4] 苏永中,赵哈林,张铜会,等. 科尔沁沙地不同年代小叶锦鸡儿人工林植物群落特征及其土壤特性[J]. 植物生态学报,2004,28(1):93-100.

[5] 贺山峰,王娟,邱兰兰,等. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿群落保育土壤作用的研究[J]. 水土保持通报,2009,29(3):73-77.

[6] 李雪华,蒋德明,骆永明. 小叶锦鸡儿固沙灌丛的肥岛效应及对植被影响[J]. 辽宁工程技术大学学报:自然科学版,2010,29(2):336-339.

[7] 贺山峰,蒋德明,阿拉木萨,等. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿灌木林固沙效应的研究[J]. 水土保持学报,2007,21(1):84-87.

[8] 蒋德明,曹成有,押田敏雄,等. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿人工林防风固沙及改良土壤效应研究[J]. 干旱区研究,2008,25(5):653-658.

[9] 曹成有,蒋德明,全贵静,等. 科尔沁沙地小叶锦鸡儿人工固沙区土壤理化性质的变化[J]. 水土保持学报,2004,18(6):108-111,131.

[10] 阿拉木萨,蒋德明,裴铁璠. 科尔沁沙地人工小叶锦鸡儿植被水分入渗动态研究[J]. 生态学杂志,2004,23(1):56-59.

[11] 曹成有,蒋德明,骆永明,等. 小叶锦鸡儿防风固沙林稳定性研究[J]. 生态学报,2004,24(6):1178-1186.

[12] 刘新民,赵哈林,赵爱芬. 科尔沁沙地风沙环境与植被[M]. 北京:科学出版社,1996.

[13] Harper J L. The population Biology of Plants[M]. New York: Academic Press, 1977.

[14] 高贤明,王巍,杜晓军,等. 北京山区辽东栎林的径级结构、种群起源及生态学意义[J]. 植物生态学报, 2001, 25(6):673-678.

[15] Sork V L. Examination of seed dispersal and survival in red oak, *Quercus rubra* (Fagaceae), using metal-tagged acorns[J]. Ecology, 1984, 65:1020-1022.