太白山南坡土壤种子库的物种组成与 优势成分的垂直分布格局

张 玲 方精云

(北京大学环境学院生态学系, 北京大学生态学研究与教育中心, 北京大学地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871)

摘要 : 本文通过野外植被调查和室内试验, 采用物理方法从 1220 份土样中挑选种子, 进行分类统计, 研究了秦岭太白山南坡土壤种子库物种组成与优势成分的垂直格局。主要研究结果有 : (1) 从种子数量上看, 在不同的海拔段, 优势科不同 ; 从物种数来看, 海拔 1600 m 和海拔 2600 m 处的优势科数相对较多, 有 4 个科, 蔷薇科是种数最多的优势科。 (2) 桦木科的糙皮桦(*Betula utilis*) 在 16 个海拔样地(海拔样地共有 21 个) 中都是优势成分之一。糙皮桦和巴山冷杉(*Abies fargesii*) 的种子储量在中海拔呈现峰值, 较高海拔处, 糙皮桦作为优势成分之一所占的比例较大 ; 而在低海拔则相对较小。 (3) 从种子库中种类组成上来看, 草本种类占优势 ; 从各样地土壤种子库的生活型组成并结合优势种类来看, 乔木不仅在个体组成上占优势, 大部分单优种类也是来自于乔木种类。灌木种类在土壤种子库中无论是种类组成, 还是在个体组成上都没有表现出优势。本文为研究太白山南坡植物群落演替动态及其沿海拔梯度的变化提供了基础。

关键词 : 太白山, 土壤种子库, 物种组成, 优势种, 海拔梯度

中图分类号 : Q948 文献标识码 : A 文章编号 : 1005 - 0094(2004) 01 - 0123 - 08

Composition and dominant species of soil seed bank along an altitudinal gradient in Mt. Taibai, Qinling Mountains

ZHANG Ling, FANG Jing-Yun

Department of Ecology, College of Environmental Sciences, Center for Ecological Research & Education, and Key Laboratory for Earth Surface Processes of the Ministry of Education, Peking University, Beijing 100871

Abstract : We analyzed patterns of species composition and dominance in the soil seed bank along the southern slope of Mt. Taibai, Qinling Mountains. The results are summarized as follows : (1) in terms of seed number, dominant families varied along the altitudinal gradient. According to species number, there were 4 dominant families in the seed banks between 1600 m and 2600 m a. s. l., which was higher than those of other altitudes. Rosaceae was the family with the richest species in the seed bank ; (2) *Betula utilis* occurred in 16 out of 21 plots. The dominance of *Betula utilis* and *Abies fargesii* showed a unimodal pattern along the altitudinal gradient, and (3) combining analysis of life form composition and dominant species, trees played a dominant role in the composition of seed banks, while shrub species did not significantly influence species and individual composition of seed banks in Mt. Taibai.

Key words : Mt. Taibai, soil seed banks, composition, dominant, altitudinal gradient

土壤种子库与地上植物一样, 是群落的组成成分(Major & Pyott, 1966)。土壤种子库内种子作为潜在的植物种群, 与植被演替动态、林窗发育及生物多样性有密切关系(Fenner, 1985 ; Leck *et al.*, 1989)。

关于种子库的研究早已成为植物生态学的热点之一, 但对土壤种子库沿海拔梯度的垂直分布格局的研究很少(Molau & Larsson, 2000 ; 彭军等, 2000)。生活型组成及优势成分都是土壤种子库的

重要特征,本文从这两个方面来探讨土壤种子库的物种组成的主要特点,探讨土壤种子库中物种组成沿海拔梯度的变化,为深入了解土壤种子库的结构提供基础。

1 研究区域的环境背景

太白山是秦岭的主峰,位于陕西省境内,跨太白、眉县和周至3县,地理位置大约为 $107^{\circ}19' - 107^{\circ}58' E$, $33^{\circ}40' - 34^{\circ}10' N$,最高峰拔仙台海拔3767.2 m,为暖温带第一高峰。太白山处于暖温带的最南端,年降水量1000 mm左右,年均温 $1 - 5^{\circ}C$ 。由于复杂的生物、气候条件与地质、地貌条件相互作用,太白山的土壤分布具有明显的垂直带谱,工作区的土壤分带自下而上为:山地棕壤带、山地暗棕壤带、亚高山草甸森林土带、高山草甸土带;在高山带还分布着山地沼泽土。植被大致可分为常绿落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林、高山灌丛草甸、高山草甸等6个类型。这里的植物种类丰富,种子植物有1782种,隶属于125科657属。植被类型复杂,垂直地带性明显(朱志诚,1982;应俊生等,1990)。

2 研究方法

(1) 土壤种子库采样

2001年6月24日-2001年7月20日进行野外调查及土壤样品采集。样地设在太白山南坡海拔1500-3500 m。从海拔1500 m起,沿海拔梯度每隔100 m选取一个典型样地(20 m $\times$ 30 m),进行植物群落调查;在植被调查的同时采集土样。在该典型样地内随机选取20个小样方,每个小样方的面积为0.25 m $\times$ 0.4 m。在各小样方内,分三层采集土样:第一层枯枝落叶层,第二层腐殖质层,第三层心土层。采集土样分装入布袋,并记录各层的土样厚度。由于心土层较厚(50 cm以下),因此心土层取样10 cm深。总共采集土样1220份。

(2) 土壤种子筛选

野外采集回来的土样置于常温下,自2001年7月24日开始对每份样品进行室内逐点逐层过筛、淘洗。首先将每份土样依次过筛,筛子孔径分别为:3 mm,2 mm,0.6 mm,0.45 mm,然后人工挑选种子;对留在0.6 mm和0.45 mm筛上的种子在双筒显微

镜下进行计数、鉴定。最后进行淘洗,待反复冲洗干净后剔除杂物,拣出各种植物种子进行统计。

将筛选过的土壤进行发芽实验,统计幼苗计入种子总数,以减小人工挑选中漏掉种子的误差。

对挑选出来的种子进行种子活力测定。种子生活力测定用四唑法(傅家瑞,1985):称取1 g 2 β ,5-三苯四唑氯化物(TTC),加重蒸水100 mL(pH 6.5-7.0)。将植物种子用自来水冲洗干净,浸泡2 h后,吸干种子表面水分,横切不断裂,放入四唑溶液中,在35-40 $^{\circ}C$ 温箱内染色2 h;然后从四唑溶液中取出种子在放大镜下区分着色或未着色。着色种子是有生活力的。

3 结果与分析

3.1 土壤种子库的优势成分

由于所处的环境条件不同,各样地土壤种子库均具有不同的优势成分。优势种对于土壤种子库的储量具有较大的贡献。

3.1.1 在种子数量上占优势的物种

表1列出了各样地土壤种子库中在种子个体数量上占优势的物种(优势成分)。从种子数量上看,在不同的海拔段,优势科不同。豆科(Leguminosae)、壳斗科(Fagaceae)和忍冬科(Caprifoliaceae)在海拔1500-1900 m是优势成分;禾本科(Gramineae)在海拔2000-2600 m是优势成分;榆科(Ulmaceae)在海拔1500-2400 m是优势成分。莎草科(Cyperaceae)和松科(Pinaceae)在海拔2400-3500 m是优势成分。桦木科(Betulaceae)在海拔1500-3200 m是优势成分,菊科在几乎所有海拔样地中都是优势成分。桦木科的糙皮桦(*Betula utilis*)在16个海拔样地(海拔样地共有21个)中都是优势成分之一。在较高海拔处,糙皮桦作为优势成分之一所占的比例较大;而在低海拔则相对较小。在海拔1500 m、1900 m处,油松(*Pinus tabulaeformis*)种子在种子库储量中所占比例最大;在低海拔由都督门至核桃坪,有成片的油松林(应俊生等,1990)。

图1显示了不同海拔样地各生活型的优势成分种子数量所占比例。在较低海拔,乔木优势成分的种子数量所占比例小于较高海拔;在海拔2500-3100 m间,乔木优势成分所占比例出现峰值区,其变化趋势与种子库储量的变化有相似之处。由图可

表 1 土壤种子库中在数量上占优势的物种
Table 1 Dominant species of soil seed bank at each altitude

样地海拔 Altitude (m)	总物种数 Total species number	优势成分科名 Dominant families	优势种 种数 Number of Dominant species	生活型 Life form	种子储量 Seed reserves (Ind. /m ²)	占总量比例(%) Percentage
1500	43	榆科 Ulmaceae	1	乔木 Tree	33	3.9
		壳斗科 Fagaceae	1	乔木 Tree	73	8.6
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	87	10.1
		豆科 Leguminosae	1	乔木 Tree	93	10.9
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	117	13.6
		菊科 Compositae	4	草本 Herb	216	25.7
1600	30	壳斗科 Fagaceae	1	乔木 Tree	17	3.1
		蓼科 Polygonaceae	1	草本 Herb	20	3.7
		豆科 Leguminosae	1	乔木 Tree	20	3.7
		榆科 Ulmaceae	1	乔木 Tree	27	4.9
		菊科 Compositae	2	草本 Herb	43	8
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	267	49.4
1700	49	蓼科 Polygonaceae	1	草本 Herb	37	1.2
		莎草科 Cyperaceae	1	草本 Herb	37	1.2
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	40	1.3
		毛茛科 Ranunculaceae	1	草本 Herb	67	2.2
		榆科 Ulmaceae	1	草本 Herb	163	2.4
		豆科 Leguminosae	2	乔木 Tree	110	3.7
		山矾科 Symplocaceae	1	乔木 Tree	150	5.01
		壳斗科 Fagaceae	2	乔木 Tree	213	7.2
		忍冬科 Caprifoliaceae	2	灌木 Shrub	233	7.7
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	1550	51.8
1800	43	豆科 Leguminosae	1	乔木 Tree	40	4.1
		榆科 Ulmaceae	1	乔木 Tree	50	5.1
		省沽油科 Staphyleaceae	1	乔木 Tree	53	5.4
		漆树科 Anacardiaceae	1	乔木 Tree	60	6.1
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	80	8.1
		毛茛科 Ranunculaceae	1	草本 Herb	97	9.8
		壳斗科 Fagaceae	1	乔木 Tree	293	29.7
1900	53	菊科 Compositae	1	草本 Herb	47	4
		天南星科 Araceae	1	草本 Herb	50	4.3
		山茱萸科 Cornaceae	1	乔木 Tree	53	4.6
		山矾科 Symplocaceae	1	乔木 Tree	60	5.1
		蓼科 Polygonaceae	1	草本 Herb	70	6
		壳斗科 Fagaceae	1	乔木 Tree	160	13.7
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	277	23.8
2000	38	忍冬科 Caprifoliaceae	1	灌木 Shrub	40	3.5
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	53	4.6
		胡桃科 Juglandaceae	1	乔木 Tree	53	4.6
		禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	60	5.2
		伞形科 Umbelliferae	1	草本 Herb	90	7.8
		未定名物种 a Unidentified Species a	1	?	93	8.1
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	117	10.1
		车前科 Plantaginaceae	1	草本 Herb	123	10.7
		未定名物种 b Unidentified Species b	1	?	253	21.9
2100	41	菊科 Compositae	1	草本 Herb	37	1.6
		蔷薇科 Rosaceae	1	灌木 Shrub	43	1.8
		芸香科 Rutaceae	1	灌木 Shrub	43	1.8
		天南星科 Araceae	1	草本 Herb	50	2.1

表 1(续) Table 1 (continued)

样地海拔 Altitude (m)	总物种数 Total species number	优势成分科名 Dominant families	优势种 种数 Number of Dominant species	生活型 Life form	种子储量 Seed reserves (Ind. /m ²)	占总量比例(%) Percentage
2100	41	未定名物种 a Unidentified species a	1	?	110	4.7
		榆科 Ulmaceae	1	乔木 Tree	117	5
		槭树科 Aceraceae	1	乔木 Tree	200	8.5
		禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	557	23.7
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	840	35.7
2200	56	菊科 Compositae	1	草本 Herb	43	1.5
		槭树科 Aceraceae	1	乔木 Tree	50	1.8
		莎草科 Cyperaceae	1	草本 Herb	60	2.1
		未定名物种 a Unidentified species a	1	?	67	2.4
		车前科 Plantaginaceae	1	草本 Herb	77	2.7
		榆科 Ulmaceae	1	乔木 Tree	90	3.2
		忍冬科 Caprifoliaceae	2	灌木 Shrub	166	5.9
		藤黄科 Guttiferae	1	灌木 Shrub	290	10.2
		禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	323	11.4
		芸香科 Rutaceae	1	灌木 Shrub	360	12.7
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	820	28.9
2300	44	菊科 Compositae	1	草本 Herb	43	1.1
		未定名物种 a Unidentified species a	1	?	77	1.9
		莎草科 Cyperaceae	1	草本 Herb	80	2
		十字花科 Cruciferae	1	草本 Herb	130	3.2
		芸香科 Rutaceae	1	灌木 Shrub	170	4.2
		忍冬科 Caprifoliaceae	3	灌木 Shrub	494	12.1
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	447	11
		榆科 Ulmaceae	1	草本 Herb	720	17.7
		禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	1540	37.9
2400	41	虎耳草科 Saxifragaceae	1	草本 Herb	83	1.8
		忍冬科 Caprifoliaceae	2	灌木 Shrub	137	8.8
		榆科 Ulmaceae	1	草本 Herb	186	2.9
		菊科 Compositae	2	草本 Herb	410	4
		禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	790	17
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	870	18.8
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	1753	37.8
2500	20	蔷薇科 Rosaceae	1	灌木 Shrub	30	0.18
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	37	0.2
		未定名物种 b Unidentified species b	1	?	63	0.37
		莎草科 Cyperaceae	1	草本 Herb	67	0.39
		未定名物种 c Unidentified species c	1	?	73	0.4
		禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	193	1.1
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	16 310	96.4
2600	35	麻黄科 Ephedraceae	1	灌木 Shrub	20	0.09
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	33	0.15
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	850	3.8
		禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	3223	14.4
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	18 053	80.6
2700	39	忍冬科 Caprifoliaceae	1	灌木 Shrub	20	0.2
		未定名物种 b Unidentified species b	1	?	30	0.3
		榆科 Ulmaceae	1	乔木 Tree	33	0.4
		松科 Pinaceae	2	乔木 Tree	3753	39.5
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	5420	57.1

表 1(续) Table 1(continued)

样地海拔 Altitude (m)	总物种数 Total species number	优势成分科名 Dominant families	优势种 种数 Number of Dominant species	生活型 Life form	种子储量 Seed reserves (Ind. /m ²)	占总量比例(%) Percentage
2800	32	莎草科 Cyperaceae	1	草本 Herb	20	0.1
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	37	0.3
		忍冬科 Caprifoliaceae	1	灌木 Shrub	120	0.9
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	1920	14
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	11 523	83.7
2900	24	未定名物种 d Unidentified species d	1	?	40	0.8
		忍冬科 Caprifoliaceae	1	灌木 Shrub	93	1.8
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	1473	28.2
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	3493	66.9
3000	18	菊科 Compositae	1	草本 Herb	30	0.18
		十字花科 Cruciferae	1	草本 Herb	60	0.37
		未定名物种 d Unidentified species d	1	?	63	0.39
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	1437	8.8
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	14 623	89.7
3100	20	蔷薇科 Rosaceae	1	灌木 Shrub	27	0.4
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	30	0.5
		猕猴桃科 Actinidiaceae	1	灌木 Shrub	30	0.5
		山茱萸科 Cornaceae	1	乔木 Tree	100	1.6
		十字花科 Cruciferae	1	草本 Herb	300	4.7
		松科 Pinaceae	2	乔木 Tree	734	11.6
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	5057	79.5
3200	30	菊科 Compositae	1	草本 Herb	47	0.7
		伞形科 Umbelliferae	1	草本 Herb	53	0.8
		忍冬科 Caprifoliaceae	1	灌木 Shrub	70	1.1
		桦木科 Betulaceae	1	乔木 Tree	83	1.3
		山茱萸科 Cornaceae	1	乔木 Tree	83	1.3
		蓼科 Polygonaceae	1	草本 Herb	133	2.1
		松科 Pinaceae	2	乔木 Tree	640	10.2
		莎草科 Cyperaceae	3	草本 Herb	4994	79.4
3300	25	莎草科 Cyperaceae	1	草本 Herb	23	1
		虎耳草科 Saxifragaceae	1	草本 Herb	33	1.4
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	50	2.2
		忍冬科 Caprifoliaceae	1	灌木 Shrub	153	6.6
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	1897	81.9
3400	21	禾本科 Gramineae	1	草本 Herb	37	2.3
		菊科 Compositae	1	草本 Herb	53	3.3
		未定名物种 e Unidentified species e	1	?	97	6
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	1310	81.5
3500	16	菊科 Compositae	1	草本 Herb	33	7.5
		未定名物种 e Unidentified species e	1	?	60	13.5
		松科 Pinaceae	1	乔木 Tree	90	20.3
		莎草科 Cyperaceae	1	草本 Herb	170	38.3

注：? 表示未定名种 ?represents unidentified species

知 ,海拔 2300 m、2400 m、3200 m 和 3400 m 样地中的优势成分是以草本植物为主 ;除这 4 个海拔样地外 ,其他的样地中土壤种子库中的优势成分都是以乔木为主 ,灌木种类极少。

3.1.2 土壤种子库物种的优势科

统计各样地在科水平上土壤种子库的优势植物 结果如表 2。海拔 1600 m 和海拔 2600 m 处的优势科数目相对较多 ,各有4个科。蔷薇科是种数

表 2 土壤种子库物种的优势科
Table 2 Dominant families of soil seed bank at each altitude

样地海拔 Altitude (m)	优势科 Dominant families	种数 Species number
1500	菊科 Compositae	5
1600	蔷薇科 Rosaceae	3
	菊科 Compositae	3
	蓼科 Polygonaceae	3
	忍冬科 Caprifoliaceae	3
1700	豆科 Leguminosae	4
	蔷薇科 Rosaceae	4
	莎草科 Cyperaceae	4
1800	菊科 Compositae	4
1900	豆科 Leguminosae	4
	蔷薇科 Rosaceae	4
	莎草科 Cyperaceae	4
2000	菊科 Compositae	4
2100	桦木科 Betulaceae	4
	蔷薇科 Rosaceae	4
2200	莎草科 Cyperaceae	5
2300	忍冬科 Caprifoliaceae	4
2400	忍冬科 Caprifoliaceae	5
	松科 Pinaceae	5
2500	菊科 Compositae	2
	蔷薇科 Rosaceae	2
2600	禾本科 Gramineae	3
	蔷薇科 Rosaceae	3
	忍冬科 Caprifoliaceae	3
	松科 Pinaceae	3
2700	松科 Pinaceae	4
2800	松科 Pinaceae	4
	忍冬科 Caprifoliaceae	4
2900	松科 Pinaceae	3
3000	蔷薇科 Rosaceae	3
	松科 Pinaceae	3
3100	松科 Pinaceae	3
3200	菊科 Compositae	4
	莎草科 Cyperaceae	4
3300	菊科 Compositae	3
3400	禾本科 Gramineae	3
3500	菊科 Compositae	3

最多的优势科。

3.1.3 种子库中糙皮桦种子和巴山冷杉种子的储量沿海拔梯度的变化

图 2 和图 3 分别显示糙皮桦和巴山冷杉(*Abies fargesii*)的种子储量沿海拔梯度的变化 ,其变化规律与土壤种子库总储量的变化规律一致(待发表资料)。在太白山的中山地带 ,糙皮桦为群落的主要优势物种。糙皮桦种子细小、轻巧 ,数量很多 ,易于随风传播 ,这是海拔 2500 – 2800 m 间样地土壤种子

图 1 各生活型优势成分所占比例沿海拔的变化
Fig. 1 Percentage of dominant species of different layers along an altitudinal gradient

图 2 糙皮桦种子储量沿海拔的分布
Fig. 2 Variation of *Betula utilis* seed reserve along an altitudinal gradient

图 3 巴山冷杉种子储量沿海拔的分布
Fig. 3 Variation of *A. fargesii* seed reserve along an altitudinal gradient

图4 各样地土壤种子库中不同生活型的物种组成比例
Fig.4 Species percentage of different life forms in soil seed bank along an altitudinal gradient

图5 各样地土壤种子库中不同生活型的个体数量比例
Fig.5 Individual percentage of different life forms in soil seed bank along an altitudinal gradient

库储量较大的重要原因之一。Thompson(1992)就曾认为在不同的植被地带、不同的植物群落,种子库的组成特性、生态功能各有不同;同一群落内部的不同物种,其种子库特性也可能有重大差异。

3.2 土壤种子库的物种生活型组成

将种子库中的种子分为乔木、灌木、草本三种生活型。从各样地土壤种子库中种子的组成种类来看(图4),草本种类在种子库中占据了较大的比例(25%–50%)。在海拔2000 m以下和海拔3200 m以上的样地中,草本种类占据的比例大致都在40%以上,比较接近;在这两个海拔之间的样地的草本种类占据的比例大致都在25%–40%之间;在海拔

3500 m的样地中,没有灌木种类。

从各个生活型的种子数量在土壤种子库中所占的比例来看(图5),在海拔1900 m以下和2500 m以上的样地中,乔木种类所占比例较大,均在50%以上;但海拔3200 m和海拔3500 m的样地中草本种类所占比例较大,分别为85%和57.9%;在海拔2000–2400 m之间的样地中,草本种类所占的比例较大(37%–63.4%)。灌木种类所占的比例普遍不大。

生活型组成及优势成分都是土壤种子库的重要特征。从种子库中种类组成来看,草本种类占优势;从各样地土壤种子库的生活型组成并结合优势种类来看,乔木植物不仅在个体组成上占优势,大部分单优种类也是来自于乔木种类。在土壤种子库中,灌木种类无论是在种类组成还是在个体组成上都没有表现出优势,与有关亚热带常绿阔叶林种子库的研究结果不太一样(彭军等,2000)。Nakagoshi(1984)报道的常绿落叶阔叶混交林和落叶阔叶林的土壤种子库中,乔木和灌木占一半以上。本研究表现出来的种子库储量的分布状况与种子的特性有关,种子的大小、形状与结实规律等生理特性起了一定的作用。太白山南坡沿海拔1500–3500 m梯度分布的主要是各种不同的森林类型,乔木树种是群落的优势种,不同的海拔段发育着不同的森林类型,因此在土壤种子库中乔木种子占有优势是容易理解的。一般来说,乔木种子相对要大,数量相对也要多,这是乔木在种子库中的个体数量组成上占优势的原因之一,草本植物的种子较木本植物的种子来说,容易在土壤中生存,因此在种子库的种类组成上占优势。

4 小结

从种子数量上看,在不同的海拔段,优势科不同。豆科、壳斗科和忍冬科在海拔1500–1900 m是优势成分;禾本科在海拔2000–2600 m是优势成分;榆科在海拔1500–2400 m是优势成分;莎草科和松科在海拔2400–3500 m是优势成分;桦木科在海拔1500–3200 m是优势成分;菊科在几乎所有海拔样地中都是优势成分。从物种数来看,海拔1600 m和海拔2600 m处的优势科数相对较多,各有4个科,蔷薇科是种数最多的优势科。

从种子库组成来看,草本占优势;从各样地土

壤种子库的生活型组成并结合优势种类来看,乔木在个体组成上占优势,而且大部分单优种类也是来自于乔木种类;灌木种类在土壤种子库中无论是种类组成还是在个体组成上都没有表现出优势。

参考文献

- Bakker, J. P., Baker, E. S., Rosen, E., Verweij, G. L. and Bekker, R. M. 1996. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to juvenescence shrubland. *Journal of Vegetation Science*, **7**: 165 – 176.
- Fenner, M. 1985. *Seed Ecology*. Chapman and Hall, London.
- Leck, M. A., Parker, V. T. and Simpson, R. L. (eds.). 1989. *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego.
- Major, J. and Pyott, W. T. 1966. Buried viable seeds in two California bunch grasssites and their bearing on the definition of a flora. *Vegetatio*, **13**: 253 – 282.
- Molau, U. and Larsson, E. L. 2000. Seed rain and seed bank along an alpine altitudinal gradient in Swedish Lapland. *Canadian Journal of Botany*, **78**: 728 – 747.
- Nakagoshi, N. 1984. Ecological studies on the buried viable seed population in soil of the forest communities of Miya-

- jima Island, southwestern Japan. *Hikobia*, **9**: 109 – 122.
- Roberts, H. A. 1981. Seed banks in soils. In: Coaker, T. H. (ed.), *Advances in Applied Biology*. Academic Press, London.
- Fu, J. R. (傅家瑞). 1985. *Seed Physiology* (种子生理). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Peng, J. (彭军), Li, X. G. (李旭光), Dong, M. (董鸣) and Liu, Y. C. (刘玉成). 2000. Soil seed banks of subtropical evergreen broad-leaved forest on Simian Mountain, Chongqing. *Acta Phytoecologica Sinica* (植物生态学报), **24** (2): 209 – 214. (in Chinese)
- Ying, T. S. (应俊生), Li, Y. F. (李云峰), Guo, Q. F. (郭勤峰) and Cui, H. (崔禾). 1990. Observations on the flora and vegetation of Taibai Shan, Qinling Mountain range, southern Shaanxi, China. *Acta Phytotaxonomica Sinica* (植物分类学报), **28** (4): 261 – 293. (in Chinese)
- Zhu, Z. C. (朱志诚). 1982. A preliminary studies on the *Quercus liaotungensis* forests in the Qinling Mountain and the Loess Plateau of northern part of the Shaanxi Province. *Acta Phytoecologica et Geobotanica Sinica* (植物生态学与地植物学丛刊), **6** (2): 95 – 103. (in Chinese)

(责任编辑: 闫文杰)