

# 鄂尔多斯沙地油蒿群落生物量 初步研究\*

王庆锁\*\* 李 博

(中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特 010010)

**摘 要** 本文研究了鄂尔多斯沙地草原改良试验站颇具特色的油蒿群落生物量的季节变化和空间格局。结果表明: 不同的油蒿群落类型生物量不同, 以流动沙地最低, 接近流沙地段的油蒿群落最大。油蒿群落地上生物量季节变化明显, 9月中旬或稍后达到最大值。油蒿群落地下部分生物量以粗根为主, 根量集中于表层, 且随着深度的增加按指数形式递减。

**关键词** 油蒿群落; 生物量; 鄂尔多斯草地

油蒿(*Artemisia ordosica*)是一种半灌木, 它是我国草原区南部沙地及阿拉善东部沙漠上广泛分布的建群种, 其分布中心在鄂尔多斯高原<sup>[1]</sup>。油蒿群落具有中等的饲用价值, 是重要的沙地放牧场。开展油蒿群落“产量生态学”的研究, 有助于揭示群落的功能特征, 可阐明沙地生态系统第一性生产力的形成规律, 这对合理利用与科学管理沙地草场资源具有重要意义。

## 1. 研究地点及其自然条件

研究地点在中国农业科学院草原研究所鄂尔多斯沙地草原改良试验站, 地处鄂尔多斯高原北部库布齐沙带中段。年平均温度 6.1℃,  $\geq 10^\circ\text{C}$  积温 2942.1℃, 年平均降水量 310mm, 土壤为风沙土。

## 2. 研究方法

本研究以定位观测为主, 观测地点设在试验站南部沙地油蒿群落, 观测项目及其数据处理方法如下:

### 2.1 地上部分生物量

在 1991 年内, 从油蒿返青至枯黄, 每隔半月刈剪油蒿当年枝叶测定鲜重一次。测产样方面积为  $4 \times 2 \text{ m}^2$ , 5—7 次重复, 样品带回实验室烘干(60℃, 48h)并称干重。由于直接刈割毁坏植被, 一次测定后不能在原地再进行测定, 因而每次主观选取大致相同的样方 10 个, 部分测定产量, 部分作为下次选样的对照。为了克服取样而造成的偏差, 在计算平均值时, 去掉极值。根据以上计算出的数据, 建立油蒿地上部分生物量随时间增长的  $P =$

本文于 1992 年 10 月收到, 1993 年 10 月收到修改稿。

\* 本文为王庆锁硕士论文的一部分, 也是中国农业科学院草原研究所鄂尔多斯沙地草原改良试验站本底调查的一部分。

\*\* 作者现在在中国科学院植物研究所工作。

$K/(1+e^{a-bt})$ 模型,式中  $K$  为生物量最大值, $t$  为油蒿返青(4月1日)后的天数, $a$  和  $b$  为常数。另外,在1991年8—9月对站区不同类型的油蒿群落的生物量进行了测定,灌木取当年枝,草本植物齐地剪割,并分种称其鲜重,样品带回实验室烘干。

## 2.2 地下部分生物量

在油蒿群落主观选取面积为  $2 \times 1\text{m}^2$  的10个样方,分别在早春(4月中旬)和秋末(10月底)进行测定,各5次重复。取样采用壕沟法,深度120cm,每20cm为一层,用筛子分离、水冲洗,并按粗根( $D > 2.5\text{mm}$ )、中根( $D: 2.5-1.0\text{mm}$ )和细根( $D < 1.0\text{mm}$ )分开,样品带回实验室烘干并称重。将上述数据求均值,然后建立地下生物量( $B$ )随深度( $d$ )变化的  $B = ae^{-bd}$  指数模型。

## 2.3 单丛油蒿极大地上生物量与冠幅( $C$ )和高度( $H$ )

为了探讨单丛油蒿当年枝极大生物量与冠幅和高度的关系,我们于1991年9月中旬在站区油蒿群落随机选择40丛油蒿进行上述指标的测定,鲜重样品带回实验室烘干并称重。将上述数据建立现存量与冠幅和高度  $Y = a + bX$  的线性回归方程。式中  $X$  代表  $C$ 、 $H$  和  $C \times H$ ,  $b$  为回归系数, $a$  为常数。

另外,在9月中旬对30条油蒿当年枝长度( $L$ )和基部直径( $D$ )进行了测定。样品带回实验室烘干并称重。将上述数据建立油蒿当年枝生长量与枝长( $L$ )和基部直径( $D$ )的  $Y = a + bX$  线性回归方程。式中  $X$  为  $L$ 、 $D$  和  $L \times (D/2)^2$ ,  $a$  为常数, $b$  为回归系数。

# 3. 结果与分析

## 3.1 地上部分生物量

通过实测,各类型的油蒿群落地上部分生物量(样方测定值的平均数)如表1。表1数字说明:(1)8—9月,从流动沙地到固定沙地,生物量出现有规律的变化。在流动沙地,生物量低于  $40.0\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,随着流沙的固定,生物量逐渐增加,半流动沙地可达  $250.0\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$  以上,新固定的油蒿沙地约为  $300.0\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,可是当地表出现结皮以后,生物量反而下降,具结皮的油蒿群落生物量平均为  $119.1\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。其原因可能是:地表结皮的形成,使大气降水不能全部渗入土壤,水分状况变坏,而且使土壤板结,不利于沙生植物生长,油蒿长势减弱,加之地带性草原植物成分尚未侵入,其生物量亦随之降低。(2)适当的沙埋可提高油蒿群落的生物量<sup>[2]</sup>。在接近流沙地段,油蒿枝条密集,盖度为95—100%,冠幅高达  $150 \times 150\text{m}^2$  以上,生物量达  $310.0\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$  以上。这是因为,适当的沙埋,切断土壤毛细管,大气降水直接渗入沙层,但不易蒸发,所以供水状况变好,沙埋后的油蒿枝条可长出不定根,从表层土壤吸收水分,供其生长。(3)在覆沙梁地上,顶部油蒿群落地上生物量干重为  $40-80\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,中下部  $100-140\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,而低洼处,由于土壤板结,雨季有临时积水,对油蒿生长不利,年生物量在  $25\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$  以下。

对油蒿群落地上生物量季节动态测定,是在生长旺盛的新固定的油蒿单优群落地段进行的。油蒿3月底4月初返青,随着气温的上升,地上部分生物量逐渐增加,9月中旬或稍后地上部分生物量达到高峰,其鲜重为  $520.05\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ,干重为  $235.14\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。随着秋季的来临,气温降低,生物量逐渐下降,10月底停止生长并开始落叶,季节性十分明显(表2)。

表1 油蒿群落各类型生物量及其它特征(1991年8—9月)  
Table 1 Biomass and other features of different *Artemisia ordosica* Communities

项目 Items 类型 Types	生 境 Habit	高 度 Height (cm)	盖 度 Coverage (%)	生物量 Biomass (g·m <sup>-2</sup> )	植物种 Plant species	样方数 Num. of samples
土壤结皮的油蒿群落 Comm. <i>A. ordosica</i> with mosses and algae	固定沙地 Fixed sandland	40—50	35—45	119.1	10	9
油蒿 + 苦豆子群落 Comm. <i>A. ordosica</i> + <i>Sophora alopecu- roides</i>	固定沙地 Fixed sandland	45—55	50—65	134.4	6	9
油蒿 + 牛心朴子群落 Comm. <i>A. ordosica</i> + <i>Cynancum Koma- rovii</i>	固定沙地 Fixed sandland	40—50	25—35	103.4	17	3
油蒿 + 披针叶黄华群落 Comm. <i>A. ordosica</i> + <i>Thermopsis lanc- eolata</i>	固定沙地 Fixed sandland	35—50	35—60	147.4	4	2
油蒿群落 Comm. <i>A. ordosica</i>	半固定沙地 Semifixed sandland	30—70	25—35	71.4	2	8
苦豆子 + 油蒿群落 Comm. <i>S. alopecuroides</i> + <i>A. ordosica</i>	半流动沙地 Semishifting sandland	80—110	50—60	275.1	5	3
先锋植物群聚 Group of pioneer plants	流动沙地 Shifting sandland	10—60	5—10	17.0	6	2

据计算,油蒿群落地上生物量的绝对增长速率前期缓慢,6月份达到最大,为 9.919—10.192g·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup> 鲜重,或 2.511—4.026g·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup> 干重。7月份以后,生长又趋缓慢,9月末期则呈现负增长。相对生长速率6月份以前较高,为 0.0452—0.1531g·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> 鲜重,或 0.703—0.1558g·g<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> 干重,此时油蒿借助较好的土壤湿度和适宜的温度,植物根部贮存的营养物质,以及植物地上部分的光合作用,使地上部分迅速生长,7月下旬以后,其相对生长速率降低。

总的来看,油蒿群落地上部分生物量正增长符合 Logistic 曲线,其方程为:

$$\text{鲜重: } P_f = 520.25 / (1 + e^{8.88 - 0.0749t}) \quad (F = 275.68 \quad r = 0.961)$$

$$\text{干重: } P_d = 235.14 / (1 + e^{6.34 - 0.0594t}) \quad (F = 285.55 \quad r = 0.960)$$

其中 t 为油蒿返青后的天数。

影响油蒿群落地上部分生物量的因素很多,这里主要说明油蒿本身特性对生物量的影响。

### 3.1.1 单丛油蒿极大生物量与冠幅和高度的关系

在油蒿群落极大生物量时期,将测得的单丛油蒿当年枝现存量与冠幅和高度的数据

表2 油蒿群落地上部分生物量季节动态及生长速率(1991年)  
Table 2 Seasonal dynamics and growth rate of aboveground biomass of *Artemisia ordosica* community (1991)

项目 Items 时间 Time	地上生物量 Aboveground biomass (g·m <sup>-2</sup> )		绝对生长速率 Absolute growth rate (g·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )		相对生长速率 Relative growth rate (g·g <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )	
	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	鲜重 Fresh weight
4月15日 Apr. 15	1.30	3.31	0.087	0.221		
5月1日 May 1	2.97	8.63	0.111	0.355	0.0858	0.1072
5月15日 May 15	7.58	25.13	0.307	1.100	0.1035	0.1275
6月1日 June 1	16.11	66.58	0.533	2.591	0.0703	0.1031
6月15日 June 15	53.77	219.46	2.511	10.192	0.1558	0.1531
7月1日 July 1	114.16	386.25	4.026	9.919	0.0749	0.0452
7月15日 July 15	141.05	432.63	1.793	4.292	0.0157	0.0117
8月1日 Aug. 1	162.93	472.25	1.368	2.476	0.0097	0.0057
8月15日 Aug. 15	182.71	492.50	1.319	1.350	0.0081	0.0029
9月1日 Sep. 1	202.19	511.88	1.218	1.211	0.0067	0.0025
9月15日 Sep. 15	220.24	520.05	1.203	0.545	0.0060	0.0011
10月1日 Oct. 1	235.14	496.28	0.993	-1.585	0.0045	-0.0031
10月15日 Oct. 15	230.03	471.23	-0.341	-1.670	-0.0015	-0.0034
11月1日 Nov. 1	222.42	436.13	-0.476	-2.194	-0.0021	-0.0047

进行回归分析,其结果见表3。分析可知:

表3 单丛油蒿极大地上生物量与冠幅(C)和高度(H)的关系(1991年)  
Table 3 The regression analysis between peak aboveground biomass and crown (C) and height (H) of individual *Artemisia ordosica* (1991)

项 目 Items	地上生物量 Peak aboveground biomass	F	r*	回 归 方 程 Regression equation
C	鲜 重 Fresh weight	210.01	0.864	Y = -39.9 + 718x
	干 重 Dry weight	171.01	0.871	Y = -12.4 + 279x
H	鲜 重 Fresh weight	21.20	0.347	Y = -576 + 21.4x
C·H	鲜 重 Fresh weight	192.78	0.820	Y = 15.9 + 11.9x
	干 重 Dry weight	174.24	0.820	Y = 7.7 + 4.67x

\* a=0.01 n=40

a. 油蒿高度与生物量线性相关不显著,相关系数  $r = 0.347$ 。

b. 油蒿冠幅和冠幅与高度之积与生物量相关性显著,相关系数达 0.820 以上。这说明,可用冠幅和冠幅与高度之积来估测油蒿群落生物量。

### 3.1.2 油蒿当年枝生长量与枝长和基部直径的关系

将油蒿群落极大生物量时期测得的当年枝生长量与枝长、基部直径的数据进行回归分析(表 4), 可以看出:

油蒿当年枝生长量与枝长和直径之间明显相关, 相关系数变动于 0.758—0.921 之间。通过比较可以看出, 枝长和直径的综合指标与油蒿当年枝生长量相关系数最高, 这说明用枝长和直径的综合指标来预测油蒿当年枝生长量效果最好。

表 4 油蒿当年枝生长量与枝长(L)和基部直径(D)的关系(1991 年)  
Table 4 Regression analysis of production(Y) against the length(L)  
and basal diameter (D) of annual branch of individual  
*Artemisia ordosica*(1991)

项 目 Items	F	r*	回 归 方 程 Regression equation
L	82.31	0.758	$Y = -1.16 + 0.0645x$
D	116.42	0.810	$Y = -2.36 + 1.95x$
$L \cdot (D/2)^2$	305.48	0.921	$Y = -0.181 + 0.0243x$

\*  $\alpha = 0.01$   $n = 30$

### 3.2 油蒿群落地下部分生物量

据实测, 油蒿群落地下部分平均生物量分布具有以下特点:

a. 油蒿是深根性轴根植物<sup>[3]</sup>, 地下部分生物量以粗根为主, 中根次之, 细根最少。从整层来看, 油蒿粗根、中根和细根生物量所占比例依次为 80.82%、12.02% 和 7.16%。尤其在 0—20cm 土层内更为显著, 粗根、中根和细根依次为 87.16%、8.56% 和 4.28%。以下各层粗根生物量所占比例有所下降, 中根和细根提高, 而且各层变化不大(表 5)。

b. 油蒿群落地下部分生物量集中于表层土壤中(表 6), 特别是细根集中于表层, 说明油蒿获取水分的来源主要是大气降水, 所以, 当地表出现结皮以后, 降水不能全部渗入土壤中, 致使油蒿吸收的水分相对减少, 造成油蒿生长不良。

c. 油蒿群落地下部分生物量(B)垂直分布明显。随着深度(d)的加深按指数形式递减。其指数方程为:

$$\text{总根: } B = 419.893e^{-0.0393d} (F = 39.45 \quad r = 0.886)$$

$$\text{粗根: } B = 304.905e^{-0.048d} (F = 25.60 \quad r = 0.831)$$

$$\text{中根: } B = 56.261e^{-0.0346d} (F = 235.16 \quad r = 0.979)$$

$$\text{细根: } B = 28.502e^{-0.298d} (F = 354.04 \quad r = 0.986)$$

## 4. 结束语

a. 油蒿群落地上部分生物量, 流动沙地最少, 为  $17.0g \cdot m^{-2}$ , 半流动沙地苦豆子 + 油蒿群落较高, 为  $275.1g \cdot m^{-2}$ , 固定沙地上接近流沙地段的油蒿群落最多, 达  $310.0g \cdot m^{-2}$  以上, 而具结皮的油蒿群落仅为  $119.1g \cdot m^{-2}$ 。

b. 油蒿群落地上部分生物量具有明显的季节性, 9 月中旬或稍后, 地上部分生物量达到最大值, 即鲜重为  $520.05g \cdot m^{-2}$ , 干重为  $235.14g \cdot m^{-2}$ 。

c. 油蒿冠幅(C)、当年枝长度(L)、基部直径(D)与地上生物量具有相关性, 可由此

表 5 油蒿群落地下部分生物量及各级在同一层次所占比例(1991年)  
Table 5 Belowground biomass and percentage of various root-size categories at the same soil depths in an *Artemisia ordosica* community(1991)

项目 Items 深度 Depth (cm)	粗 根 Thick root D>2.5mm		中 根 Middle root D:1.0-2.5mm		细 根 Fine root D<1.0mm		总根 Total root (g·m <sup>-2</sup> )
	Biomass 生物量 (g·m <sup>-2</sup> )	%	Biomass 生物量 (g·m <sup>-2</sup> )	%	Biomass 生物量 (g·m <sup>-2</sup> )	%	
0-20	165.65	87.16	16.42	8.56	8.20	4.28	191.77
20-40	16.00	58.91	7.34	26.94	3.84	14.14	27.15
40-60	6.94	54.46	2.97	23.32	2.83	22.22	12.74
60-80	5.02	61.32	1.58	19.13	1.62	19.55	8.26
80-100	2.22	59.73	0.78	20.94	0.77	19.33	3.72
100-120	1.79	64.11	0.56	20.18	0.44	15.71	2.80
0-120	197.16	80.82	29.63	12.02	17.65	7.16	246.44

表 6 油蒿群落地下部分生物量在不同深度所占的百分比(1991年)  
Table 6 Percentage of belowground biomass of various root-size categories at different soil depths in an *Artemisia ordosica* community(1991)

项目 Items 深度 Depth(cm)	粗 根 Thick root D>2.5mm	中 根 Middle root D:1.0-2.5mm	细 根 Fine root D<1.0mm	总 根 Total root
0-20	83.92	55.41	46.49	77.82
20-40	8.03	24.69	21.76	11.02
40-60	3.48	10.03	16.03	5.17
60-80	2.54	5.33	9.24	3.35
80-100	1.12	2.63	4.08	1.51
100-120	0.90	1.91	2.49	1.14

建立综合指标来估测生物量。

d. 油蒿群落地下部分生物量以粗根为主,根量集中于表层,且随着深度的增加按指数形式递减。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院内蒙古宁夏综合考查队编,1985: 内蒙古植被,科学出版社,771-778。
- [2] 刘瑛心、杨喜林,1980: 提高固沙植物成活率和促进其生长的研究腾格里沙漠沙坡头地区流沙治理研究,中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头沙漠科学研究所编,宁夏人民出版社,179-204。
- [3] 陈世瑛,1986: 内蒙古草原植物根系类型,内蒙古人民出版社,107-109。

PRELIMINARY STUDY ON BIOMASS OF *ARTEMISIA*  
*ORDOSICA* COMMUNITY IN ORDOS PLATEAU  
SANDLAND OF CHINA

Wang Qing-suo    Li Bo

(Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Science)

**Abstract**

The spatial pattern and seasonal dynamics of the aboveground and belowground biomass in *Artemisia ordosica* communities were studied at Ordos Sandy Grassland Improving Experimental Station of the Grassland Research Institute, the Chinese Academy of Agricultural Sciences, in 1991. The results showed that the aboveground biomass of the *Artemisia ordosica* community varied with community types, with the shifting sandland having the lowest biomass, while the semi-shifting sandland the highest. The aboveground biomass of a single dominant *Artemisia ordosica* community showed apparent seasonal dynamics, with a peak occurring in the middle of September or later. Thick roots accounted for the highest portion of belowground biomass in the *Artemisia ordosica* community, and the majority of the roots was concentrated in the upper layer (0—20cm) of the soil. The vertical distribution of belowground biomass can be described by exponential equations, showing clearly the trend of decreasing belowground biomass as a function of increasing soil depth.

**Key words** *Artemisia ordosica*, Biomass, Ordos grassland