

油松飞播期选择及其生态因子分析

周 泽 生

(中国科学院西北水土保持研究所)

选择适宜的播期,是飞播造林一项重要的研究课题。飞播造林实践证明,播期适宜,种子能迅速发芽和出苗,成苗率高,能获得飞播造林成功;播期选择不当,往往影响飞播造林效果,甚至造成飞播失败。例如:1958年四川省西昌地区飞播云南松,失败的主要原因是播期选择太晚,幼苗生长期过短,未能木质化,造成越冬困难所致;1963年广东省阳江林场在2月上旬飞播马尾松,由于播期早,播后60多天未降雨,使70—80%的种子遭鸟、鼠危害;1969年,陕西省汉阴县凤凰山林场于10月上旬飞播油松,播后因气温低,影响当年大部分种子未能发芽,经过一个冬春鸟、鼠的危害,种子损失殆尽,飞播归于失败。从这些例证中可以看出,正确选择播期,适时播种,是飞播造林成败的关键。

我国地域辽阔,自然条件复杂,南北气候、水热条件相差悬殊,适宜于各地区的飞播期和树种,均有很大差异。尤其是在黄土高原地区进行飞播造林,与我国南方地区相比,各种不利的生态因子对飞播造林的影响最为突出,播期选择稍有不慎,容易失败。因此,对播期进行研究,无论在理论上或对发展黄土区飞播造林事业上,都具有重要的意义。

一、飞播试验区自然概况

试验区位于陕西省延安地区南部宜川县。播区属黄龙山余脉,地处梢林边缘,为黄土丘陵,海拔900—1,300米。土壤为褐色土。植被主要有白羊草、大油芒、黄芩草、铁杆蒿、黄刺梅、狼牙刺、酸刺等,覆盖度0.3—0.8。

该区属暖温带大陆性季风气候。其特点是冬春寒冷、干旱,夏季雨热同季;雨量集中,一般7月进入雨季,9月下旬结束。年平均降雨量574.4毫米,多集中在7—9三个月,约占全年降雨量60%左右。雨季平均降水日数39.7天,约占全年降水日数42%。年平均气温9.8℃,极端最低气温-24.4℃,极端最高气温39.9℃,6—8月平均气温均在21℃以上。早霜10月中旬(最早9月下旬),晚霜4月中旬(最晚5月初),无霜期180天左右。

二、影响飞播期选择的生态因子分析

飞播期选择,不仅要考虑播后种子发芽、出苗所要求的水热条件,而且要考虑出苗

前后,干旱、高温、霜冻、鸟鼠等生态因子对幼苗和种子的危害。播期过早,往往水分不足,或温度低,不仅不能满足种子发芽的需要,还会延长种子发芽和出苗的时间,增加鸟鼠对种子的危害;过晚,一般水分条件好,对种子发芽有利,但缩短了幼苗生长时间,给幼苗越冬造成困难。因此,确定适宜播期,应该是最有效的利用有利的生态因素,避免不利因素,以提高飞播造林成苗效果。现将我们1975年以来试验研究结果,从以下几方面加以分析。

(一) 飞播期选择与降水的关系

黄土高原,气候干旱,降水是影响飞播效果的主要矛盾,也是播期选择的主要依据。因为,水分是保证种子发芽和出苗的首要条件,只有当种子接触并吸足了水分之后,才能很好的发芽和出苗。飞播造林的特点是种子裸露地表,不予覆土,种子萌发所需水分,主要靠吸收天然降雨,因此,播后降水量和降水日数分布的规律,对油松飞播成苗效果影响极大。

一个地区每年雨季开始的时间有早有晚,雨量有多有少,降水日数有长有短,而各种树种发芽、出苗对水分的要求各不相同。据人工模拟降水试验,不同树种种子发芽和出苗所需降水量差异较大。樟子松种子发芽出苗需39—96毫米降水量,油松需100—140毫米降水量,而侧柏和华山松则需要217—253毫米降水量。

飞播试验证明,油松播后通常需有80—100毫米降水量和7天以上连阴雨天,经7—14天即能发芽出苗。如播后降水量不足,又无一定的降水时间保证,则不能满足油松发芽的要求。尤其是时断时续的降水,不仅对种子发芽无益,反而会引起种子吸水膨胀干缩,降低种子发芽力;对于某些豆科树种如刺槐、柠条来说,严重时还会造成“闪芽”而死亡。当然,暴雨常使种子发生位移,特别是植被覆盖度小、坡度较陡的播区,随着暴雨将裸露地表的种子冲走,形成无种子地段,影响播区幼苗的分布。如1977年在宜川圪背岭播区飞播油松,6月29日播后即降暴雨,将分布在梁峁沟坡上部的种子冲到山脚和河沟中,形成播区沟坡上部幼苗稀少、沟坡下部幼苗分布集中的现象。据当年秋季调查,沟坡上部和峁顶每亩有苗94和25株,而沟坡下部及沟底每亩有苗高达1,527和4,343株。

据人工地面试验,油松播期不同,成苗效果差异显著。从表1中5—7月各播期来看,虽然播后连续降水日数有2—8天之多,但在此时期内总降水量不足(最多降水只有57.7毫米),达不到油松发芽和出苗时所需要的80毫米以上降水量的要求,故种子仍未能发芽。只有到7月28—8月10日,先后降水量90毫米和连续阴雨天8天以上时,各播期种子才开始发芽和出苗。对于早期播种的5月和6月两个播期,因播后降水不及时、降水量不足和种子在地面放置时间过长,遭受鸟、鼠危害严重,故成苗效果差,成苗率仅有2.5%和5.0%。而7月播期,由于播后降水较及时,种子损失率低,成苗率高达17.9%,8月播期降水充足而及时,出苗效果好,每亩平均有苗4,595株;但由于出苗晚,幼苗生长期较短,故越冬率低(40.8%)。

从表2油松飞播试验效果可以看出,无论1976年或1977年飞播,当年平均降水量均低于历年平均降水量。1977年7月降水量和降水日数与历年平均值基本接近,飞播试验成苗效果好,飞播当年油松每亩有苗725株,比1976年飞播高261株。这是由于6月

表 1 1976年不同播期对油松成苗和越冬的影响

播 期	播后降水量和连续降水日数			成 苗 情 况		越冬率 (%)
	起止日期	降水量(毫米)	天 数	平均每亩 幼苗株数	成苗率 (%)	
5月13日	15—19	4.6	2	793	2.5	70.0
	25—31	7.1	7			
6月12日	4—5	3.8	2	1,625	5.0	71.0
	18—22	57.7	5			
	27—30	1.8	7			
7月11日	7—8	3.8	2	5,821	17.9	63.3
	13—20	24.0	8			
	28—31	45.7	4			
8月8日	3—10	46.5	8	1,595	11.2	40.8
	18—20	18.5	3			
	21—30	168.2	10			

表 2 试验区6—9月降水量、降水日数与油松飞播成苗的关系

年 份		6 月	7 月	8 月	9 月	全 年	成苗效果		越冬率 (%)
							平均每亩 幼苗株数	成苗率 (%)	
一九七六	降水量(毫米)	67.0	86.8	218.4	52.2	566.8	464	6.3	52.5
	降水日数	8.0	15.0	20.0	6.0	96.0			
一九七七	降水量(毫米)	99.4	140.4	72.4	40.8	520.3	725	10.1	73.7
	降水日数	11.0	13.0	13.0	9.0	88.0			
历年平均	降水量(毫米)	63.8	138.4	107.7	95.6	574.4			
	降水日数	9.6	14.7	12.5	11.9	93.3			

26—28日飞播后即遇降雨,在11天内连续降雨8天,降水量达90毫米以上,满足了油松种子发芽的要求,幼苗在7月中旬已基本出齐,出苗早,种子损失少,幼苗生长期长(比1976年飞播幼苗生长期长30天左右),成苗率和越冬保存率均高于1976年。1976年成苗率较1977年飞播成苗率低的主要原因,是由于该年雨季推迟(如7月份降水量为86.8毫米,与历年同期相比少51.6毫米,而8月份降水量却比历年同期高出110.7毫米)。当6月21—24日飞播后,连续35天才降水,虽然从7月29日—8月8日,11天中连续降水日数8天,降水量达90毫米以上,均与1977年相同,但由于出苗晚(幼苗于8月中旬基本出齐),缩短了幼苗生长期(幼苗生长仅有60天左右),加之种子在地面放置时间久,损耗较大,故成苗率和越冬保存率仅有6.3%和52.5%。

从以上人工地面试验和飞播试验结果均证明，油松飞播后有80—100毫米降水量和连续7天以上阴雨天，经7天以上时间，即能发芽和出苗。如播后降水量和连续阴雨天低于以上指标，则不能获得较好的成苗效果。从该区降水分布规律看，7—8月降水丰富，对油松种子发芽和出苗有利，因此，油松飞播期选择在该区雨季来临的前夕，即6月下旬至7月上旬或中旬为宜。

（二）飞播期选择与土壤水分的关系

从图1可以看出，不同树种种子发芽对土壤水分的要求是不同的。酸刺、柠条种子在土壤含水量（8%）较少的条件下即能发芽，而油松、侧柏在土壤含水量8%的条件下则不能发芽，只有当土壤含水量增加到10%时才开始发芽。

据试验观察，播种后已萌动的油松种子，经过24小时，胚根生长达0.3厘米，48小时伸长1.2厘米时，即迅速扎入土层开始吸收水分。此时如表土层（0—5厘米）水分不足（土壤含水量达不到10%时），将直接影响油松的出苗和根系的生长。

从图2的土壤含水量测定结果可以看出，该区6月下旬—9月全月5厘米土壤含水量基本保持在10%以上。所以，飞播期选择除考虑降水因素外，土壤水分的多少，对于油松的出苗和根系的生长也有密切的关系。

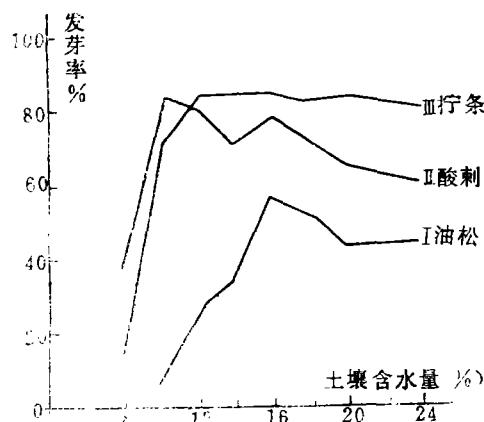


图1 不同树种种子发芽与土壤含水量的关系

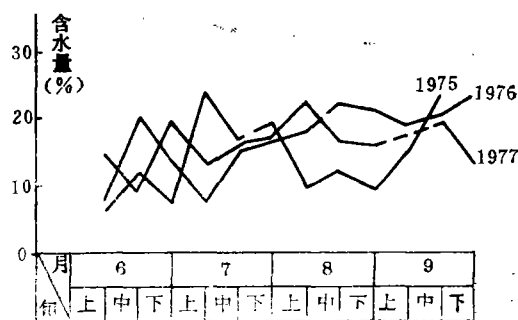


图2 1975—1977年6—9月各旬5厘米土壤含水量

（三）飞播期选择与温度的关系

温度是树木生长发育不可缺少的条件。种子吸收足够水分后，还要得到相适宜的温度才能发芽出苗。温度的高低不仅影响种子发芽时需水量的多少，而且还直接影响发芽的速度。一般来说，温度低，发芽慢；温度高，发芽快；但是，如果温度过高，种子呼吸作用旺盛，大量消耗营养物质，反而不利于种子的发芽和胚根的生长。

1. 气温。据试验，不同树种种子发芽对温度的要求不同，油松种子发芽最适温度为21—25℃，最低温度6—10℃，最高温度30—40℃。从表3可以看出，试验地区年平均气温9.8℃，春季3—5月气温保持在5.1—17.2℃，一般温度偏低。在这偏低的气温下，油松种子虽可发芽，但往往影响发芽和出苗的速度。加之春旱频率大，水分不足，此时播种，对油松种子发芽和出苗多无保证。进入6—8月，气温逐渐升高，平均气温在21℃以上，最适宜油松种子发芽，而且正值该区雨热同季，如在此时期播种，油松飞

表 3 试验区气温、地面温度和土壤温度

项 目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
气温(℃)	-5.9	-2.0	5.1	11.9	17.3	21.5	23.6	22.2	16.2	10.2	2.8	-1.1	9.8
地面温度(℃)	-6.3	-2.9	6.3	15.3	22.8	26.2	27.3	26.3	18.1	11.4	3.2	-1.6	12.1
土 温 (℃)	5厘米	1	1	1	13.6	19.7	23.6	25.1	24.7	17.7	10.8	4.4	1
	10厘米	1	1	1	12.6	18.8	22.7	24.7	24.2	18.0	12.4	4.8	
	15厘米	1	1	1	12.3	18.3	22.3	24.2	24.0	18.2	12.1	5.4	

播成苗率高。秋播水热条件对种子发芽虽然有利,但出苗晚,幼苗往往不能木质化,造成越冬困难。

2.地面温度。飞播种子裸露地表,地面温度的高低,直接影响种子的发芽率。地面温度变化快,变幅大,尤其是在植被覆盖度较低的播区,夏季的地面温度有时可达60℃以上,致使正处于萌动发芽的油松种子或幼苗遭受日灼危害而死亡。从表3可以看出,该区春季和秋季地面温度一般偏低,夏季6—8月平均地面温度均在26—27℃之间,对油松种子的萌发是适宜的。

据试验,油松对高温有一定的适应性。如将油松种子置于地面温度40—60℃条件下进行暴晒,经日光暴晒15天的油松种子发芽率为91.5%,比对照区高12%(表4)。说明油松种子在高温下进行适当时间的暴晒,有促进和提高种子发芽率的作用。但在高温下暴晒时间过长会造成细胞失水过多,而降低种子发芽力。

表 4 日晒对油松种子发芽的影响

日晒天数	5	10	15	20	对 照
发芽率(%)	81.5	88.5	91.5	67.5	79.5

3.土壤温度。当油松种子萌动发芽时,胚根即迅速扎入土壤中吸收水分和养分。此时,土壤温度的高低,不仅影响土壤水分的蒸发,而且影响幼苗和根系的生长。一般来说,多数树木的根,在土温5—40℃范围内都能生长,温带树种最适土温为15—28℃之间,浅根性树种较深根性树种需要较高的土温。油松系深根性树种,根系生长不要求太高的土壤温度,尤其是对幼苗来说不需要过高的土壤温度。表3从6—9月5—15厘米土壤温度均保持在17—25℃之间,对油松幼苗的扎根和生长是有利的。

4.低温和霜冻。该区冻害主要有春、秋霜冻和初冬、春季低温寒害。一般来说,秋霜冻和春霜冻均有发生。如1970年宜川县发生秋霜冻,使农作物减产21.8%;1976年11月该县又遇到历史上少有的早寒。据气象站资料,1976年11月日平均气温降到零度以下的日期不仅较常年提前了半个月,而且11月中旬平均气温较常年同期低7.3℃,致使当地小麦、油菜大部遭受冻害,但飞播油松越冬保存率仍有52.5%。如该年雨季不推迟,油松出苗早,有一个较长的生长期,以增强幼苗的越冬能力,则能抗 (下转第54页)

一个强有力的分析工具，它已成功地应用于计划管理、交通运输、生产布局、牲畜饲养管理等许多生产领域。运用线性规划的方法优化土地利用结构，无疑是定量分析的科学方法。它可以帮助我们把定性分析和量化处理手段结合起来，把人和信息处理机器协调结合起来，使我们在十分复杂的自然和社会经济条件下，按照价值规律，求得最优目标，从而达到实际的、高效率的正确决策。

由于土地是个复杂的大系统，具有大型性（多因子、多形态、多目标、多变量等）、普遍联系性（与自然环境和人类经济活动联系非常紧密）、风险性（由于利用失误或自然灾害就会造成很大损失，甚至无可挽回，这也是改变土地利用现状十分困难的原因）和模糊性（土地适宜性、生产潜力等难以准确度量）等特点，因此全面研究土地利用问题是十分困难和复杂的。但是我们可以对大系统进行分解或简化，研究某一个侧面（子系统）。运用线性规划建立数学模型时，必须从实际出发，力求全面反映系统结构、资源条件和发展过程，选择准确可靠的参数，根据约束条件之间的内在联系和平衡、比例关系，统一量纲，建立约束方程，同时抓住主要矛盾，确定所追求的目标函数，建立简洁、精确、实用、可解的数学模型。这种模型可以为我们提供一个土地合理利用的最优方向和格局，便于我们扬长避短，作出决策。当前，电子计算机正在普及和广泛使用，这为线性规划求解各种土地利用优化模型带来极大方便。随着科研和生产的运用，我们相信，这一科学方法和理论将会发展得更加成熟和更快普及。

（上接第76页）御低温冻害，提高其越冬保存率（如1977年飞播油松越冬率高达73.7%）。不同树种越冬能力的强弱，除与各树种的特性有密切关系外，播期选择则直接影响幼苗的生长期。因此，根据气象预报，在降水条件较丰富的年份，适时早播，争取早发芽，早出苗，促使幼苗有一个较长的生长期，获得健壮的幼苗，增强对低温的抵抗能力，是提高幼苗越冬率的有效措施。

三、简要结论

1、试验结果证明，在延安地区南部半湿润地区进行油松飞播造林，为使飞播后种子及早发芽出苗，争取幼苗有一个较长的生长时间，增强其抗寒力，利于安全越冬，并减少种子的损耗，提高成苗率，油松适宜飞播期，可选择在6月下旬至7月上旬或中旬为宜。因此时正值雨热同季，水热条件好，降水多，降水日数长，年降水保证率高，而且温度适宜，对油松种子的发芽和出苗有利。

2、降水是影响该区油松飞播造林成效的主要矛盾，也是选择飞播期的主要依据。因为，延安地区降水规律历年变化较大，如有些年份降水不足，有些年份降水推迟，即是同一播期，由于各年降水情况不一，出苗效果差异很大。为提高油松飞播造林效果，应与气象部门密切配合，作好天气预报，正确地确定适宜的飞播期，以便根据降水分布情况，适当提前或推迟。一般来说，在满足油松发芽和出苗的前提下，只要降水条件有保证，争取提早播种对油松幼苗的生长和越冬有利，如雨季推迟，油松播期不宜超过7月下旬。当干旱年份出现时，尤其是7、8两月雨水缺少时，应停止播种，以免造成浪费。

（李立、刘向东、吴钦孝、侯庆春等同志参加部分试验工作）