

辽宁省章古台固沙林自然侵入植物分布组成与演替趋势的研究¹

雷泽勇¹, 王国晨², 孟鹏², 杨树军², 周凤艳², 焦树仁²

1 辽宁工程技术大学, 辽宁阜新 (123000)

2 辽宁省固沙造林研究所, 辽宁阜新 (123000)

摘要: 自然侵入的下木下草是固沙林生态系统的重要组成部分, 其分布组成与林分的立地条件和林分密度有关。沙丘下部 15 年生松树固沙林, 每公顷松树 1020 株, 下草组成以羊草为主, 并且已经进入了相对稳定阶段。沙丘上部 15 年生松树固沙林, 密度为 240 株/公顷, 自然侵入的榆树达 960 株/公顷, 草本植物以隐子草为主, 初步进入了松榆混交林阶段。丘间低地松树固沙林, 密度为 345 株/公顷, 开始形成针叶树灌木混交林。固定沙地皆伐迹地, 4—5 年后, 植物群落组成以羊草为主; 流动沙地皆伐迹地, 以野艾蒿、大籽蒿为主。侵入的木本植物达 690—3360 株/公顷, 向疏林草地型植物群落发展。

关键词: 固沙林; 植物演替; 植物群落; 自然侵入

沙地是章古台主要的地貌类型, 也是耕地和林业用地的主要资源, 但沙地松散的土壤结构和湿陷性的土壤特点, 使沙地在耕作过程中造成严重的水土流失, 许多耕地甚至无法种植, 就整个科尔沁沙地来说, 50.5% 的沙漠化土地是由草地过度放牧引起的 (苏永中, 2004), 但章古台沙地沙漠化的扩大却是由于盲目的耕种引起的。自 20 世纪 50 年代以来, 辽宁省固沙造林研究所对章古台沙地进行了大面积的人工治理, 并成功地营造了大面积的樟子松固沙林, 这一经验被当地政府迅速效仿, 但是, 由于近几年樟子松人工林相继出现了一些问题导致樟子松林被采伐, 这样就出现了许多撂荒地, 造成了严重的风蚀和水蚀。这些荒地经过自然演替可恢复为乡土草本或灌木的疏林植被, 结合林草封育和禁牧, 可以自然恢复具有良好的生态环境效应 (项文化, 田大伦, 2003)。由于该地区是我国最先引种樟子松成功的地区, 所以大量的研究都集中在樟子松方面 (焦树仁, 2001), 而对该地区植物群落演替研究很少。

在半干旱地区, 植被恢复的决定因素是水分, 它是影响植被恢复与重建的首要因素 (任安芝, 高玉葆等, 2000; 郝文芳, 梁宗锁等, 2005), 而大面积的营造樟子松固沙林, 造成该地区的地下水位急剧下降, 植被恢复愈加困难, 因此, 我们选择了第一代固沙林采伐后的采伐迹地和荒地以及不同立地条件下 (土壤水分不同) 的沙地对自然侵入的植物分布组成和更新演替趋势进行了初步的研究, 对我们制定植被恢复措施很有帮助。另外, 在固沙造林以后, 随着沙丘的稳定与林木的生长发育, 自然植物侵入林内, 下木下草的分布与组成不断变化, 成为固沙林生态系统的重要组成部分, 对沙地土壤有机质的积累, 促进幼林生长都发挥着重要作用。一般认为, 顶级群落的稳定性要高于演替中的群落, 不同发育阶段的群落相似性是群落物种替代速度的重要指标 (蔡晓明, 2004; 黄忠良, 孔国辉, 2000); 多样性虽不能代替稳定性, 但它是群落稳定性的必要条件 (李裕元, 邵明安, 2004)。当群落演化到一定程度, 物种替代速度减慢, 建群种与其它种间联结较弱, 可以说明群落处于相对稳定阶段 (郭连金, 张文辉等, 2007)。因此, 研究固沙林自然植物的侵入过程与分布组成规律, 对沙地土壤改良与固沙林的稳定生长都具有一定的意义。

¹本课题得到国家林业局项目“辽西北沙漠化土地恢复治理技术示范” (编号: 2003-11) 的资助。

1. 试验地与试验方法

1.1 试验地区自然条件

试验在辽宁省固沙造林研究所章古台试验林场进行,章古台位于彰武县的北部,北纬 $42^{\circ}43'$,东经 $122^{\circ}22'$ 。自然区域属于科尔沁沙地,处于它的东南部边缘。年均气温 $5.9—6.1$ 。℃,年均风速 $3.7—4.6\text{m/s}$,2000年以前最低气温为 -29.6°C 。2001年1月出现历年最低气温,为 -36.5°C 。1983—1998年年均降水量为 509.0mm ,但是1999年至2002年为干旱年,年均降水量仅为 285mm 至 362mm 。

章古台沙地由流动沙丘、半流动沙丘、固定沙丘、平缓沙地和风蚀洼平地等构成,土壤主要为风沙土。沙地主要植物为:沙蓬、小黄柳、猪毛蒿,扶子茅,隐子草、鼠李、榆树等。

1.2 试验地与试验方法

章古台固沙林,按照沙丘的不同部位,分为沙丘下部平缓沙地固沙林,沙丘上部起伏沙丘固沙林和丘间低地固沙林。三种林分土壤条件不同,林分生长状况也不同(见表1)。

表1 标准地林木生长状况与土壤条件

| 标准地号 | 沙丘部位 | 树种 | 密度 (株/ 亩) | 林龄 (a) | 树高 (m) | 胸径 (cm) | 枯枝落 叶层厚 度(cm) | 有机质 含量 (%) |
|------|------|-----|-----------------|-----------|-----------|------------|---------------------|------------------|
| 1 | 沙丘下部 | 彰武松 | 47 | 15 | 4.9 | 8.4 | 0.5 | 0.75 |
| | | 樟子松 | 21 | 15 | 3.3 | 5.5 | | |
| 2 | 沙丘上部 | 樟子松 | 16 | 15 | 3.0 | 4.5 | 0.2 | 0.42 |
| | | 榆树 | 64 | 4—8 | 1.3 | | | |
| 3 | 丘间低地 | 彰武松 | 17 | 15 | 4.0 | 6.0 | 0.3 | 0.84 |
| | | 樟子松 | 6 | 15 | 2.8 | 4.8 | | |

植被调查试验地为彰武松与樟子松对比林,林龄15年生,按照不同沙丘部位,选设了标准地。在沙丘的下部林地选设标准地1,沙丘上部林地选设标准地2,丘间低地选设标准地3,在万亩更新迹地选设标准地4,在大一间房更新迹地选设标准地5,6。

标准地面积 $30\times 30\text{m}^2$,每块标准地内设置4块植被调查样方,面积 $1\times 1\text{m}^2$ 。调查因子,包括植物种类,高度,多度,物候期,生活力和生物量,每年调查三次。

2. 不同沙丘部位固沙林的下木下草分布组成状况

2.1 沙丘下部林地

沙丘下部标准地1,造林前为放牧地,由于过度放牧,植物生长衰弱,组成简化, $1\times 1\text{m}^2$ 样方内仅有5种植物,平均高度为 26cm ,覆盖度为 70% 。固沙造林以后,植被迅速恢复,林下植物覆盖度达 92.8% ,植物组成为2层,第一层3种,平均高度 73cm ,第二层7种,平均高度 26cm (详见表2)

表2 标准地1, 第2号样方林下植被的分布状况

| 植物种 | 学名 | 高度 (cm) | 多度 (株) | 物 候期 | 生 活力 | 生物量 (g/m ²) |
|-----------|---|------------|-----------|---------|---------|----------------------------|
| 羊草 | <i>Aneurolepidium chinensis</i> | 56 | 24 | 0 | III | 180 |
| 猪毛蒿 | <i>Salsola collina</i> | 77 | 16 | - | II | 200 |
| 黄金蒿 | <i>Artemisia eurata</i> | 85 | 3 | - | III | 640 |
| 野艾蒿 | <i>Artemisia lavandulaefolia</i> DC. | 34 | 12 | - | III | |
| 兴安胡 枝子 | <i>Lespedeza davurica</i> | 32 | 16 | - | II | |
| 中华隐 子草 | <i>Cleistogenes chinensis</i> | 20 | 4 | - | I | |
| 绿珠藜 | <i>Chenopodium acuminatum</i> | 25 | 25 | + | I | |
| 狗尾草 | <i>Setaria viridis</i> | 15 | 65 | - | II | |
| 鸡眼草 | <i>Kummerowia striata</i> | 22 | 3 | - | II | |
| 野稗草 | <i>Echinochloa crusgalli</i> | 35 | 4 | - | II | 88 |

标准地1的4个植被样方中,全部都出现,即频度为100%的植物有4种,羊草,猪毛蒿,绿珠藜和狗尾草,分布多度见表3。

表3 标准地1植物样方内主要植物的分布株数

| 样地号 | 羊草 | 猪毛蒿 | 绿珠藜 | 狗尾草 | 覆盖度 (%) |
|-----|----|-----|-----|-----|---------|
| 1 | 53 | 10 | 25 | 65 | 92.0 |
| 2 | 24 | 16 | 25 | 65 | 95.0 |
| 3 | 45 | 45 | 10 | 25 | 96.0 |
| 4 | 21 | 42 | 45 | 65 | 88.0 |
| 平均 | 36 | 28 | 26 | 55 | 92.8 |

羊草的分布频度为100%,多度每平方米达36株,说明该林分随着沙地的稳定与林分的生长,植被组成已经进入相对稳定阶段。今后植被的分布,主要受林内通风透光强度的影响而变化。而猪毛蒿,绿珠藜和狗尾草都是不稳定性植物,受林分的变化影响比较小。

2.2 沙丘上部固沙林

沙丘上部固沙林标准地2,造林前为半流动沙丘,植物覆盖率为55%,主要植物有差巴戈蒿、小黄柳和猪毛蒿等。造林后,由半流动沙丘发展为固定沙丘,植物覆盖率达76%,在样方内植物的组成有,欧李,黄金蒿和中华隐子草等11种(见表4)

表4 标准地2第2样方植物的分布状况

| 植物种 | 学名 | 高度 (cm) | 多度 (株) | 物 候期 | 生 活力 | 生物量 (g/m ²) |
|-------|-------------------------------|------------|-----------|---------|---------|----------------------------|
| 欧李 | <i>1. Prunus humilis</i> | 25 | 17 | — | III | 106 |
| 苦参 | <i>Sophora flavescens</i> | 45 | 4 | 0 | III | 52 |
| 黄金蒿 | <i>Artemisia eurata</i> | 40 | 81 | - | II | 180 |
| 天门冬 | <i>Asparagus gilbus</i> | 30 | 2 | - | II | 130 |
| 猪毛蒿 | <i>Salsola collina</i> | 20 | 22 | - | I | 380 |
| 中华隐子草 | <i>Cleistogenes chinensis</i> | 10 | 8 | - | II | |
| 绿珠藜 | <i>Chenopodium acuminatum</i> | 20 | 45 | 0 | I | |
| 野古草 | <i>Arundinella setosa</i> | 40 | 24 | - | III | |
| 狗尾草 | <i>Setaria viridis</i> | 15 | 65 | - | III | |
| 兴安胡枝子 | <i>Lespedeza davurica</i> | 20 | 5 | - | III | |
| 米口袋 | <i>Amblytropis multiflora</i> | 10 | 1 | 0 | II | |

在4个植被样方中，全都出现的植物有，中华隐子草，黄金蒿，绿珠藜和狗尾草，分布多度见表5。

表5 标准地2样方内主要植物的分布多度(株/m²)

| 样方号 | 中华隐子草 | 黄金蒿 | 绿珠藜 | 狗尾草 | 覆盖度(%) |
|-----|-------|-----|-----|-----|--------|
| 1 | 9 | 98 | 25 | 25 | 75 |
| 2 | 8 | 81 | 45 | 65 | 82 |
| 3 | 13 | 25 | 28 | 25 | 77 |
| 4 | 11 | 3 | 45 | 25 | 70 |
| 平均 | 10 | 63 | 0 | 0 | 76 |

中华隐子草的分布频度达100%，分布多度为10株/m²，说明沙丘上部固沙林，已经初步趋于稳定，植物群落开始进入相对稳定阶段。

欧李频度75%和苦参频度为50%，也说明沙丘向固定沙地转化。另外，还侵入了榆树，每亩达64株，平均高度为0.7—1.7，已经形成樟子松榆树混交林。

2.3 丘间低地固沙林

丘间低地固沙林标准地3，造林前有间歇性积水，植物属于草甸植被类型，现在地下水位已经降低，但是仍残存着一些草甸植物，如千屈菜，苔草，莖菜，车前草等。随着地下水位下降和林分的生长，植物的分布与组成也发生变化(见表6)。

表6 标准地3第2样方植物的分布状况

| 植物种 | 学名 | 高度 (cm) | 多度 (株) | 物候期 | 生活力 | 生物量 (g/m ²) |
|-------|--|---------|--------|-----|-----|-------------------------|
| 委陵菜 | <i>Potentilla chinensis Ser.</i> | 25 | 1 | — | III | 680 |
| 羊草 | <i>Aneurolepidium chinensis</i> | 30 | 31 | — | III | |
| 早熟禾 | <i>Poa pratensis</i> | 40 | 2 | + | II | |
| 唐松草 | <i>Thalictrum squarrosum</i> | 30 | 14 | 0 | II | |
| 山葱 | <i>Radix et Rhizoma Veratri</i> | 20 | 16 | + | II | |
| 中华隐子草 | <i>Cleistogenes chinensis</i> | 15 | 38 | — | II | |
| 黄芹 | <i>S. baicalensis ceorgi</i> | 20 | 3 | + | II | |
| 苦参 | <i>Sophora flavescens</i> | 30 | 2 | 0 | III | |
| 兴安胡枝子 | <i>Lespedeza davurica</i> | 15 | 4 | — | II | |
| 绿珠藜 | <i>Chenopodium acuminatum</i> | 15 | 24 | 0 | I | |
| 米口袋 | <i>Amblytropis multiflora</i> | 10 | 4 | 0 | II | |
| 野亚麻 | <i>Linum stelleroides Planch</i> | 15 | 1 | — | II | |
| 鸡眼草 | <i>Kummerowia striata</i> | 10 | 7 | — | III | |
| 细叶胡枝子 | <i>L.hedysaroides Kitag.Var.subsericea</i> | 25 | 2 | — | III | |
| 苔草 | <i>Carex sp.</i> | 10 | 25 | — | III | |

从表6可知，随着地下水位的降低（由0.5m降为2.5m），湿草甸植物分布很少，如黄芹，苔草等。大多数为平缓固定沙地的植物，如羊草、早熟禾，中华隐子草等。丘间低地固沙林林下植被的分布状况，主要受地下水位作用，受林木影响比较小。

3. 固沙林更新迹地植被的分布与组成

第一代固沙林对土壤水分养分消耗比较大，为了恢复更新迹地土壤的水分和养分条件，暂时不造林。固沙林更新迹地植被变化观测在万亩林（标准地4）和大一间房（标准地5、6）进行。

表7 樟子松固沙林更新迹地标准地4植物分布状况

| 植物种 | 学名 | 高度 (cm) | 多度 (株) | 物候期 | 生活力 | 生物量 (g/m ²) |
|-----|---------------------------------|---------|--------|-----|-----|-------------------------|
| 羊草 | <i>Aneurolepidium chinensis</i> | 60 | 65 | 0 | III | 810 |
| 黄芹 | <i>S. baicalensis ceorgi</i> | 25 | 4 | + | II | |
| 绿珠藜 | <i>Chenopodium acuminatum</i> | 25 | 14 | 0 | II | |
| 莴苣 | <i>Lactuca sativus L</i> | 25 | 2 | 0 | I | |

| | | | | | |
|-----------|--|----|----|---|-----|
| 兴安胡 枝子 | <i>Lespedeza davurica</i> | 15 | 2 | 0 | II |
| 细叶胡 枝子 | <i>L.hedysaroides</i> <i>Kitag.Var.subsericea</i> | 55 | 1 | 0 | III |
| 鬼针草 | <i>Bidens parviflora</i> | 30 | 65 | 0 | II |
| 大籽蒿 | <i>A.siversiana</i> | 10 | 3 | — | I |
| 小飞蓬 | <i>Erigeron Canadensis</i> | 9 | 1 | — | I |

万亩林樟子松固沙林于 2000 年进行皆伐，大一间房 2001 年进行皆伐。皆伐迹地植被的分布与组成迅速发生变化。皆伐前林下植物覆盖率比较低，为 60—70%，由于林木蔽阴的影响，植物生长比较弱，主要植物为黄囊苔草，中华隐子草，寸草苔草等。皆伐以后，林地的通风透光强度发生强烈变化，林下植物黄囊苔草、寸草苔草等迅速退出。植被按照沙地草原的演替过程恢复，草本植物生长旺盛，许多灌木和乔木树种很快侵入（见表 7）。

由表 7 可知，平缓沙地固沙林皆伐以后，在 4—5 年内形成了以羊草、鬼针草为主要植物的群落，植物覆盖率比较高，达 95%。

在标准地 4,4 个样方中，出现频度最高的是鬼针草、绿珠藜和狗尾草，这些植物属于不稳定性植物，羊草的出现频度达 50%，说明多年生禾本科草类已经开始占优势。

固沙林皆伐迹地植被恢复演替的明显特点是灌木与乔木树种出现的比较多（见表 8）。

表 8 标准地 4 樟子松皆伐迹地自然生长的灌木和乔木树种

| 植物种 | 学名 | 高 度 (cm) | 多度(株) | 物候期 | 生 活 力 |
|-------|--------------------------------|-------------|-------|-----|----------|
| 南蛇藤 | <i>Celastrus articulatus</i> | 70 | 8 | O | III |
| 桑树 | <i>Morus alba</i> | 60 | 6 | - | II |
| 黄波罗 | <i>Phellodendron amurense</i> | 50 | 1 | - | II |
| 山里红 | <i>Crataegus pinnatifida</i> | 40 | 1 | - | II |
| 鼠李 | <i>Rhumus parvifolius</i> | 50 | 55 | - | III |
| 兴安胡枝子 | <i>Lespedeza bicolor</i> | 60 | 2 | O | II |
| 叶底珠 | <i>Securinega suffruticosa</i> | 55 | 2 | - | II |
| 小叶朴 | <i>Celtis bungeana</i> | 45 | 1 | - | I |

说明：灌木调查样地面积 15x15 m²，调查时间：2005 年 6 月 2 日

由上表可知，在标准地 4 内设置的调查样地，共有自然生长的乔灌木树种达 8 种 76 株，每亩达 224 株，平均高度为 54cm。大一间房皆伐迹地自然生长的乔灌木树种，分别为 7 和 5 种，生长也比较旺盛（见表 9）

表9 固沙林皆伐迹地侵入的木本植物分布状况

| 标准地号 | 地点 | 沙丘部位 | 皆伐前(种类数) | 皆伐后乔灌木(种类数) | 平均高度(cm) | 皆伐前每亩株数 | 皆伐后每亩株数 |
|------|--------|------|----------|-------------|----------|---------|---------|
| 4 | 万亩林 | 平缓沙地 | 3 | 8 | 54 | 9 | 224 |
| 5 | 大一间房-1 | 沙丘下部 | 2 | 7 | 65 | 6 | 65 |
| 6 | 大一间房-2 | 丘间低地 | 2 | 5 | 70 | 6 | 46 |

说明：调查样地面积 15x15 m²，调查时间：2005 年 6 月 2 日

由表 9 可知，固沙林皆伐迹地草本植物侵入后，自然生长的木本植物达 46—224 株/亩，比皆伐前增加 8—25 倍。由此可知，固沙林皆伐迹地自然植被向疏林草地方向演替。

4. 初步结论

(1) 自然侵入的下木下草是固沙林生态系统的重要组成部分，侵入的植物越快，组成越复杂，人工林也越稳定。因此，固沙林的下木下草对固沙林的稳定生长有很大作用。

沙丘下部 15 年生固沙林，每亩松树 68 株，植被样地上，植物由 6 种增加到 10 种，其中羊草的出现频度达 100%，多度为 53 株/m²，这说明固沙林的下草已经演替为以多年生禾草为主的植物群落，林分趋于稳定。沙丘上部松林每亩 16 株，自然侵入的榆树 64 株/亩，初步形成松榆混交林，下草以丛生禾草中华隐子草为主，组成了比较稳定的群落。丘间低地固沙林，每亩有松树 23 株，自然生长的灌木蒙古柳达 23 丛/亩，下草也以禾本科草类比较多，同时，蒿类也比较多，还没有完全稳定。

(2) 固沙林更新迹地植物的分布组成，4—5 年后，固定沙地皆伐迹地以羊草和鬼针草占优势；流动沙地皆伐迹地以野艾蒿和大籽蒿为主。两种迹地乔灌木树种侵入都比较多，木本植物达 5—8 种，46—224 株/亩。

(3) 标准地 2、3 乔木造林保存株数比较少，为 16—23 株/亩，自然侵入植物比较多，有利于比较快的形成稳定的固沙林生态系统。

参考文献

- [1] 苏永中. 放牧干扰后自然恢复的退化沙质草地土壤性状的空间分布. 土壤学报, 2004, 41 (3): 369-374.
- [2] 焦树仁. 辽宁省章古台樟子松固沙林提早衰弱的原因与防治措施. 林业科学, 2001, 2: 131-138.
- [3] 宋晓东, 刘桂荣等. 松球壳孢菌的致病性研究. 林业科学, 2002, 4: 89-94.
- [4] 赵琼, 曾德慧等. 沙地樟子松人工林土壤磷素转化的根际效应. 应用生态学报, 2006, 17 (8): 1377-1381.
- [5] 曾德慧, 尤文忠等. 樟子松人工固沙林天然更新障碍因子分析. 应用生态学报, 2002, 13 (3): 257-261.
- [6] 陈伏生, 曾德慧等. 章古台沙地樟子松人工林土壤有效氮的研究. 北京林业大学学报, 2005, 27 (3): 6-11.
- [7] 项文化, 田大伦. 杉木采伐迹地撂荒后植被恢复早期的生物量与养分积累. 生态学报, 2003, 23 (4): 695-702.
- [8] 任安芝, 高玉葆等. 农牧交错区弃耕地生境中白草无性系的形态可塑性研究. 中国沙漠, 2000, 20 (增刊): 33-37.
- [9] 郝文芳, 梁宗锁等. 草地资源与利用黄土丘陵区弃耕地群落演替过程中的物种多样性研究. 草业科学, 2005, 22 (9): 1-8.
- [10] 蔡晓明. 生态系统生态学. 北京: 科学出版社, 2004.
- [11] 黄忠良, 孔国辉等. 鼎湖山植物群落多样性的研究. 生态学报, 2000, 20 (2): 193-198.
- [12] 李裕元, 邵明安. 子午岭植被自然恢复过程中植物多样性的变化. 生态学报, 2004, 24 (2): 252-260.
- [13] 郭连金, 张文辉等. 黄土丘陵区沙棘人工林发育过程中物种多样性及种间关联变化. 应用生态学报, 2007, 18 (1): 9-15.

The succession tendency and distribution of natural invasive plant in Sand-Fixation Forest in Zhanggutai of Liaoning Province

Lei Zeyong¹, Wang Guochen², Mengpeng², Yang Shujun², Jiao Shuren², Zhou Fengyan²

¹ Liaoning technical university, Liaoning fuxin (123000)

² Liaoning fixation and afforestation research institution, Liaoning Fuxin (123000)

Abstract

the natural invasive herbs and shrubs are the most important composition of sand-fixation forest ecosystem. Their distribution and composition are associated with site condition and density of forest. Pine sand-fixation forest with 15 years old at lower of dune hill has the density of 1020 trees · hm⁻², its main shrubs are *Leymus chinensis*, and have already reached a stable stage correspondingly. But also the same sand-fixation forest at upper of dune hill, only has the density of 240 trees · hm⁻², its main shrubs are *Cleistogenes squarrosa*, and have reach the mixed forest of pine and elm primarily, the natural invasive elm has the density of 960 trees · hm⁻²; Pine sand fixation forest at the inter-dune lowland, has the density of 345 trees · hm⁻², and began to form the mixed forest of conifer and herbs. After being clear-cut four to five years, the main shrubs in fixed sandy land are *Leymus chinensis*, but the main shurubs in shifting sandy land are *Artemisia lavandulaefolia* and *Artemisia sieversiana*. The invasive woody plants have reached 690-3360 trees · hm⁻² and the plant community should be develop to the scattered grassland.

Keywords: sand-fixation forest; plant succession; plant community; natural invasive

作者简介: 雷泽勇 (1970—), 男, 辽宁工程技术大学资源与环境学院, 教授, 硕士, 从事良种选育与荒漠化治理方面的科研与教学工作。