第9卷 第1期 植物生态学与地植物学丛刊 Vol. 9, No. 1
1985年1月 ACTA PHYTOECOLOGICA ET GEOBOTANICA SINICA Jan., 1985

死、活地被物对红松伴生树种天然更新影响的实验研究*

陶大立 徐振邦 李 昕
(中国科学院林业土壤研究所)

摘 要

1963年在小兴安岭丰林自然保护区红松林及有关的皆伐迹地上设置了61组,325个实验样方,定期观察到1965年,以研究死、活地被物对人工播种的红松林伴生树种种子发芽和幼苗初期存活、生长的影响。实验表明死、活地被物,特别是死地被物的干湿变化剧烈,影响幼苗的成活,甚至使种子或幼根无法接触土壤,因而种粒越小,或轻而带翅,受影响越大。此外本文还指出了桦树种子的强迫休眠和延迟发芽现象。讨论了实验结果在红松林演替和人工促进天然更新中的意义。

一、实验的目的和样地概况

本实验是红松林结构与动态研究[2]中的一部分工作,目的是为了探求红松林结构和动态中一些树种的种子发芽、幼苗存活和生长与环境条件的关系;为人工促进天然更新和控制树种更替过程提供依据。实验过程中还观察了有关树种种子幼苗阶段生物学、生态学特性,获得一些有意义的资料。本文是以前工作的整理,历时已近二十年。但此类文章迄今并不多见[1],因之提出供有关方面参考,仍然是有意义的。

实验是在1963—1965年在小兴安岭丰林自然保护区进行的。该地位于小兴安岭南坡北部,年平均气温零下1℃左右,年降水量700—800毫米。该保护区内大片阔叶树红松混交林保存相当完整,基本可以按照坡向和坡度及植被特征区分出杜鹃柞树红松林、榛子椴树红松林、灌木枫桦红松林和蕨类云冷杉红松林四个林型。

杜鹃柞树红松林多分布在南坡上部,坡度25—35°。立木中红松占绝对优势,仅混生有少量蒙古柞(*Quercus mongolica*)和个别黑桦(*Betula dahurica*)、紫椴(*Tilia amurensis*)等。郁闭度0.9—1.0。林下灌木及活地被物发育微弱,地上铺满一层厚约4—5厘米的以红松落叶占绝对优势的死地被物。天然更新红松幼苗达每公顷万株以上,其余较多的是枫桦、紫椴,但不见较大的幼树。榛子椴树红松林多分布在南坡中部或较缓山坡的上部,坡度15—25°。立木中红松占7—8成,主要伴生树种是紫椴及色木(*Acer mono*)等,郁闭度0.8。下木层以毛榛(*Corylus mandshurica*)为主,草本层以蕨类及丛生性苔草为主,发育良好。死地被物仍以红松落叶为主。天然更新幼苗数量不多,但可见到较大的幼树。灌木枫桦红松林面积最大,多分布在北坡中上部,坡度8—15°。大多为过熟老林。

* 本文所附图件均由我所邵玉华同志清绘。

主要伴生树种是枫桦。郁闭度只有0.5—0.7，下木、藤本植物发育旺盛。草本植物种类较多、盖度较大。死地被物往往和发育较盛的草根盘结层交织在一起，形成很厚的一层。林下任何树种更新苗都很少，但生长良好。蕨类云冷杉红松林多分布在北坡下部，近于平地。伴生树种主要是臭松(*Abies nephrolepis*)和鱼鳞松(*Picea jezoensis*)，多者可占4—5成，也混有较多的枫桦。林冠郁闭度稍大，一般为0.7—0.8。林下灌木稀少，多形成以蕨类占绝对优势的，盖度达90%以上的草本层。死地被物情况和枫桦红松林类似，唯云、冷杉落叶成分更多。

这四个林型可看作是由地形造成的湿度变化所决定的生态序列。它们的演替方式也可能不同。例如近于同龄纯林的杜鹃柞树红松林很可能是在火烧迹地上发育的柞树林下形成的，如没有下一次火烧或树木过熟老死，没有任何树种能在这种林下长起来。而灌木枫桦红松林则多为成熟过熟林，红松及枫桦等伴生树种都可以在林下更新起来，而长期保持郁闭度不大，但比较稳定的群落组成。本试验就在我们设置的上述四个林型固定标准地的典型地段上进行。此外，为了进行对比还在保护区内高压线路伐开线上及保护区附近选取了杜鹃柞树红松林、榛子椴树红松林和一片落叶松林皆伐迹地上安排了类似的试验。

二、试验方法与步骤

在上述四个林型，三个皆伐迹地类型的典型地段上设置试验样方，每个样方面积1平方米，每5个样方组成一组。对每组样方分别作以下处理：

1. 去掉死、活地被物并用铁锹松土整地，检出植物根，将土面整平，用铁锹稍加镇压。松土深度20厘米。
2. 只去掉死、活地被物的地上部分，不整地。
3. 去掉活地被物，保留死地被物。
4. 去掉死地被物，保留活地被物。
5. 死、活地被物保留不动，作为对照。

柞树红松林下没有活地被物，因而只作了去死地被物，整地与不整地两种处理。对照样方由于只有死地被物，基本上和处理了相似。

上述样方组每组试验一个树种，共试验了山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betula platyphylla*)、枫桦(*B. costata*)、黑桦、紫椴、鱼鳞松、落叶松(*Larix dahurica*)计七个树种。其中三种桦树在林下均没有一次重复(分别于春秋两季播种)，总计布置了61组，325个样方。

播种：为尽量模拟天然下种状态，种子播在地表，不加覆土。每样方播种5行或3行。中间一行作为标准行，播种量严格按粒数查数计算。每行播种粒数山杨200，白桦2000，枫桦、黑桦2000或4000(在同组样方内保持一致)，鱼鳞松、落叶松、紫椴均为100。非标准行上的桦树有一部分样方播种量则是按照千粒重推算的。所用种子的实验室发芽率为山杨98%，春播白桦34%，枫桦37%，黑桦13%；秋播白桦66%，枫桦55%，黑桦5%。其余3个树种室内发芽率资料缺失。

观察记载及样方的重复处理：播种后第一个生长季每10—15天观察一次，第二、三个生长季每月观察一次，记载标准行(或全样方)上的幼苗数量并及时拔除杂草。每年生长季末作全样方幼苗数量调查及生长情况调查。

1963年还用105℃烘干称重法测定了前三种样方表层基质的湿度。

由于种子发芽过程和幼苗死亡过程往往交替进行，各树种种子实验室发芽率相差悬殊等，给数据的整理造成了困难。我们是把幼苗株数最多的一次调查数字加上此前可觉察的死亡数量及此后可觉察的新出苗数作为近似的发芽数字来计算发芽率的。发芽率的计算采用了两种方法。一种以播种粒数作为计算基数，暂称之谓"绝对发芽率"，用以综合反映种子品质和发芽条件共同作用的结果；另一种则以有效播种粒数(播种粒数×实验室发芽率)作为计算基数，称"相对发芽率"，它应反映发芽条件的好坏。存活率的计算也采用了类此的两种方法。

三、试验结果与分析

(一) 林下各树种种子发芽过程与幼苗自然稀疏过程的特点(图1、2)

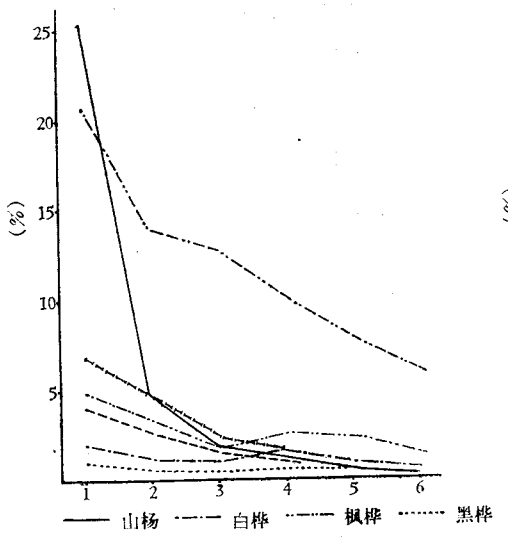


图 1　第一年绝对发芽率与各时期绝对存活率
(林下18个样方平均计算)
1. 第一年生长季中 2. 第一年生长季末 3. 第二年生长季初 4. 第二年生长季末 5. 第三年生长季初 6. 第三年生长季末

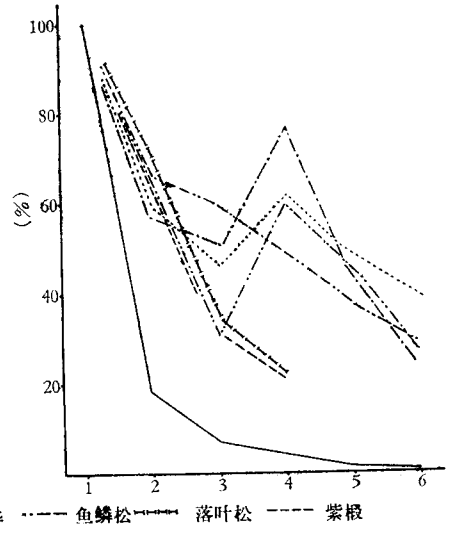


图 2　各时期存活率占第一年发芽数的%
(林下18个样方平均计算，横座标上的数字代表的时期同图1)

山杨：发芽最快，播后两天遇雨就开始发芽，发芽率很高，但死得也快。第一年就死了80%以上，实际上很大一部分种子在胚根刚突破种皮不久就死去了。保存率极低。

鱼鳞松：发芽率高，保存率也高，自然稀疏过程最慢。

桦树：发芽率低，保存率也低。但其最大特点却是延迟出芽现象。春播的桦树在第一个生长季后半期出现了第二个少量出芽期。第二年又大量出芽，但多发生于生长季后

表 1 桦树各年出苗数占三年出苗总数的%[1)]

树种	白桦			枫桦			黑桦			平均		
年份	1963	1964	1965	1963	1964	1965	1963	1964	1965	1963	1964	1965
杜鹃柞树红松林	30.3	27.3	42.4	82.6	15.3	2.1	70.1	23.1	6.8	77.7	17.4	4.9
榛子椴树红松林	31.5	66.8	1.7	83.8	12.5	3.7	48.0	48.0	4.0	73.4	23.0	3.6
灌木枫桦红松林	69.0	21.0	10.0	76.8	20.6	2.6	69.2	28.2	2.6	73.5	21.8	4.7
蕨类云冷杉红松林	40.0	58.8	1.2	42.4	57.6	0.0	56.9	36.8	6.3	43.5	55.4	1.1
平均	55.1	37.7	7.2	72.8	24.8	2.4	62.5	33.2	4.3	67.7	28.7	3.6

1) 1963年春播，各处理合并计算。

半期，这部分幼苗大多不能越冬。第三年仍继续有少量出芽(表 1)。秋播的桦树也有第二年继续出芽现象，但为数很少。黑桦的突出特点是绝对发芽率极低但相对发芽率和相对存活率都很高。

(二) 死、活地被物对种子发芽和幼苗存活的影响

从表 2 可知这种影响是巨大的。如没有死、活地被物的存在，种子发芽率和幼苗保存率都可以提高许多倍。地被物的这种影响又和种粒的大小关系十分显著。种粒愈小，受影响愈大。桦树秋播的重复试验也再次证实了这种关系。

林外的试验结果更加明显。除紫椴外，其它树种在对照样方中或是完全不能发芽，或是只有极少数发芽，但也活不过第一个生长季。

表 2 对照样方发芽率、绝对保存率占无地被物样方的%[1)]

树种	紫椴	鱼鳞松	落叶松	黑桦	枫桦	白桦	山杨
种子千粒重(克)	64.56	3.00	4.07	0.43	0.32	0.21	0.16
第一年发芽率	65.00	49.40	9.93	8.11	6.70	3.50	1.42
第一年保存率	85.29	27.37	7.96	7.46	4.69	2.16	2.45

1) 本表为四个林型林下的平均数字。紫椴、落叶松为1964年资料，其余为1963年资料。

表 3 各样方发芽率为对照样方的倍数(四个林型平均)[1)]

处理	山杨	白桦		枫桦		黑桦		鱼鳞松	落叶松	紫椴
	1963年	1963年	1964年	1963年	1964年	1963年	1964年	1963年	1964年	1964年
整地	78.6	16.7	120/0	13.9	69.3	14.5	15.0	1.4	7.1	1.5
去死活地被物	61.9	39.5	69/0	15.9	52.6	9.9	7.9	2.6	4.7	1.6
去死地被物	19.0	2.0	4/0	3.7	3.8	3.2	17.0	0.6	4.4	0.6
去活地被物	3.7	1.8	10/0	1.7	10.8	2.0	16.0	0.6	3.4	0.5

1) 柞树红松林缺两种处理，因而后两个处理为三个林型的平均数，只计第一年的数字

2) 对照样方上发芽数为 0，分子为其它各样方平均发芽数。

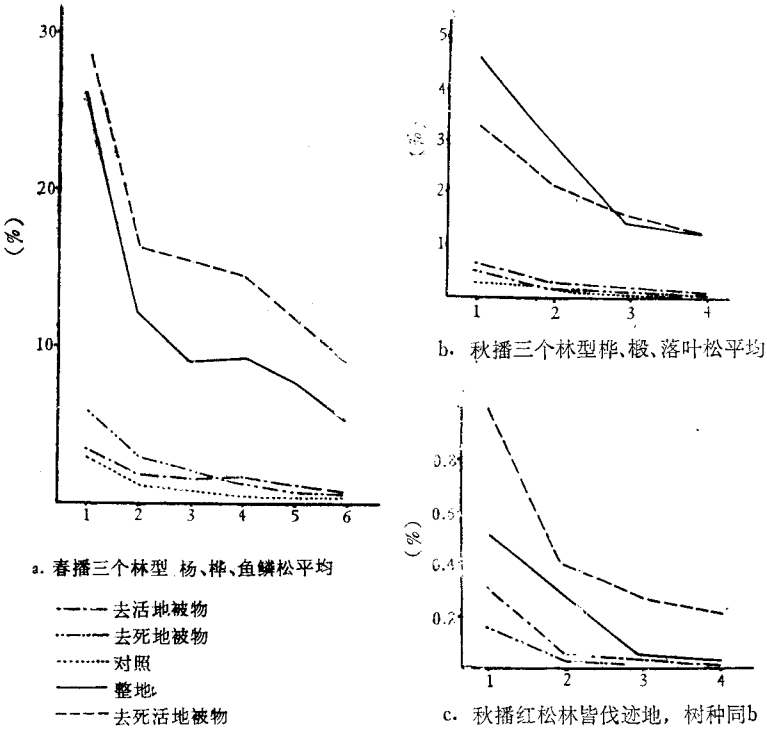


图 3　各时期存活株数占有效播种粒数的%
（横座标上的数字代表的时期同图 1 ）

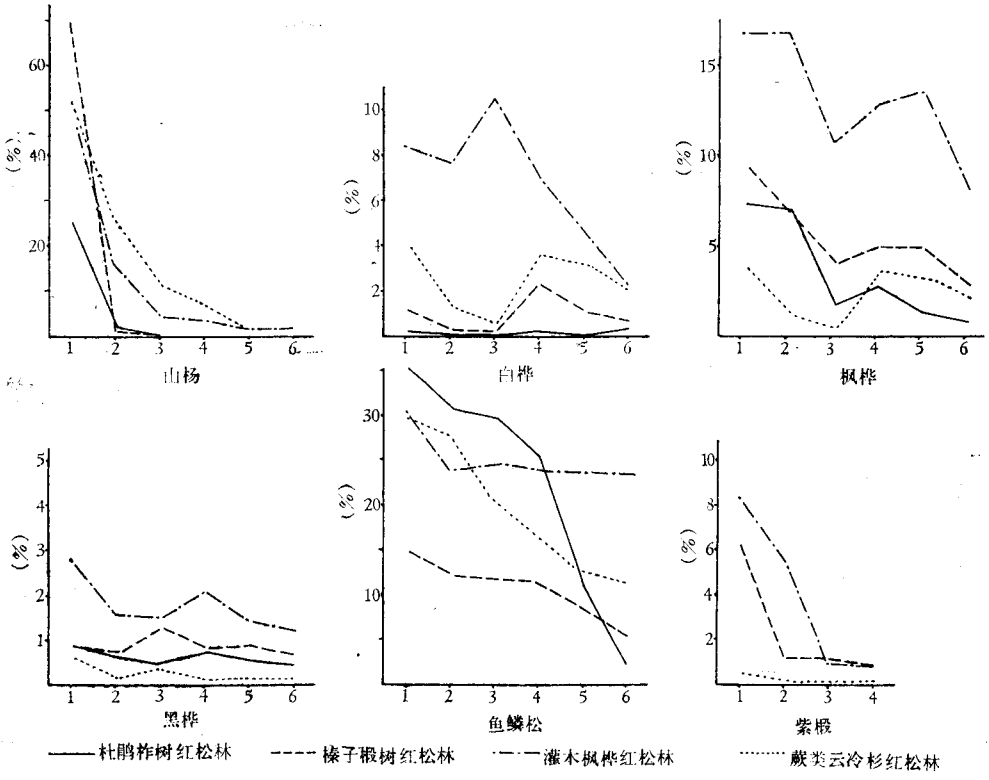


图 4　各时期幼苗绝对存活率
1. 第一年最高值 2. 第一年生长季末 3. 第二年生长季初 4. 第二年生长季末
5. 第三年生长季初 6. 第三年生长季末

只去掉活地被物或只去掉死地被物都可以使小粒种子的发芽率提高几倍、十几倍(表3)。同时把死、活地被物都去除,则使发芽率在此基础上又提高几倍。再加松土整地,发芽率并不一定更高,而且非生长季内的死亡率则更大(图3)。

(三) 不同林型和迹地类型的种子发芽与幼苗保存率

如不考虑地被物的影响,仅就整地样方与去死、活地被物样方而言,总的效果显然是枫桦红松林最好。这和天然更新情况形成了鲜明的对照。除落叶松、紫椴外,其它五个树种第三年末的存活率都以枫桦红松林下最高(图4)。

不同林型地被物对种子发芽和幼苗存活的影响不尽相同。柞树红松林对小粒种子发芽和幼苗初期存活的影响最小。此外,各林型的地被物对该林型立木组成中固有的优势伴生树种二年生苗存活的影响都较小。在对照样方上,椴树红松林下只剩下了紫椴,云冷杉红松林下只剩下了鱼鳞松。枫桦红松林下如除去一株紫椴不算,也只剩下了枫桦。柞树红松林下这时还有三个树种存活,但按照对照样方上幼苗存活率占无地被物样方的比率来看,也以黑桦最大(表4)。

山杨在皆伐迹地上的发芽条件远不如林下,但在椴树红松林皆伐迹地上的存活条件

表4 对照样方中种子发芽率与幼苗存活率占无地被物样方的%

林型或迹地类型	项目号[1]	山杨	白桦	枫桦	黑桦	落叶松	鱼鳞松	紫椴
杜鹃柞树红松林	1	5.77	0	16.17	21.62	36.18	59.46	7.69
	2	57.14	0	12.95	30.77	20.00	32.26	0
	3	0	0	7.41	13.95	0	4.88	0
榛子椴树红松林	1	0	0	1.37	0	0	64.51	110.00
	2	0	0	0.74	0	0	4.00	450.00
	3	0	0	0	0	0	0	200.00
灌木枫桦红松林	1	2.50	4.92	10.46	7.27	5.97	17.14	19.61
	2	0	2.65	4.76	2.98	4.55	12.50	14.29
	3	0	0	3.09	0	0	0	33.33
藓类云冷杉红松林	1	0	0	3.21	0	25.00	63.89	733.33
	2	0	0	2.30	0	0	43.64	1600.00
	3	0	0	0	0	0	36.36	**
杜鹃柞树红松林皆伐迹地	1	0	0	11.11	11.76	0		**
	2	0	0	0	0	0	—	**
	3	0	0	0	0	0		**
榛子椴树红松林皆伐迹地	1	0	0	0	0	0		66.67
	2	0	0	0	0	0	—	600.00
	3	0	0	0	0	0		[2]
落叶松林皆伐迹地	1	0	4.21	2:0	**	33.33		260.00
	2	0	1.04	1:0	**	50.00	—	450.00
	3	0	0	**	**	0		200.00

1) 1 第一年发芽率 2 第一年存活率 3 第二年存活率。

2) 对照样方与无地被物样方均为0。

表 5　各林型及迹地类型种子绝对发芽率与第二年生长季末的绝对保存率[1]（%）

		山杨	白桦	枫桦	黑桦	落叶松	鱼鳞松	紫椴
杜鹃柞树红松林	发芽率	26.25	0.65	10.65	1.28	15.67	37.00	4.33
	保存率	0	0.28	0.63	0.48	3.33	2.50	2.17
榛子椴树红松林	发芽率	72.00	4.40	12.98	2.01	13.50	15.50	6.67
	保存率	0	0.58	2.65	0.68	5.84	5.50	0.84
灌木枫桦红松林	发芽率	67.25	16.53	30.20	4.15	11.17	35.00	8.50
	保存率	1.75	2.05	8.21	1.14	0.83	24.00	1.00
蕨类云冷杉红松林	发芽率	53.75	7.83	9.24	1.61	6.67	38.50	0.50
	保存率	0.50	1.10	1.90	0.16	2.67	11.50	0.17
柞树红松林皆伐迹地	发芽率	8.13	0.78	—	—	0.50	—	0
	保存率	0	0			0.33		0
椴树红松林皆伐迹地	发芽率	10.25	1.70	—	—	2.50	—	2.00
	保存率	3.00	0.84			0.50		0
落叶松林皆伐迹地	发芽率	7.00	1.65	—	—	1.00	—	1.67
	保存率	0.75	0.02			0.50		0.33

1）春播。

则反比林下好。

（四）影响种子发芽与幼苗存活的因子

1. 种粒的大小和某些形态、生态特性　山杨种粒最小，发芽所需水分可在短暂的雨后湿润期内得到满足，因而发芽率很高。但种子储藏的营养物质也少，幼苗过于娇嫩，大部分难以忍受自然界，尤其是死地被物表层温度、湿度的剧烈变化而过早地夭折。桦树种子小而轻，具翅，最难克服死地被物的阻隔而下沉。白桦种子最轻，翅最宽，因而对死地被物的阻隔作用最敏感。黑桦种子较重，翅最窄，因而对死地被物的适应能力显然比白桦好。枫桦种子则介于白桦、黑桦之间。桦树种子不能象山杨种子那样利用短暂的湿润期来发芽。大部分种子在干湿交替变化的环境中失去了发芽力。但有一部分种子则可进入强迫休眠状态，等待下一个湿润期。鱼鳞松种子较大，也较重，虽具翅但易脱落。种子是一头尖的卵形，容易沉入死地被物下层，贮藏营养物质较多，因而容易发芽，也容易存活。紫椴种子最大，贮藏养分丰富，胚根粗壮，因而即使种子悬在死地被物中也能支持到胚根伸达矿质土层，从而得以存活。

2. 地表层土壤湿度　这可能是影响我们实验结果的最关键的生态因子。各树种种

表 6 处 理 1、2、3 各 样 方

日/月	杜鹃柞树红松林皆伐迹地			榛子椴树红松林皆伐迹地			杜鹃柞树红松林		
	1[2]	2	3	1	2	3	1	2	3
14/6	29.1	63.3	59.8	65.0	121.8	91.9	67.9	105.3	98.3
17/6	1.9	13.0	3.9	8.2	16.1	4.3	24.2	41.1	12.0
20/6	7.1	20.1	15.3	45.8	57.4	14.2	68.9	103.5	55.6
23/6	33.7	48.2	55.9	60.3	123.7	93.4	61.9	100.4	86.4
1/7	23.8	29.4	23.7	58.6	74.4	12.7	71.0	59.5	38.6
10/7	21.3	35.2	13.9	38.6	84.7	37.0	69.2	93.3	34.5
20/7	15.8	9.4	6.6	40.3	54.7	16.4	67.1	89.4	58.8
各次平均	19.0	31.2	25.6	52.4	76.1	38.6	61.5	84.6	54.9
变幅	31.8	53.9	55.9	80.4	105.9	89.1	46.8	64.2	86.3

1) 表中每一数值均为三个重复的平均数。
2) 1. 去死、活地被物+松土整地；2. 去死、活地被物、不整地；3. 去活地被物，保留死地被物。

子、幼苗特性也主要是通过其对地表层土壤水分条件的适应能力表现出来的。1963 年我们作了七次地表层(0—2厘米)土壤含水量的测定，结果列为表 6。从表上可以看出，在前三种处理中，以整地样方表层湿度最低，但湿度变幅也最小。去死、活地被物样方湿度最大，变幅中等。保留死地被物样方湿度介于前二者之间，但变幅最大。更重要的是死地被物是由植物残体构成的，比重小而且充满许多微孔，因而其水分可给程度要比土壤低得多，也即实际上要比整地样方干旱得多。了解了这些湿度变化情况，我们就可以理解到影响种子发芽及幼苗初期存活的一些具体形式：

（1） 在自然条件下，小粒种子大多是在风吹或雨打的作用下和土壤相混或落到死地被物下层才得以发芽、存活的。但林下风弱，绝大多数种子落到死地被物上层，因而难以发芽，或即便发了芽，也往往在胚根伸达矿质土层以前就在干旱期中死亡。我们认为这也就是山杨、桦树不能在林下及老采伐迹地上更新的重要原因之一。甚至象云杉这种耐阴树种的更新也受地被物的很大影响。

（2） 整地样方湿度变化最缓和，去死、活地被物样方地表层最湿润，这两种样方都能使种子和土壤直接接触，因而有利于小粒种子发芽和幼苗存活。但就本试验中发芽存活的最初阶段而言，则是不整地效果更好一些。

（3） 山杨、白桦在柞树红松林和椴树红松林下只能少量发芽而不能存活，枫桦在柞树红松林下第二年存活条件也变坏，只有黑桦存活较好，这也很好地说明了不同树种对水分条件的选择作用。

3. 冬季的死亡率 各树种幼苗在非生长季节内都有相当数量的死亡(图 1、2)。白桦，鱼鳞松冬季死亡率较小；枫桦，黑桦生长季后期出苗较多，来不及完成正常的年发育周期，因而死亡率较高。白桦在第二个冬天死亡率高也主要是由于生长季后期出苗多，这部分苗木不能越冬所致。山杨虽然出苗早，但在过于阴湿的云冷杉红松林下生长衰弱、多罹叶部病害，因而冬春死亡率也较高。

表层基质含水量(%)[1)]　　1963年

榛子稵树红松林			灌木枫桦红松林			蕨类云冷杉红松林			林冠下平均		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
63.3	115.9	144.3	83.2	123.4	159.0	107.0	171.5	159.1	80.4	119.7	140.2
30.3	55.2	31.9	73.2	78.3	83.8	90.7	82.5	68.0	54.6	64.3	48.9
63.1	117.4	64.5	84.2	144.5	115.2	96.9	164.9	85.9	78.3	132.6	80.3
48.5	109.0	117.0	82.7	99.0	184.2	80.5	143.3	189.5	68.4	112.9	143.3
65.1	124.4	58.8	91.2	138.6	139.5	111.7	207.8	111.1	84.8	132.6	87.0
95.2	103.9	72.5	92.7	151.1	142.8	107.5	185.6	66.7	91.2	133.5	79.1
57.6	75.1	78.3	88.9	141.9		103.8	167.9	234.7	79.4	118.6	123.9
60.4	100.1	81.0	85.2	125.3	137.4	99.7	160.5	130.7	76.7	116.3	100.4
59.9	69.2	112.4	19.5	72.8	100.4	27.0	125.3	168.0	36.6	69.2	94.4

整地样方上幼苗冬、春死亡率高是由于土壤疏松(镇压不够)，易遭融雪迳流的冲刷。无论林内林外，春天都可以看到整地样方上形成一些小冲刷沟，使幼苗发生裸根。这种情况在去死、活地被物样方上则很少发生。

4. 光　光对幼苗存活起着重要作用，而且这种作用与日俱增。从表7可以看出，在林下一般是耐阴性差的树种死亡率高，而且后期比前期高。1963年7月13日测定的结果表明椴树红松林下草层上面的平均照度为8567Lux，草层下则为3344Lux。云冷杉红松林下的相应数字为11158和592Lux。草层下照度只有草层上面的6.9%。由此我们可以得出草本植被巨大遮阴作用的概念来。它使林下本来已经相当弱的光照又减低了很多很多，这对草层下面幼苗的存活显然是不利的。

表7　林下各树种在生长季内的死亡率(%)[1)]

	山杨	白桦	枫桦	黑桦	鱼鳞松		落叶松	紫椴
第二年	42.55	32.90	28.30	29.10	35.44	第一年	30.75	36.80
第三年	60.00	45.40	40.90	18.00	13.45	第二年	36.80	32.81

1) 山杨只包括云冷杉红松林。鱼鳞松除去柞树红松林不算。其余5个树种都是林下4个林型，18个样方的平均值。

5. 动物为害　动物大量消耗紫椴种子。从遗留下来的种皮碎屑判断，显然是鼠类为害。试验中紫椴发芽率低主要是与此有关。1963年还观察到鼠类为害鱼鳞松的情况。当胚轴刚把种皮举离地面时往往子叶一部或全部失去，更重者则使幼茎折断，造成死亡。根据6月底调查，各样方标准行上这时共有鱼鳞松苗144株，其中至少有40株被害，占28%。

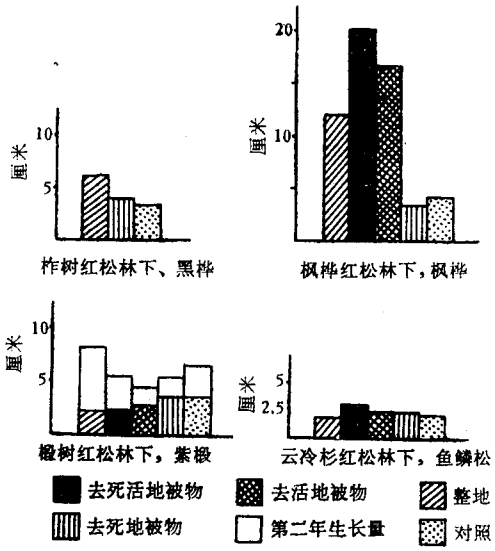


图 5 二年生幼苗高度的比较

（五）幼苗生长情况

死地被物，尤其是活地被物对幼苗生长不利(图 5)。就林型而言，大部分树种在枫桦红松林下生长条件最好(图 6)。皆伐迹地生长条件又比林下好(图 7)。这些一般情况不需要详加说明，这里需要指出几个问题：(1)除在柞树红松林下整地能促进幼苗生长外，另外三个林型都表现出整地还不如不整地。表 8 的资料很好地说明了这一点。(2)紫椴一年生苗高度在活地被物遮阴下反而更高，图 6 以椴树红松林为例反映了这种情况。(3)山杨是最典型的喜光树种，但山杨不能在林下更新也不是绝对的。林下一般连山杨幼苗也很难

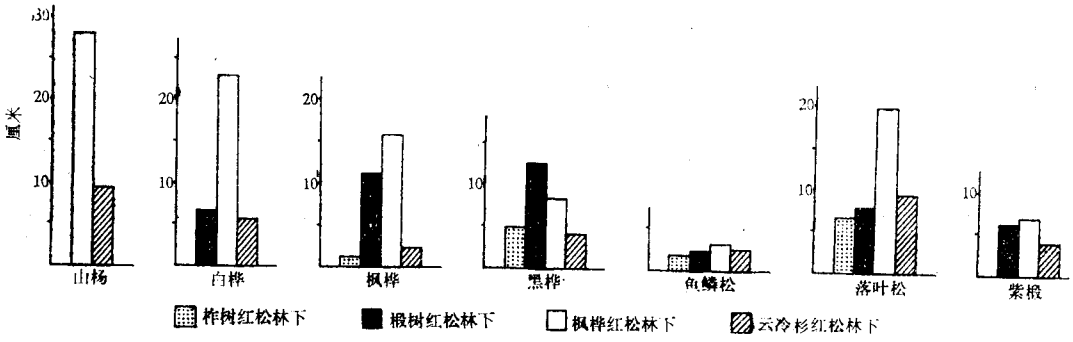


图 6 二年生幼苗高度对比

表 8 去死、活地被物样方与整地样方幼苗高度的比值

	1963 年 春 播					1963 年 秋 播			
	鱼鳞松	白 桦	枫 桦	黑 桦	山 杨	白 桦	枫 桦	黑 桦	落叶松
杜鹃柞树红松林[1]	0.70	—	0.55	0.56	—	—	0.63	0.86	0.99
榛子椴树红松林	1.19	1.92	0.82	1.07	—	—	2.28	1.28	—
灌木枫桦红松林	1.13	1.31	1.60	0.76[2]	2.13	—	1.01	1.16	—
蕨类云冷杉红松林	1.53	1.22	1.36	—	—	0.62	—	1.13	—

1) 杜鹃柞树红松林采用1964年苗高，每样方调查 7 株，其余三个林型均采用1965年苗高，每样方调查10株。
2) 该比值低于 1 是由于去死、活地被物样方上的幼苗在1964年冬天被动物啃咬。如以1964年苗高计算，则比值为 1.84。

见到也不会是由于光照不足。我们的试验表明，在郁闭度较小的枫桦红松林下山杨至少可以正常生长3年，达到50—60厘米高。看来，当林中老树被风刮倒，而山杨又有种子来源时，是可以在有矿质土外露的林窗中更新、生长起来的。

结　　语

（一）本实验表明了红松林死、活地被物对红松伴生树种天然更新也即树种更替初期阶段的巨大影响。如去掉了这种影响，将会使天然更新状况根本改观，并最终在一定程度上影响到红松林的树种组成。

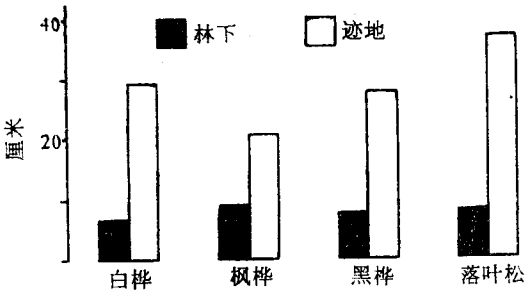


图 7　柞树红松林下及皆伐迹地上二年生苗高度的对比

（二）红松原始林的优质伴生树种的存在，不仅取决于其耐阴性，也和它们的种子、幼苗对林下死、活地被物的适应性密切有关。而红松原始林破坏后多变为杨桦林，这不仅是由于杨桦喜光，而且和它们在原始红松林下无法在枯枝落叶层上发芽，但在采伐后破坏了枯枝落叶的情况下有可能在矿质土上发芽、存活而发展起来。

（三）灌木枫桦红松林实行择伐时，没有足够的小径木可以保留，皆伐后灌木杂草又生长过快、更新也有困难。但原始林下许多树种幼树都有一定的生长条件。如能在伐前二三年采取人工促进天然更新的措施——主要是去除死、活地被物的影响，则许多树种都有希望大量更新。林冠郁闭，抑制了杂草灌木的竞争后，将可为红松的天然更新创造有利条件。

（四）关于促进林下天然更新的措施，主要在去除杂草灌木的竞争，其最彻底的办法当然是应包括翻松土地及捡出草根，但要注意镇压以保持表层土壤湿润，利于小粒种子发芽。此外，如能在整地样方周围切断大树根系影响，也会使幼树生长条件大大改善[3]。

参考文献

〔1〕蒋有绪，1963：川西亚高山暗针叶林的群落学特点及其分类原则，植物生态学与地植物学丛刊，1(1—2)：42—50.

〔2〕中国科学院林业土壤研究所，1980：红松林，农业出版社，63—98.

〔3〕Карпов В. Г., 1955: О конкуренций между древпстоем в насаждениях засушливой степы; Ботанический журнал, 40 (3), 376—401.

〔4〕Карпов В. Г., 1960: Основные итоги экспериментальных исследований взаимоотношений между растениями в лесах средний тайги. I. Ботанический журнал. 45(2),161—179.

EFFECT OF LITTER LAYER ON NATURAL REGENERATION OF COMPANION TREE SPECIES IN KOREAN PINE FOREST

Tao Dali Xu Zhenbang Li Xin
(*Institute of Forestry and Soil Science, Academia Sinica*)

Abstract

As an integrated part of the research on "The Structure and Dynamics of Korean Pine Forest", 325 plots were set, treated, sown and periodically observed from 1963 to 1965 in Korean pine forests in the Lesser Khingan Mountains (Xiaoxinganling) to study the effect of removing litter layer or living ground cover on seed germination and seedling survival of aspen, birch, spruce, larch and linden. Significantly negative effect of litter layer was found on seed germination and seedling survival in all species except linden. Some birch seeds were inhibited from germinating but remained alive for 2—3 years. The adaptability of seeds to germinate and survive on litter layer was found to be positively correlated to the seed size. The relation between adaptability of seeds to germinate and survive on litter layer and shade tolerance of seedlings is also discussed.