

科尔沁沙地 69 种植物种子重量比较研究

刘志民 李荣平 李雪华 骆永明 王红梅 蒋德明 南寅镐

(中国科学院沈阳应用生态研究所 沈阳 110016)

摘要 研究了科尔沁沙地 69 种植物的繁殖体(30 种为种子, 39 种为果实)重量。结果表明: 1) 传播体为果实的植物可分为 4 个组别(即果实单粒重 < 0.1 mg, 0.1 ~ 0.999 9 mg, 1 ~ 9.999 9 mg, 10 ~ 99.999 9 mg); 黄蒿(*Artemisia scoparia*)果实(0.051 7 mg)和小香蒲(*Typha minima*)果实(0.068 2 mg)最轻, 苍耳(*Xanthium sibiricum*)单个果实(77.894 3 mg)最重; 2) 传播体为种子的植物可分为 3 个组别(即种子单粒重 0.1 ~ 0.999 9 mg, 1 ~ 9.999 9 mg, 10 ~ 99.999 9 mg); 马齿苋(*Portulaca oleracea*)种子(0.151 4 mg)最轻, 苦参(*Sophora flavescens*)种子(46.781 6 mg)最重; 3) 黄蒿、马齿苋、轮叶沙参(*Adenophora tetraphylla*)、碱地肤(*Kochia sieversiana*)、狼尾花(*Lysimachia barystachys*)、灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)、刺沙蓬(*Salsola ruthenica*)、菟丝子(*Cuscuta chinensis*)、大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、野古草(*Arundinella hirta*)等植物所以广泛分布可能是因为它们繁殖体轻(< 1 mg)且具有持久土壤种子库; 4) 流沙上的先锋植物或沙生演替系列前期植物沙蓬(*Agriphyllum squarrosum*)、差巴嘎蒿(*Artemisia halodendron*)、乌丹蒿(*Artemisia wudanica*)、狗尾草、雾冰藜(*Bassia dasyphylla*)的繁殖体要么重量居中或偏大, 要么有降低位移的其它机制。

关键词 种子重量 生活型 土壤种子库 分布 沙生植物 比较植物生态学

A COMPARATIVE STUDY OF SEED WEIGHT OF 69 PLANT SPECIES IN HORQIN SANDYLAND, CHINA

LIU Zhi-Min LI Rong-Ping LI Xue-Hua LUO Yong-Ming
 WANG Hong-Mei JIANG De-Ming and NAN Yin-Hao
 (Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China)

Abstract Previous studies have shown that seed mass is related to dispersal distance, seed longevity, establishment success and fecundity. Many ecologists have employed seed weight as a trait to classify plant functional types; however, few studies of this kind have been conducted in China. Horqin Sandyland, located in the semiarid agropastoral zone of northern China, has undergone severe desertification during the past decades. Formation of active dunes, degradation of natural vegetation, and loss of biodiversity are the primary issues of environmental concern. At present, no comparative studies on the regenerative strategies of the constituent plant species have been conducted, and basic information necessary for vegetation restoration activities is lacking. We conducted a comparative study on the seed weight of 69 species in Horqin Sandyland to better understand regeneration strategies of these species for purposes of improving vegetation management and restoration.

Seeds were collected at the Wulanaodu region (119°39' E, 42°29' N, 480 m a. s. l.). The climate there is semiarid with a mean annual precipitation of ca. 340 mm and a mean annual temperature of 6.3 °C. At present, 90% of the total land has been desertified and 70% of the meadow has become saline and sodic. Psammophile-dominated vegetation is well developed.

Plant diaspores are usually referred to as seeds, even though many of them are in fact fruits. We analyzed data on seeds and indehiscent, single-seeded fruit. The air-dried weight of 100 diaspores was measured for each plant. Most grasses caryopses were measured with the persistent lemmas and awns with which they are normally dispersed. The achenes of Compositae were measured with pappus and seeds and those of *Cynanchum sibiricum*, *Metaplexis japonica* and *Apocynum venetum* were also measured with hairs. Fruits of *Xanthium sibiricum*, *Lappula myosotis* and *Bassia dasyphylla* were measured with thorn and hook.

The results showed that species could be divided into four groups with regard to the weight of diaspores as fruits (< 0.1 mg, 0.1 - 0.999 9 mg, 1 - 9.999 9 mg, 10 - 99.999 9 mg). The fruits of *Artemisia scoparia* (0.051 7 mg) and *Typha minima* (0.068 2 mg) were the lightest, and those of *Xanthium sibiricum* were the heaviest. Species could be divided into 3 groups with regard to the weight of diaspores: 0.1 - 0.999 9 mg; 1 - 9.999 9 mg; and 10 - 99.999 9 mg. Seeds of *Portulaca oleracea* (0.151 4 mg) were the lightest, while

收稿日期: 2003-01-10 接受日期: 2003-08-13

基金项目: 中国科学院沈阳应用生态研究所知识创新工程重大项目“科尔沁沙地退化生态系统恢复技术与示范”(SCXZD0102) 中国科学院沈阳应用生态研究所知识创新工程面上创新课题“东北西部生态脆弱区生态环境评估和恢复对策研究”(SCXMS0204)

E-mail: liuzhimin655@yahoo.com.cn

the seeds of *Sophora flavescens* (46.781 6 mg) were the heaviest. Small seeds and a persistent soil seed bank might be responsible for the extensive distribution of such species as *Artemisia scoparia*, *Portulaca oleracea*, *Adenophora tetraphylla*, *Kochia sieversiana*, *Lysimachia barystachys*, *Chenopodium glaucum*, *Salsola ruthenica*, *Cuscuta chinensis*, *Artemisia sieversiana*, *Setaria viridis*, and *Arundinella hirta*. The pioneering species that establish on sand dunes such as *Agriophyllum squarrosum*, *Artemisia halodendron*, *A. wudanica*, *Setaria viridis* and *Bassia dasyphylla* had medium or high diaspore weight, or had mechanisms to protect diaspores from being carried away by the wind.

Key words Diaspore weight, Soil seed bank, Distribution, Psammophytes, Comparative plant ecology, Grassland degradation

在现代植物生态学研究中,种子形态学与干扰的关系得到了普遍的重视(刘志民等,2003)。已有研究表明,种子重量与种子的传播距离、种子库寿命、植物定居成功率、植物繁殖力相关(Thompson, 1987; Thompson *et al.*, 1993; Weiher *et al.*, 1999; Lloret *et al.*, 1999; Guo *et al.*, 2000)。

比较研究就是对大量的具有明显生态学差异的种或种群的发芽、生长、繁殖、生理进行对照研究。它有助于更有地方性和更深入的研究,能使生态学家辨识出植物适应进化的主要途径并且确定在特定生境中植物具备适合度(或适合度缺乏)而所表现出的生活史和生理特点(Grime, 2001)。进行植物功能类型划分需要对大量的物种和种群进行对策分类(Diaz *et al.*, 1999; Kleyer, 1999)。英国、阿根廷、澳大利亚、新西兰等国对大量种子的重量进行了专门的比较研究,并探讨了其生态学意义(Thompson *et al.*, 1993; Moles *et al.*, 2000)。我国学者研究了典型草原 120 个物种的种子大小(仲延凯等, 2001)。

科尔沁沙地位于中国北方农牧交错区,是荒漠化相对严重的地区。对科尔沁沙地,目前关于生活史繁殖对策的研究很少,大量物种的比较研究尤其罕见,因此,影响了对植被持续性机制、种群扩散机制、杂草侵入机制、生物多样性丧失机制的认识。

作者对 69 个科尔沁沙地植物区系中的植物种的种子重量进行了比较研究,探讨了种子重量与植物分布和植物沙生适应性的关系,旨在为植被的保护和管理提供依据。

1 材料和方法

所用实验材料 2002 年采自科尔沁沙地乌兰敖都地区。尽管植物繁殖体常指种子,但在很多场合实际指果实,因为繁殖体同时是传播体,而有些植物又不便于将果实和种子分开(Thompson *et al.*, 1993; 仲延凯等, 2001)。在此,所分析的是种子、闭果和单种果实。每一物种的量测对象列于表 1 中。禾本科

植物带外稃和芒(如果有芒)量测,菊科植物女菀(*Aster fastigiatus*)、山莴苣(*Lactuca indica*)、苣荬菜(*Sonchus brachyotus*)、黄金菊(*Hypochoeris grandiflora*)果实测量时带冠毛。苍耳(*Xanthium sibiricum*)、鹤虱(*Lappula myosotis*)、雾冰藜(*Bassia dasyphylla*)等的果实带钩或刺量测。细叶白前(*Cynanchum sibiricum*)、萝藦(*Metaplexis japonica*)、罗布麻(*Apocynum venetum*)种子带毛量测。因为这些附属物具有植物传播价值。重量是 100 粒繁殖体的风干重量。每种植物有 5 个重复(Thompson *et al.*, 1993)。

根据文献(中国科学院内蒙古-宁夏综合考察队, 1985; 曹新孙, 1990; 刘媛心, 1985; 1987; 1992; 刘新民等, 1996)引用学名并确定植物的生活型和生态特性。

2 结果

39 种植物测量果实, 30 种植物测量种子(表 1)。

对传播体为果实的植物,可以大致分为 4 个组别(表 2)。黄蒿(*Artemisia scoparia*)果实(0.051 7 mg)和小香蒲(*Typha minima*)果实(0.068 2 mg)重量最小。苍耳单个果实(77.894 3 mg)最重。对传播体为种子的植物,可以大致分为 3 个组别(表 2)。马齿苋(*Portulaca oleracea*)种子(0.151 4 mg)最轻,苦参(*Sophora flavescens*)种子(46.781 6 mg)最重。

以果实作为传播体的一年生杂草狗尾草(*Setaria viridis*)、金狗尾草(*S. glauca*)、水稗草(*Echinochloa hispidula*)、毛马唐(*Digitaria ciliaris*)、雾冰藜、太阳花(*Erodium stephanianum*)、鹤虱果实重量(单果重 0.558 7~3.300 7 mg)居中。以种子作为繁殖体的一年生杂草如野大豆(*Glycine soja*)、灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)、碱地肤(*Kochia sieversiana*)、刺沙蓬(*Salsola ruhtenica*)、碱蓬(*Suaeda corniculata*)、马齿苋、曼陀罗(*Datura stramonium*)、苘麻(*Abutilon theophrasti*)、野西瓜苗(*Hibiscus trionum*)、地锦

表 1 69 种植物的繁殖体重量
Table 1 Diaspore weight of 69 species

植物种 Species	所属科 Family	生活型 Life form	百粒重(±SE) 100 diaspore weight (mg±SE)	量测对象(种 子或果实) Diaspore type (Seeds or fruits)
1 冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	菊科 Compositae	SS	15.46±0.26	瘦果 Achene
2 万年蒿 <i>A. gmelinii</i>		SS	19.83±0.17	瘦果 Achene
3 差巴嘎蒿 <i>A. halodendron</i>		SS	50.77±1.57	瘦果 Achene
4 大籽蒿 <i>A. sieversiana</i>		ABH	23.67±0.26	瘦果 Achene
5 黄蒿 <i>A. scoparia</i>		ABH	5.17±0.11	瘦果 Achene
6 乌丹蒿 <i>A. wudanica</i>		SS	37.76±0.87	瘦果 Achene
7 女菀 <i>Aster fastigiatus</i>		PH	16.44±0.22	瘦果 Achene
8 飞廉 <i>Carduus nutans</i>		BH	1 486.35±39.76	瘦果 Achene
9 砂蓝刺头 <i>Echinops gmelini</i>		PH	626.65±6.08	瘦果 Achene
10 黄金菊 <i>Hypochoeris grandiflora</i>		PH	368.61±9.00	瘦果 Achene
11 山莴苣 <i>Lactuca indica</i>		BH	111.86±0.92	瘦果 Achene
12 苣荬菜 <i>Sonchus brachyotus</i>		PH	40.14±1.40	瘦果 Achene
13 苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>		AH	7 789.43±136.70	瘦果 Achene
14 野古草 <i>Arundinella hirta</i>	禾本科 Gramineae	PH	57.71±0.76	颖果 Caryopsis
15 糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>		PH	127.86±1.51	颖果 Caryopsis
16 披碱草 <i>Clinelymus dahuricus</i>		PH	393.30±19.65	颖果 Caryopsis
17 毛马唐 <i>Digitaria ciliaris</i>		AH	107.74±0.88	颖果 Caryopsis
18 水稗草 <i>Echinochloa hispidula</i>		AH	179.98±17.40	颖果 Caryopsis
19 牛鞭草 <i>Hemarthria compressa</i>		PH	208.02±16.57	颖果 Caryopsis
20 冠芒草 <i>Pappophorum boreale</i>		AH	54.51±0.91	颖果 Caryopsis
21 狼尾草 <i>Calamagrostis epigeios</i>		PH	24.88±0.51	颖果 Caryopsis
22 金狗尾草 <i>Setaria glauca</i>		AH	330.07±10.31	颖果 Caryopsis
23 狗尾草 <i>S. viridis</i>		AH	55.87±4.07	颖果 Caryopsis
24 山竹子 <i>Hedysarum fruticosum</i>	豆科 Leguminosae	SS	1 264.02±14.86	荚果 Pod
25 野大豆 <i>Glycine soja</i>		AH	859.19±60.86	种子 Seed
26 兴安胡枝子 <i>Lespedeza davurica</i>		SS	234.03±7.91	荚果 Pod
27 紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i>		PH	225.79±3.19	种子 Seed
28 黄花草木樨 <i>Melilotus suaveolens</i>		ABH	159.98±6.76	种子 Seed
29 苦参 <i>Sophora flavescens</i>		PH	4 678.16±93.33	种子 Seed
30 苦马豆 <i>Swainsonia salsula</i>		SS	177.91±4.66	种子 Seed
31 网果葫芦巴 <i>Trigonella korshinskyi</i>		AH	368.72±5.14	种子 Seed
32 野豌豆 <i>Vicia amoena</i>		PH	1 723.02±193.00	种子 Seed
33 沙蓬 <i>Agriophyllum squarrosum</i>	藜科 Chenopodiaceae	AH	152.29±2.92	种子 Seed
34 雾冰藜 <i>Bassia dasyphylla</i>		AH	74.32±1.73	胞果 Urtricle
35 灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i>		AH	37.32±0.19	种子 Seed
36 碱地肤 <i>Kochia sieversiana</i>		AH	19.39±0.42	种子 Seed
37 刺沙蓬 <i>Salsola ruhtenica</i>		AH	59.53±1.17	种子 Seed
38 碱蓬 <i>Suaeda corniculata</i>		AH	89.21±1.54	种子 Seed
39 萝藦 <i>Metaplexis japonica</i>	萝藦科 Asclepiadaceae	PH	332.90±31.52	种子 Seed
40 杠柳 <i>Periploca sepium</i>		S	1 261.56±60.75	种子 Seed
41 细叶白前 <i>Cynanchum sibiricum</i>		PH	786.93±37.26	种子 Seed
42 知母 <i>Anemarrhena asphodeloides</i>	百合科 Liliaceae	PH	391.39±6.39	蒴果 Capsule
43 海滨天冬 <i>Asparagus brachyphyllus</i>		PH	1713.74±32.35	种子 Seed
44 小黄花菜 <i>Hemerocallis minor</i>		PH	969.25±12.72	种子 Seed
45 苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	锦葵科 Malvaceae	AH	760.93±33.38	种子 Seed
46 野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>		AH	366.14±12.74	种子 Seed
47 冬葵 <i>Malva mohileviensis</i>		BH	239.73±16.53	分果 Schizocarp
48 委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	蔷薇科 Rosaceae	PH	42.43±1.39	瘦果 Achene
49 地榆 <i>Sanguisorba officinalis</i>		PH	179.48±2.59	瘦果 Achene
50 石竹 <i>Dianthus chinensis</i>	石竹科 Caryophyllaceae	PH	59.21±1.35	种子 Seed
51 防风 <i>Saposhnikovia divaricata</i>	伞形科 Umbelliferae	PH	196.87±5.02	分果 Schizocarp
52 野鸢尾 <i>Iris dichotoma</i>	鸢尾科 Iridaceae	PH	374.44±15.20	种子 Seed
53 紧穗三棱草 <i>Bolboschoenus compactus</i>	莎草科 Cyperaceae	PH	299.68±2.66	小坚果 Nutlet
54 益母草 <i>Leonurus japonica</i>	唇形科 Labiatae	ABH	207.51±2.07	小坚果 Nutlet
55 狼尾花 <i>Lysimachia barystachys</i>	报春花科 Primulaceae	PH	22.04±0.31	种子 Seed
56 轮叶沙参 <i>Adenophora tetraphylla</i>	桔梗科 Campanulaceae	PH	19.24±0.42	种子 Seed
57 太阳花 <i>Erodium stephanianum</i>	牻牛儿苗科 Geraniaceae	AH	277.93±5.60	蒴果 Capsule
58 小香蒲 <i>Typha minima</i>	香蒲科 Typhaceae	PH	6.82±0.23	小坚果 Nutlet

表 1 (续) Table 1 (continued)

植物种 Species	所属科 Family	生活型 Life form	百粒重(± SE) 100 diaspore weight (mg ± SE)	量测对象(种子或果实) Diaspore type (Seeds or fruits)
59 东北木蓼 <i>Atraphaxis manshurica</i>	蓼科 Polygonaceae	S	322.84 ± 7.40	瘦果 Achene
60 大麻 <i>Cannabis sativa</i>	桑科 Moraceae	AH	1 045.51 ± 27.55	瘦果 Achene
61 菟丝子 <i>Cuscuta chinensis</i>	旋花科 Convolvulaceae	AH	64.30 ± 2.91	种子 Seed
62 马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	马齿苋科 Portulacaceae	AH	15.41 ± 0.37	种子 Seed
63 苋菜 <i>Amaranthus retroflexus</i>	苋科 Amaranthaceae	AH	49.26 ± 0.45	种子 Seed
64 曼陀罗 <i>Datura stramonium</i>	茄科 Solanaceae	AH	629.11 ± 10.42	种子 Seed
65 毛茛 <i>Ranunculus japonicus</i>	毛茛科 Ranunculaceae	PH	98.86 ± 1.34	瘦果 Achene
66 地锦 <i>Euphorbia humifusa</i>	大戟科 Euphorbiaceae	AH	37.40 ± 1.01	种子 Seed
67 鹤虱 <i>Lappula myosotis</i>	紫草科 Boraginaceae	AH	193.21 ± 10.57	小坚果 Nutlet
68 罗布麻 <i>Apocynum venetum</i>	夹竹桃科 Apocynaceae	PH	79.05 ± 3.85	种子 Seed
69 盐生车前 <i>Plantago maritima</i>	车前科 Plantaginaceae	PH	54.48 ± 0.51	种子 Seed

AH : 一年生植物 Annuals ABH : 一、两年生植物 Annual-biennials BH : 两年生植物 Biennials PH : 多年生草本 Perennials S : 灌木 Shrubs SS : 半灌木(小半灌木) Semi-shrubs

表 2 繁殖体单粒重分组
Table 2 Grouping of single diaspore weight

植物种 Species	单粒重 Single diaspore's weight							
	< 0.1 mg		0.1 ~ 0.999 9 mg		1 ~ 9.999 9 mg		10 ~ 99.999 9 mg	
	种子 Seed	果实 Fruit	种子 Seed	果实 Fruit	种子 Seed	果实 Fruit	种子 Seed	果实 Fruit
	黄蒿 ⁵ 、 小香 蒲 ³⁸	马齿苋 ⁶² 、轮叶沙 参 ⁵⁶ 、碱地肤 ³⁶ 、狼尾 花 ⁵⁵ 、灰绿藜 ³⁵ 、地 锦 ⁶⁶ 、苋菜 ⁶³ 、盐生车 前 ⁶⁹ 、石竹 ⁵⁰ 、刺沙 蓬 ³⁷ 、菟丝子 ⁶¹ 、罗布 麻 ⁶⁸ 、碱蓬 ³⁸	冷蒿 ¹ 、女菀 ⁷ 、万年 蒿 ² 、大籽蒿 ⁴ 、狼尾 草 ²¹ 、乌丹蒿 ⁶ 、苣荬 菜 ¹² 、委陵菜 ⁴⁸ 、差巴 嘎蒿 ³ 、冠芒草 ²⁰ 、狗 尾草 ²³ 、野古草 ¹⁴ 、雾 冰藜 ³⁴ 、毛茛 ⁶⁵	沙蓬 ²³ 、黄花草木 樨 ²⁸ 、苦马豆 ³⁰ 、紫花 苜蓿 ²⁷ 、萝摩 ³⁹ 、野西 瓜苗 ⁴⁶ 、网果葫芦 巴 ³¹ 、野鸢尾 ⁵² 、曼陀 罗 ⁶⁴ 、苘麻 ⁴⁵ 、细叶白 前 ⁴¹ 、野大豆 ²⁵ 、小黄 花菜 ⁴⁴	毛马唐 ¹⁷ 、山莴苣 ¹¹ 、 糙隐子草 ¹⁵ 、地榆 ⁴⁹ 、 水稗草 ¹⁸ 、鹤虱 ⁶⁷ 、防 风 ⁵¹ 、益母草 ⁵⁴ 、牛鞭 草 ¹⁹ 、兴安胡枝子 ²⁶ 、 冬葵 ⁴⁷ 、太阳花 ⁵⁷ 、紧 穗三棱草 ⁵³ 、东北木 蓼 ⁵⁹ 、金狗尾草 ²² 、黄 金菊 ¹⁰ 、知母 ⁴² 、披碱 草 ¹⁶ 、砂蓝刺头 ⁹ 、大 麻 ⁶⁰	杠柳 ⁴⁰ 、 海滨天 冬 ⁴³ 、野 豌豆 ³² 、 苦参 ²⁹	山竹 子 ²⁴ 、 飞廉 ⁸ 、 苍耳 ¹³	

1 ~ 69 同表 1 See Table 1

(*Euphorbia humifusa*) 的种子重量差异悬殊(单种重 0.373 2 ~ 8.591 9 mg)

两年生植物飞廉(*Carduus nutans*)、山莴苣和冬葵(*Malva mohileviensis*) 都以果实作为繁殖体, 重量较大。

多年生杂草有的繁殖体重量小, 如狼尾花(*Lysimachia barystachys*) 种子单粒重 0.220 4 mg)、轮叶沙参(*Adenophora tetraphylla*) 种子单粒重 0.192 4 mg)、委陵菜(*Potentilla chinensis*) (瘦果单粒重 0.424 3 mg)、苣荬菜(瘦果单粒重 0.401 4 mg) 等, 有的繁殖体重量大, 如石竹(*Dianthus chinensis*) 种子单粒重 0.592 1 mg)、细叶白前(种子单粒重 7.869 3 mg)。

草原植物繁殖体重量复杂。蒿属植物黄蒿、冷蒿(*Artemisia frigida*)、万年蒿(*A. gmelinii*) 单个瘦果重量 0.051 7 ~ 0.198 3 mg) 瘦果重量小。禾本科植物繁殖体重量差异大, 如糙隐子草(*Cleistogenes*

squarrosa) 颖果单粒重 1.278 6 mg、冠芒草(*Pappophorum boreale*) 颖果单粒重 0.545 1 mg。其它植物繁殖体重量悬殊较大。对于砂蓝刺头(*Echinops gmelinii*)、网果葫芦巴(*Trigonella korshinskyi*)、兴安胡枝子(*Lespedeza davurica*)、野鸢尾(*Iris dichotoma*)、杠柳(*Periploca sepium*)、菟丝子(*Cuscuta chinensis*) 等草原植物, 菟丝子(种子单粒重 0.643 0 mg) 的繁殖体重量偏小, 砂蓝刺头(瘦果单粒重 6.266 5 mg) 和杠柳(种子单粒重 12.615 6 mg) 的繁殖体重量偏大。

沙生植物或处于沙生演替系列早期的植物沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*) 种子单粒重 1.522 9 mg)、刺沙蓬(种子单粒重 0.595 3 mg)、乌丹蒿(*Artemisia wudanica*) 瘦果单粒重 0.377 6 mg)、差巴嘎蒿(*A. halodendron*) 瘦果单粒重 0.507 7 mg)、狗尾草(颖果单粒重 0.558 7 mg)、雾冰藜(瘦果单粒重 0.743 2 mg)、东北木蓼(*Atraphaxis manshurica*) 瘦果单粒重 3.228 4 mg)、山竹子(*Hedysarum fruticosum*) 荚果单

粒重 12.640 2 mg) 的繁殖体重量居中或偏大。

草甸植物盐生车前(*Plantago maritima*) 野豌豆(*Vicia amoena*) 海滨天冬(*Asparagus brachyphyllus*) 小黄花菜的传播体为种子,只有盐生车前的种子单粒重(0.544 8 mg)小,其它的都较大(9.692 5 ~ 17.230 2 mg)。草甸植物女菀、山莴苣、黄金菊、披碱草(*Clinelymus dahuricus*) 野古草(*Arundinella hirta*) 牛鞭草(*Hemarthria compressa*) 狼尾草(*Calamagrostis epigeios*) 紧穗三棱草(*Bolboschoenus compactus*) 的传播体为果实,瘦果重量有的很小(如女菀单果重 0.164 4 mg、狼尾草单果重 0.248 8 mg) 有的居中(如山莴苣单果重 1.118 6 mg、披碱草单果重 3.933 mg)。

3 讨 论

植物功能类型在研究全球生态系统对人类干扰的响应中是一个重要的生态学概念(Díaz & Cabido, 1997),而众多的生态学家在划分植物功能类型时都将种子重量作为指标之一。比如,在划分植物功能类型时,Lavorel 等(1999)将禾草种子划分为 2 级(轻量级 < 0.001 g,重量级 > 0.001 g),将非禾本科杂草植物分成 3 级(轻量级 < 0.000 1 g,中量级 0.000 1 ~ 0.001 g,重量级 > 0.001 g);Campbell 等(1999)将种子重量分成了 < 0.3 mg 和 > 0.3 mg 两级;Kleyer (1999)将种子重量分成了 < 0.2 mg 和 > 0.21 mg 两级。

种子重量与种子库寿命的关系受到了生态学家的广泛关注。Thompson 等(1993)在研究了 97 种英格兰植物后发现,如果繁殖体是球形或接近球形,重量小于 3 mg 的致密繁殖体在土壤中具有持久性(即植物种的繁殖体在土壤中可保持至少 5 年),如果繁殖体扁平或细长,则土壤种子库寿命短。Funes 等量测了 71 种阿根廷草本植物后支持 Thompson 等的假说,但是,Leishman 和 Westoby 研究了 101 种澳大利亚植物以及 Moles 等研究了 47 种新西兰植物后对上述结论提出了质疑(Moles *et al.*, 2000)。Moles 等(2000)发现具有长寿种子的物种与具有短寿种子的物种相比,种子有偏小的趋势,但大粒、长形或扁平的长寿种子也相对普遍。尽管英国和阿根廷与澳大利亚和新西兰在种子形态对种子持续性的作用效果上有不一致之处,但都显示,小粒、近圆球形种子易于形成持久种子库。

风媒种子重量偏小(Weiher *et al.*, 1999)。小粒种子可能至少部分地表现了抵御捕食的功能

(Thompson, 1987)。在一个既定繁殖分配值下,种子数量和种子大小存在均衡关系(Leishman, 2001),因此,小粒种子常与大的产种量相伴(Weiher *et al.*, 1999)。与大粒种子植物相比,小粒种子植物有更大的多度范围、更广泛的空间占有量、出现的年份更多(Guo *et al.*, 2000)。

作者所量测的 69 种植物的繁殖体(种子或果实)重量差别很大,最小的单粒重不足 0.1 mg,最大的超过 70 mg,这大体与在中国其它草原地区所得结果相同(仲延凯等, 2001),表明所量测植物有较好的代表性。

虽然有学者认为植物生活型与种子重量有关(仲延凯等, 2001),但本研究却没有揭示出很明显的相关性。能被识别的较弱的关系为以果实作为传播体的一年生杂草植物的果实重量居中,但当种的数量进一步加大时这种关系能否稳定还有待进一步研究。

研究所涉及的植物有 29 种繁殖体重量小于 1 mg,其中黄蒿、马齿苋、轮叶沙参、碱地肤、狼尾花、灰绿藜、刺沙蓬、菟丝子、女菀、大籽蒿、狗尾草、野古草的繁殖体比较接近圆球形,依据前人研究结果,它们可能具有持久种子库。

小粒种子植物更易于扩散种群。黄蒿、马齿苋、轮叶沙参、碱地肤、狼尾花、灰绿藜、刺沙蓬、菟丝子、大籽蒿、狗尾草、野古草等小粒繁殖体植物均有广泛的分布(刘嫒心, 1985; 1987; 1992; 中国科学院内蒙古-宁夏综合考察队, 1985)。

种子重量与植被动态可能有关。虽然草原植物和草甸植物的繁殖体重量复杂,但流沙上的先锋植物或沙生系列演替前期植物的繁殖体要么重量居中或偏大,要么有降低位移的其它机制。荒漠植物进化了抵御位移的繁殖体传播机制(刘志民等, 2003)。最普遍的沙生植物沙蓬重量超过 1 mg,且呈圆盘形,不易位移,差巴嘎蒿和乌丹蒿也是流沙上的先锋植物,果实重量在 0.1 ~ 1 mg 之间,这两种植物可通过分泌粘液增加繁殖体重量(刘中民等, 1963);比沙蓬、差巴嘎蒿、乌丹蒿侵占沙地更晚的植物狗尾草、雾冰藜的果实在 0.1 ~ 1 mg 之间,其中雾冰藜的果实呈星状,具有辐射状的刺。东北木蓼和山竹子的果实更大。

半干旱草原荒漠化地区植物繁殖对策受到广泛关注是因为针对干旱、半干旱地区的各种干扰,植物进化了各种繁殖对策(Guo *et al.*, 1998; van Rheede van oudtshoorn & van Rooyen, 1999)。了解荒漠化过

程中植物繁殖对策和植被过程的关系是进行有效植被管理的前提。对于半干旱草原荒漠化地区,亟待解决下述与植物繁殖对策相关的问题:1)对不同的干扰方式,草地植物分别借助什么繁殖对策予以适应?2)在不同干扰强度(或不同荒漠化水平)下,不同演替系列或不同演替阶段的植物各自表现了怎样的繁殖对策格局?3)在异质景观草地,物种在不同斑块间的传播机理是什么?4)草地生物多样性丧失、杂草入侵的繁殖生态学基础是什么?

虽然就植物繁殖对策问题,人们已经做了很多工作,但是,对已有理论假说的进一步验证、对地方性的植物区系提出合理的管理意见等理论和实践上的任务还要求做进一步的研究工作。已有文献指出,关于中国荒漠区植物繁殖生态学的研究还很少见(van Rheede van oudtshoorn & van Rooyen, 1999),就以科尔沁为代表的中国半干旱草原荒漠化地区植物繁殖对策的研究而言,进行繁殖体重量研究是本方面研究的开端,营养繁殖、种子形状、土壤种子库、种子传播、种子萌发,以及这些方面彼此间的关系、它们与植被过程间的关系还基本处于研究空白阶段。应在多物种基础上测量种子产量和种子雨,观测种子形态,调查种子传播、土壤种子库及持续性,观测种子发芽对策、研究物种有性繁殖和无性繁殖间的配置格局,以便为当地的植被管理提供依据(刘志民等 2003)。将当地的研究结果与世界其它地区的研究结果比较进而开展生态学的综合是开展科尔沁沙地植物繁殖生态学研究的另一重要目标。

参 考 文 献

- Campbell, B. D., D. M. Stafford Smith & A. J. Ash. 1999. A rule-based model for the functional analysis of vegetation change in Australasian grasslands. *Journal of Vegetation Science*, **10**: 723 ~ 730.
- Cao, X. S. (曹新孙). 1990. Studies on comprehensive rehabilitation of arid aeolian environment in the eastern Inner Mongolia. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Comprehensive Surveying Team for Inner Mongolia and Ningxia Autonomous Regions Organized by the Chinese Academy of Sciences (中国科学院内蒙古-宁夏综合考察队). 1985. Vegetation in Inner Mongolia. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Diaz, S. & M. Cabido. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science*, **8**: 463 ~ 474.
- Diaz, S., M. Cabido, M. Zak, E. Martínez Carretero & J. Aranibar. 1999. Plant functional traits, ecosystem structure, and land-use history along a climatic gradient in central western Argentina. *Journal of Vegetation Science*, **10**: 651 ~ 660.
- Grime, J. P. 2001. Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. Chichester: John Wiley & Sons.
- Guo, Q., J. H. Brown, T. J. Valone & S. D. Kachman. 2000. Constrains of seed size on plant distribution and abundance. *Ecology*, **81**: 2149 ~ 2155.
- Guo, Q., P. W. Rundel & D. W. Goodall. 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: patterns, causes and implications. *Journal of Arid Environments*, **38**: 465 ~ 478.
- Kleyer, M. 1999. Distribution of plant functional types along gradients of disturbance intensity and resource supply in an agricultural landscape. *Journal of Vegetation Science*, **10**: 697 ~ 708.
- Lavorel, S., S. McIntyre & K. Grigulis. 1999. Plant response to disturbance in a Mediterranean grassland: how many functional groups? *Journal of Vegetation Science*, **10**: 661 ~ 672.
- Leishman, M. R. 2001. Does the seed size/number tradeoff model determine plant community structure? An assessment of the model mechanisms and their generality. *Oikos*, **93**: 294 ~ 302.
- Liu, X. M. (刘新民), H. L. Zhao (赵哈林) & A. F. Zhao (赵爱芬). 1996. Aeolian environment and vegetation of Horqin Sandy Land. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Liu, Y. X. (刘焱心). 1985. Flora in desertis deipublicae populorum sinarum. Tomus I. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Liu, Y. X. (刘焱心). 1987. Flora in desertis deipublicae populorum sinarum. Tomus II. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Liu, Y. X. (刘焱心). 1992. Flora in desertis deipublicae populorum sinarum. Tomus III. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Liu, Z. M. (刘志民), D. M. Jiang (蒋德明), H. Y. Gao (高红瑛) & X. L. Chang (常学礼). 2003. Relationships between plant reproductive strategies in the life history and disturbance. *Chinese Journal of Applied Ecology (应用生态学报)*, **14**: 418 ~ 422. (in Chinese with English abstract)
- Liu, Z. M. (刘中民), Z. Q. Wu (吴佐祺) & X. L. Yang (杨喜林). 1963. A study on characteristics and plantation of several psammophytes. Studies on shifting sand control. No. 5. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- Lloret, F., C. Casanovas & J. Penuelas. 1999. Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root:shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. *Functional Ecology*, **13**: 210 ~ 216.
- Moles, A. T., D. W. Hodson & C. J. Webb. 2000. Seed size and shape and persistence in the soil in the New Zealand flora. *Oikos*, **89**: 541 ~ 545.
- Thompson, K. 1987. Seed and seed banks. *New Phytologist*, **106** (Suppl. 1): 23 ~ 34.
- Thompson, K., S. R. Band & J. G. Hodgson. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology*, **7**: 236 ~ 241.
- van Rheede van Oudtshoorn, K. & M. W. van Rooyen. 1999. Dispersal biology of desert plants. Berlin: Springer-Verlag.
- Weiher, E., A. Van der Werf, K. Thompson, M. Roderick, E. Garnier & O. Eriksson. 1999. Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science*, **10**: 609 ~ 620.
- Zhong, Y. K. (仲延凯), Q. H. Bao (包青海) & W. Sun (孙维). 2001. The influence of mowing on seed amount and composition in soil seed bank of typical steppe III size and weight of seeds of 120 plant species. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Neimongol (内蒙古大学学报(自然科学版))*, **32**: 112 ~ 118. (in Chinese with English abstract)