

榆林毛乌素沙地飞播植被对流动 沙丘链的逆转作用

周 士 威

(中国林业科学研究院林业研究所)

漆建忠 麻保林 刘冰泉

(陕西省榆林地区治沙研究所)

摘要 本文系1988年在榆林毛乌素沙地,采用4个梯度,56个测风探头,对流动沙丘和飞播地进行风速的同步或相对值观测报告。测试阐明:飞播形成的植被踏郎(*Hedysarum mongolica* Turcz)与花棒(*Hedysarum scoparium* Fisch et Mey.),尤以踏郎对流动沙丘的逆转作用效果显著。由于踏郎地下茎的萌生,使原来24 m宽的植被带扩大到40 m;10 a后保存面积由17.7%增到60%以上,形成固定沙地。

改造后的沙丘,不仅坡度减小、坡长增大,沙丘高度显著降低,并呈“舌状”前移,丘间地也不断缩小等,出现一系列飞播地的地貌形态变化,使“水平”、“垂直”风速的降低值均衡。对比封禁十年后的流动沙丘,除沙丘前移外,坡面上仍然寸草不长。因此,提倡远处飞播,近处人工直播是改造沙漠的有效措施。

关键词 飞播植被;流动沙丘链;逆转作用

榆林地区沙地总面积248万ha,其中尚未治理的流沙30.6万ha。1974—1981年飞播试验及近年生产性飞播固沙6.8万ha。对改变沙区恶劣的自然面貌、改善人民生产和生活条件及减少黄河泥沙沉积具有重要意义。

对各种类型流动沙丘的形态发生、发育,国内外学者进行过大量的研究^[1]。但用地貌学观点,认识大面积流动沙丘,在植被作用下的良性转化过程,前人研究的并不多。毛乌素沙地边缘的流动沙丘,形成的历史已有几百年,在飞播(或人工直播)后10 a左右的时间(或更短)里已形成固定沙地,主要是介入的飞播植被的群体抗逆性改变了风对沙质地表的吹蚀、搬运和沉积的结果。因此进行风速观测,揭示风与植被及其下垫面的沙质地表(被覆盖的或裸露的)的动力学机理,阐明在长有植被的沙丘上,风的分布规律和流动沙丘在被植被固定过程中,所形成的活跃地貌,尤为必要。此项野外观测研究国内外迄今尚未系统做过。

一、自然概况

榆林沙区地处毛乌素沙地的南缘,地理坐标为37°N22'—39°N25'、107°E115'—

111°E 45', 海拔1 000—1 500 m。本区大部分母岩由侏罗纪、白垩纪地层的杂色沙岩、页岩、砂砾岩、泥岩等组成。由于风沙地貌发育, 形成了新月形沙丘链、格状沙丘等类型。本区为大陆性季风气候, 降水量变化大, 多雨年份高达689.4 mm, 早年仅159.6 mm, 平均为415.7 mm。风速2.5—3.2 m/s, 在寒冷季节, 盛行西北风, 温暖季节盛行偏南风, 4月的风速为全年最大值。全年沙暴日19.7 d, 扬沙日61.3 d。干燥度2.07—3.00, 属温带半干旱气候。年平均日照时数2 925.5 h。年平均气温7.8—10.0℃, 极端最低温-32.7℃, 最高38.9℃, 10℃以上积温2 904.9—3 812.6℃, 无霜期150—187 d。

本区流动沙地植被稀疏, 通常只有沙米(*Agriophyllum arenarium* M. B.), 沙竹(*Psammochloa mongolica* Hitchc.), 白沙蒿(*Artemisia sphaerocephala* Krasch.)等的分布。在沙地自然固定过程中逐渐形成以油蒿(*Artemisia ordosica* Krasch.)为主的群种, 并伴有白草(*Penisetum flacidum* Griseb.), 沙芦草(*Agropyron mongolicum* Keng), 苦豆子(*Sophora alopecuroides* L.), 棘豆(*Oxytropis psammocharis* Hance.), 冷蒿(*Artemisia frigida* Willd.)等。在地下水水位较高的流沙低地, 常有沙柳灌丛(*Salix psammophila* C. Wang et Ch. Y. Yang)生长。

本区属黄河水系, 主要有无定河、窟野河、秃尾河及其支流, 流域面积1 225 km²。水质矿化度多在1 g/L以下, 水资源较丰富。

二、观测内容和方法

观测飞播地独特的地貌对风速的影响, 飞播植物种踏郎、花棒的不同盖度、群体大小和高度对风速分布状况的影响。

测区选在榆林红石峡西沙飞播封禁区中航、南航境内, 共7块观测样地, 分别设在1965、1975、1977年播的花棒林地和1975、1977、1981年播的踏郎林地内。两块对照, 一块选在附近未飞播过的流动沙丘, 另一块设在附近平沙地10 m高处风向杆上, 每次与观测点同步取值, 公式为^[3]:

$$u_2 = u_1 \frac{L_{n_2}^* - L_{n_1}^*}{L_{n_1}^* - L_{n_0}^*}$$

u_2 ——任意高度风速值; $L_{n_2}^*$ ——任意高度的对数值; u_1 ——10 m高处已知风速值; $L_{n_1}^*$ ——10 m高度的对数值; $L_{n_0}^*$ ——现场地表粗糙度值为0.025 cm。

先求出与测点对应高度的风速值, 再与样地测值比较, 最后用百分数表示, 若是同步观测时, 以绝对值表示。测值(u_2)均为5分钟5次的平均值。测试仪器为SFY四道电子风速仪。观测前, 对上述所有样地进行了地形测量和用线段法对植物种做常规调查。另外在面上对42个飞播后沙丘的地貌形态的发生、发育和消失与飞播植被的关系进行了调查。

风速观测点设置有两种形式:

1. 贴地层25 cm高观测点 自沙丘迎风坡至背风坡、丘间地, 布点28—30个, 同步观测。

2. 不同梯度的观测点 每个测点上分25 cm、100 cm、200 cm、300 cm四种高度, 测点沿沙丘中心线等距分布, 从沙丘迎风坡、背风坡到丘间地, 一般设14—16个测点。

三、结果与分析

1. 流动沙丘上风速分布的规律和特征 从表 1 看出: 迎风坡上的平均风速绝对值, 由下往上是递增趋势。说明迎风坡有聚风的作用, 和受布点高度增加的影响, 其风蚀强度亦基本

表 1 流动沙丘各部位 25 cm 高度密集布点同步风速观测

测点部位		迎 风 坡															
测点编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
风 速 值	观测值 (m/s)	3.46	3.70	3.94	4.22	4.44	4.58	4.60	4.76	5.14	5.32	5.36	5.64	5.88	5.96	5.72	
	相对风速 (%)	75.9	81.1	86.4	92.5	97.4	100.4	100.87	104.4	112.7	116.6	117.5	123.7	128.9	130.7	125.4	
相邻点差值		0.24	0.24	0.28	0.22	0.14	0.02	0.16	0.18	0.18	0.04	0.28	0.24	0.08	0.24	0.26	
测点部位		丘 顶					背 风 坡							丘 间 地			
测点编号		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	对照
风 速 值	观测值 (m/s)	5.98	6.84	7.50	6.50	4.28	1.80	1.62	1.46	1.44	2.42	2.66	2.72	2.84	3.16	3.36	4.56
	相对风速 (%)	131.1	150.0	164.4	142.5	93.9	39.5	35.5	32.0	31.6	53.1	58.3	59.6	62.3	69.37	73.7	100
相邻点差值		0.86	0.66	-1.00	-2.22	-2.48	-0.18	-0.16	-0.02	0.98	0.24	0.06	0.12	0.32	0.20		

表 2 流动沙丘不同梯度同步风速观测

迎 风 坡 坡 度	迎 风 坡 坡 长	背 风 坡 坡 度	沙 丘 高 度	植 被 盖 度	测 点 部 位	测 点 编 号	风 速 观 测 梯 度											
							25 cm			100 cm			200 cm			300 cm		
							风 速 观 测 值 (m/s)	相 对 风 速 值 (%)	风 速 递 增 率 (%)									
							11°	66m	31°	14 m	迎风坡 和背 坡无 植被	迎风坡	1	2.5	76.7	11.2	2.78	71.1
					迎风坡	2	2.86	87.7	11.89	3.20	81.8	6.25	3.40	80.2	5.29	3.58	80.8	
					迎风坡	3	3.18	97.5	15.09	3.66	93.6	3.82	3.80	89.6	2.10	3.88	87.6	
					迎风坡	4	3.70	113.5	4.86	3.88	99.7	3.09	4.00	94.3	10.0	4.40	99.3	
					迎风坡	5	3.96	121.5	10.1	4.36	111.5	11.92	4.88	115.1	-11.89	4.30	97.1	
					迎风坡	6	4.52	138.6	4.35	4.73	120.9	9.37	4.80	122.8	-5.83	4.52	102.0	
					迎风坡	7	5.10	156.4	0	5.10	130.4	3.92	5.30	125.0	-7.55	4.90	110.6	
					丘顶	8	4.28	13.13	9.35	4.68	119.7	6.84	5.0	127.8	1.60	5.08	124.5	
					丘顶	9	5.02	155.8	2.39	5.14	142.8	-0.39	5.12	131.3	-1.17	5.06	124.0	
					背风坡	10	1.12	34.5	192.85	3.28	91.1	34.7	4.42	113.3	4.07	4.60	112.7	
					背风坡	11	0.70	21.5	5.71	0.74	20.6	32.43	0.98	25.1	63.33	1.60	39.2	
					背风坡	12	1.52	46.6	-2.63	1.48	41.1	58.1	2.34	60	-10.26	2.10	51.5	
					背风坡	13	1.32	40.5	15.16	1.52	42.2	4.21	2.80	63.1	-12.14	2.46	60.3	
					丘间	14	2.38	73.0	5.04	2.50	69.4	13.60	2.84	12.8	-5.63	2.68	65.7	
					对照		3.26	100	19.93	3.91	100	8.43	4.24	100	4.48	4.43	100	

上由下而上增强。唯有迎风坡中上部，风速增值减小，并出现负值(15测点)，说明受迎风坡中上部稍有隆起的微地形影响，因而此处风蚀强度亦相对轻些。迎风坡下1/3处的风速值，稍低于平沙地上对照点的风速值，说明该处多少还受到后面沙丘的庇护。此处向上，风速值开始大于对照平沙地。丘顶风速值最大，超出对照64.4%。沙丘背风坡中部，风速值最小，仅为对照的31.6%，即1/3的风速值。

表2的4个梯度的“水平”(只是借用术语，其实并不水平，是沿沙丘外形设点)风速值，亦是符合表1沙丘各部位风速值的分布规律。但是第14个测点上的风速梯度值例外，不完全符合平沙地上的风速与高度的对数正比规律^[2]。各测点上的梯度风速的分布特征是：

迎风坡中部以下(1—4测点)各测点的梯度风速值随高度的增加而增加；

迎风坡中部以上(5—7测点)各测点的梯度风速值，开始随着高度增加，而后又降低；

背风坡中上部(10—11测点)的梯度风速值，随高度增加；

背风坡中下部(12—13测点)的梯度风速值，开始随高度增加，而后又降低。

迎风坡上测点的梯度风速值之所以随高度增加，其原因是3m的梯度，还在受迎风坡聚风的控制(尤如半边风速“管道”效应)；随着高度增加，梯度风速值反而下降，是因为测点的高度已脱离了迎风坡聚风的影响。背风坡中上部梯度风速增值是受迎风坡丘顶高速风加速的影响，特别是测杆高出丘顶时；背风坡中下部风速梯度值下降，是测点接近回旋紊流中心的缘故。回旋紊流气团外围风速，上面受丘顶强风加速，风速大，下面受地表摩擦，风速减

表3 沙丘上的花棒、踏郎林地的防风效应观测^①

观测地点	测点编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
花棒	测点位置	林外迎风坡脚						林内					林后		林后迎风坡平台		
林地	相对风速(%)	43.78	49.43	46.90	31.60	32.55	29.16	30.35	23.95	35.26	33.61	26.67	25.27	18.21	27.48	40.07	
踏郎	测点位置	林疏踏郎林地										林内平台					
林地	相对风速(%)	42.10	39.80	32.4	40.24	30.87	42.50	39.90	41.80	49.90	53.02	51.44	42.26	32.67	31.95	47.48	
观测地点	测点编号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	对照
花棒	测点位置	林后拉平迎风坡						丘顶			背风坡			坡脚	丘间地		
林地	相对风速(%)	44.10	50.36	58.72	68.09	76.70	73.50	90.70	105.40	88.54	104.19	50.41	22.30	36.52	45.52	39.07	100
踏郎	测点位置	林内平台	林后拉平裸露迎风坡						丘顶			背风坡					
林地	相对风速(%)	53.38	59.66	48.83	83.78	79.40	71.40	59.17	71.88	54.22	57.08	27.72	20.88	24.20	—	—	100

① 花棒、踏郎均为1975年飞播。花棒、踏郎测点间隔分别为3m、2.5m，测点高度均为25cm。

表 4 沙丘上花棒、踏郎林地不同梯度的防风效应观测①

观测地点	观测地地貌状况	沙丘部位	林内						林后拉平迎风坡		丘顶	背风坡									
			1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	对照			
迎风向坡	背风向坡	沙丘高度 (m)	植被盖度 (%)	测点位置		踏郎林地		花棒林地		林后拉平迎风坡		背风坡									
11°	60m	31°	50	27.07	相对观测	25 cm	40.54	32.12	25.61	33.91	36.98	30.84	11.69	43.48	45.47	58.84	105.86	109.42	12.90	31.34	100
					风速	100 cm	49.42	48.80	47.28	70.96	55.70	57.52	22.78	47.66	60.88	61.84	93.98	97.56	19.02	27.56	100
					(%)	200 cm	53.84	54.18	57.58	75.02	68.24	68.26	52.68	62.05	67.52	73.38	94.62	94.76	34.96	25.90	100
					300 cm	58.26	58.76	67.00	106.96	77.36	80.36	80.36	75.18	73.55	73.93	81.46	118.60	94.94	78.51	23.96	100
8°	73m	33.5	6.5	30.08	相对观测	25 cm	35.84	38.52	44.36	55.96	51.02	41.86	59.96	80.30	85.76	91.58	88.42	62.10	58.04	67.60	100
					风速	100 cm	42.36	47.64	53.06	62.60	71.92	64.34	56.94	85.22	92.92	92.04	106.68	97.21	30.87	29.02	100
					(%)	200 cm	46.80	58.50	61.82	69.78	76.28	69.64	61.16	80.58	94.46	94.42	106.72	105.10	56.04	28.63	100
					300 cm	51.42	58.72	62.98	70.34	76.98	77.48	71.54	90.68	95.56	98.52	106.54	107.56	88.82	38.52	100	

① 花棒、踏郎均为1975年飞播，测点间隔分别为6 m、3 m。

小，而气团中心风速最小，这就是造成背风坡下部风速随高度增加，而后又降低的原因。总之沙丘上的风速分布，无论是“水平”和“垂直”两个方面，都受到沙丘高度、坡度和坡长等影响。

2. 沙丘上花棒、踏郎林地的防风效应

从表 3 可以看出：花棒林地风速的最大值和最小值，都出现在林外迎风坡上。丘顶风速最大，为平沙地对照风速的105%；最小风速在林后 6 m 处(13号测点)，约为对照风速的 1/5，说明整个花棒林地地形起伏较大。在踏郎林地所有的测点，包括丘顶各点，没有一处超过平沙地对照风速(表 3)，说明整个踏郎林地风速降低比较均衡，沙丘变得平缓，高凸的丘顶已不明显了。花棒林和踏郎林相比，后者改造沙丘地形的功能强。两块林地所测得的数据，并不因林内测点的增加，风速有规律的降低，仍有高有低，因为植被有疏有密。在林地中部一般积沙较多，形成几平方米的小平台，此处植被较少或无，因此风速值就大(表 3 踏郎林10—11测点)。花棒林后 9 m 距离内，风速降低，风速最大降低值在 6 m 处(13号测点)，踏郎却在 3 m (5号一个测点)。说明花棒林的积沙高度大，林缘后几乎形成了小背风坡，而踏郎林后仍较平缓。

从表 4 看出“水平”布点的风速规律，已完全被林地植被干扰打乱，花棒林地无论是“水平”或梯度风速观测值，变幅较大，如林内 25 cm 高度的风速降低非常明显。踏郎林内 25cm 高度风速降低值与花棒林内 100 cm 高度观测值相近似(表 5)。表明林地降低风速的能力，与植物种有关。花棒植株长得稀而高(比踏郎高两倍多)，而且林下混生许多天然侵入植物；踏郎林稠而低(约 1.5m 高)，天然侵入植物较少。花棒、踏郎同播种于 1975 年，但固沙效果显然不同。从现场看 24 m 宽的花棒林地(表 3，从 4—11号测点)，

除积沙增高,形成“台地状”林地(或“孤岛状”林地)外,林带宽度几乎没有增加,而踏郎靠地下茎的萌生,从原有24 m带宽扩大到40 m(表3中1—16号点),沙丘迎风坡地形变得比较平缓。所以单靠林地降低风速的大小,来评定植物种固沙能力是不够的,更重要的是考虑植物种本身的生物学特性。

表5 花棒、踏郎林地和流动沙丘降低风速百分数累计值对比^①

观测梯度	花棒林地		踏郎林地		对照流动沙丘	
	迎风坡	全沙丘	迎风坡	全沙丘	迎风坡	全沙丘 ^②
25 cm	634.66	781.00	415.28	539.12	-91.89	169.61
100 cm	483.18	639.04	330.94	467.16	-43.61	161.41
200 cm	380.49	516.37	256.34	370.05	-3.54	172.80
300 cm	247.18	349.79	245.83	304.39	40.68	227.52
合计	1745.51	2286.20	1248.39	1681.17	-98.96	671.4

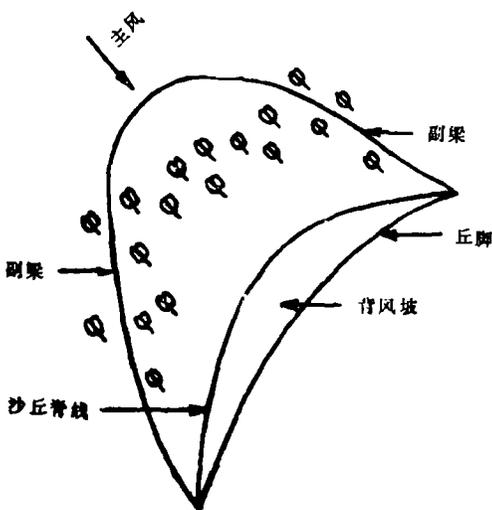
① 花棒、踏郎均为1975年飞播。

② 全沙丘即包括丘顶和背风坡测点。

对照流动沙丘,同样处于飞播的封禁区内,无人畜破坏。然而13 a后,除了沙丘前移外,沙丘的迎风、背风坡仍无植被。与平沙地相比(表5),其不同梯度风速降低值的累计百分数,在迎风坡上出现负值(因沙丘各测点的相对高程,相应大于平沙地四个梯度,以及坡度、坡长的影响),说明迎风坡的总风速值要大于对照平沙地,因此,风蚀必然比平沙地大;而背风坡风速值比平沙地小得多,造成沙粒大量沉积,即严重的沙埋。在流动沙丘上风蚀和沙埋严重,都是植物生长不利条件。

上述分析,仅仅说明由于飞播植物种、群体密度和高度不同,因而防风固沙效益不一样。为了进一步了解活动沙丘被飞播植被固定的过程,现举踏郎为例:

1977年飞播于中等高度(7—10 m)的新月形沙丘链上踏郎植物,当年保存面积为37.7%(沙丘背风坡和副梁背风坡无苗)。幼苗在迎风坡上呈横向“绿色带”着生,这种“绿色带”在平



幼苗在沙丘着生部位典型模式图

台状的迎风坡上,有时会出现两条。而在风蚀较轻的副梁上,幼苗呈现纵向“绿色带”着生(见图)。但是在以后的3—4 a中,由于风和植被消长作用,出现了飞播(或直播)独特的地貌和逐年下降的保存面积,第三年仅为17.4%。但林带内积沙逐年增高,适度的沙埋为天然植被沙米、棉蓬等侵入创造了条件。横向“绿色带”前缘出现“风蚀基线”,最初几年“基线”缓慢前移,到风蚀停止时,“基线”有的高达2 m。“绿色带”林缘后亦被风蚀,前后遭受风蚀,结果,“绿色带”被切割成长短不等的“绿色带”或圆形的“绿色孤岛”,其间形成“风蚀槽”,宽几米到十几米不等。沙丘两翼副梁和迎风坡上的纵、横“绿色带”、“绿色孤岛”林缘

被风蚀的同时, 林内仍不断积沙, 但侵入的植被和踏郎却生长旺盛, 这样就增强了整体的防风固沙效应, 表现为丘顶不断被削平, 使原来凹形的背风坡, 呈“舌状”向前推进。表面上看, 迎风坡支离破碎、幼苗保存面积明显缩小, 给人一种飞播固沙前景暗淡的感觉, 实际上, 飞播后的流动沙丘已蕴藏着一种质的转变。定居下来的踏郎为自身创造了适生的沙埋条件, 加上踏郎本身串茎萌生的生物学特性, 使林地逐年向外扩展。1987—1988年每年以1.6m的距离向外延伸, 每条地可萌发5—6株。1977年飞播, 到1980年面积有所下降, 但到1986年又增到60%以上。上述就是踏郎3—4 a后保存面积扩大的主要原因。由于沙丘“舌状”前移, 与后一沙丘相连接, 除沙丘个别部位外, 踏郎植被已连成片。林下苔藓结皮不断增多, 厚度约1cm左右。值得一提的是, 1988年7月7日, 林地经一次暴雨袭击, 雨量33.1mm, 雨后竟出现地表迳流的痕迹(完全是沙质地段), 这是流沙上不曾见过的现象。以上仅是中等高度的沙丘上, 踏郎的固沙作用, 倘若在平缓的流沙地上, 单播踏郎或踏郎、白沙蒿、沙打旺混播, 则第二年就能固定流沙。

13 a的事实说明: 单靠封禁恢复流动沙丘的植被, 不仅岁月漫长, 而且成效甚微。今后在毛乌素流动沙丘类型区, 不应采用这种措施。目前通过飞播或人工直播试验, 已掌握了最适宜沙地生长的植物种, 同时建立了充足的种源基地, 制定了最佳的技术规范。今后应大力提倡远处飞播, 近处人工直播固沙造林, 只有这样才能把毛乌素沙地改变为牧草丰盛的牧业基地。

四、结 论

1. 在中等高度流动沙丘迎风坡上, 25 cm高度的风速绝对值, 基本上由下往上呈递增趋势, 唯有迎风坡上部风速增值减小。迎风坡下1/3处, 仍受到后一沙丘的庇护, 其风速低于对照平沙地。丘顶风速最大, 超出对照64.4%。背风坡中部风速最小, 为对照的31.6%。

2. 各测点3 m高梯度风速分布值, 不完全符合风速与高度的对数正比的规律。某些测点上, 风速的梯度分布(高3 m以内)随高度增加风速反而降低。前者是测点开始脱离迎风坡聚风影响造成; 后者是测点接近背风坡回旋紊流中心的低风区造成。

3. 花棒林地25 cm水平测点, 降低风速的最大值和最小值, 都是在林外迎风坡上, 说明花棒林地地形起伏变化大。踏郎林地的风速降低值比较均衡, 所有测点没有一处超过对照风速, 沙丘地形变得比较平缓。花棒和踏郎相比, 后者改造沙丘地形功能强。

4. 花棒林地无论是水平或梯度风速值都变幅较大。花棒100 cm高度风速值与踏郎25 cm高处近似。因此, 林地降低风速的大小, 关键在于不同植物种在流动沙丘上的适应性。

5. 流动沙丘被植被固定过程中, 具有独特的地貌形态: 纵、横“绿色带”; “绿色孤岛”; “舌状”推进的丘顶; 林地前沿“风蚀基线”; 风蚀槽等, 其形态出现的种类、存在时间的长短与植物种有关。流沙一旦被固定, 这些地貌特征也随之先后消失。

6. 流动沙丘靠封禁恢复植被, 13 a未见成效。因此, 流动沙丘上封禁固沙的措施不宜采用。

参 考 文 献

- [1] 拜格诺, 1959, 风沙和荒漠沙丘物理学, 北京科学出版社。
[2] 吴正, 1987, 风沙地貌学, 北京科学出版社。
[3] 翁笃鸣等, 1980, 小气候与农田小气候, 农业出版社。

THE CONVERSING EFFECT OF AERIAL SEEDED VEGETATION ON THE MOVING SAND DUNE CHAINS IN YULIN AREA OF MAOWUSU DESERT

Zhou Shiwei

(The Research Institute of Forestry CAF)

Qi Jianzhong Ma Baolin Liu Bingqian

(The Research Institute of Forestry of Yulin Prefecture, Shanxi Province)

Abstract The measurements of synchronous and relative value of wind velocity were conducted with 56 probes of 4 levels in aerial seeding land and moving dunes in Yulin area of Maowusu Desert in 1988. The result showed that the conversing effect of aerial seeded *Hedysarum mongolica* Turcz. and *Hedysarum scoparium* Fisch et Mey., especially that of *H. mongolica* was remarkable. The former vegetation belt was widened from 24 metres to 35 metres because of germination of the subterraneous stem. The rate of survival area increased from 17.7 % to more than 60 % 10 years later and the land changed into stablized sand land.

As for the reformed dune, its slope became smaller, its length became longer, its height became lower, it went forward in a tongue-shaped form and the land between dunes became smaller. A series of changes of the topographic features of aerial seeding land occurred. The wind velocity there was reduced horizontally, vertically and harmoniously. That the result of closing the moving dune after 10 years was still without vegetation on slope but the dune went forward. Thus, aerial seeding in the farther place and artificial seeding in the near place are considered to be good methods to control the dunes. It should be promoted in the future.

Key words aerial seeded vegetation; moving dune chain; conversing effect