

# 陕北黄土高原黄背草群落 生物量初步研究\*

朱志诚 贾东林

(西北大学, 西安)

## 摘 要

作者于1987—1988年对黄龙县蔡家川在畜牧业生产中有重要意义的黄背草进行了生物量测定, 并研究了生物量的季节和空间变化。结果表明, 黄背草群落生物量季节动态较明显, 7月中旬达峰值, 地下生物量在生长期偏低, 枯黄期最高, 这同植物生长发育阶段的物质运转有关。该研究为了解生物量积累动态, 整个系统的物质循环和能量流动提供了基础资料。

关键词: 黄背草群落, 生物量, 动态。

## 一、前 言

生物量是生态系统最基本的数量特征之一, 地上和地下生物量季节变化规律的研究, 对草场管理与合理利用有重要意义。我国对草地生物量研究有过许多报道<sup>[1-7]</sup>。黄背草 (*Themeda triandra* var. *japonica*) 系良好牧草, 以它为优势群落宜作割草场、放牧场。

## 二、研究地区环境条件及研究方法

### 1. 研究地区环境条件

黄背草群落在陕北黄土高原上分布北限, 大致与夏绿阔叶林相当, 一般不超出森林的北限(图1)<sup>[8]</sup>, 广泛分布于延安以南的黄土丘陵沟壑区, 海拔1000—1600m, 相对高差不超过200m。年平均气温8—10℃, 最高34—38℃, 最低-20—-24℃。年降水量550—606mm, 土壤以在深厚的黄土母质上发育起来的褐色土为主。黄背草群落土壤水及营养状况见表1, 与广布于本区的禾草群落相比, 处于中等偏下情况<sup>[9]</sup>。

表1 黄背草群落土壤水及营养状况

Table 1 Soil water and nutrient condition of *Themeda Triandra* Var. *japonica* community

土壤深度 (cm)	项目	有机质 (%)	含水量 (%)	pH	全氮 (%)	全磷 (ppm)
0—10		2.8—3.71	14.8—17.5	8.10	0.19—0.22	3.0—3.14
20—30		1.05—2.26	14.9—15.5	8.14	0.07—0.14	2.27—2.52

### 2. 研究方法

该项研究选在生态条件及黄背草群落的结构、发育有代表性的黄龙县蔡家川, 划定8个

\* 国家自然科学基金资助课题, 崔建参加部分野外工作。

本文于1990年4月18日收到。

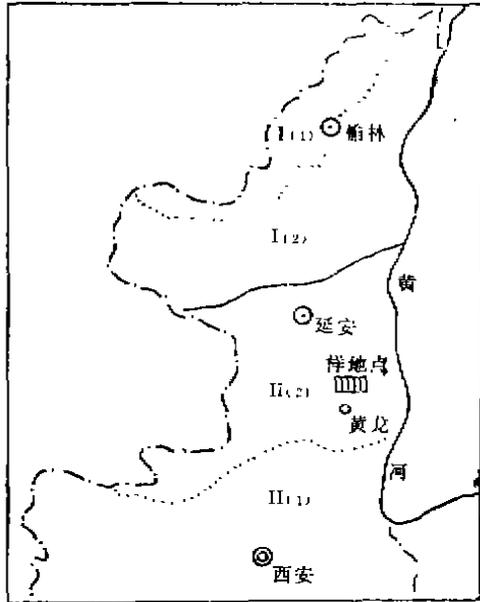


图 1 陕北黄土高原上森林草原的范围  
Fig.1 The range of forest-steppe zone on the loess plateau of northern part in Shanxi province

I 草原区; I(1) 干草原地带; I(2) 森林草原地带  
II 落叶阔叶林区; II(1) 暖温带南部; II(2) 暖温带北部

一致的原因在于: 由于所取生物量测定样地面积, 小于黄背草群落种类组成表现面积, 极个别种决定于自身的生长发育节律, 例如北京隐子草主要出现于生长季中后期。植物群落中对生物量起主要作用的种类称为主要植物, 从表 2 重量比率可以看出, 该群落主要植物是黄背草、大油芒、披针苔、铁杆蒿、丝胡枝子。

黄背草群落地上生物量季节动态变化非常明显, 其生物量的增长速度和高峰的出现, 与水热条件变化呈正相关(表 3)。在此过程中水、热条件的综合起主导作用, 其次决定于群落中主要植物生长发育节律。

按牧草学研究的方法<sup>[10]</sup>, 把有饲用价值的种类划分为优等、良等、中等和低等四个等级, 不同等级植物生物量见表 4。可见, 黄背草群落中, 以良等牧草生物量占优势, 其次为中等牧草。低等牧草和非饲用植物生物量很低, 非饲用植物中, 还有很少对家畜有毒的植物, 它们的生物量大多在 5kg/ha 以下, 最高 8kg/ha 左右。从畜牧利用角度出发, 把组成黄背草群落的种类划分为禾草类、苔草类、豆科牧草和杂类草四类。群落中的禾草全为良等牧草, 以高秆(40cm 以上)禾草为主, 宜于割草或放牧; 苔草类虽花枝可达 15—20cm, 但其叶丛主要在 15cm 以下, 宜于放牧采食; 豆科牧草生物量很少, 畜饲作用也小; 杂类草除个别为优良牧草外, 大多为低或中级牧草以及非饲用植物, 根据表 2 统计, 各类型牧草的生物量见表 5。禾草的生物量高于其它各类草几倍至几十倍。据表 4 和表 5 的测定结果, 可以看出, 黄背草群落草场质量属良级牧场。

由表 2、表 5 可知, 黄背草群落干鲜重比率总趋势是在生活周期的前期都偏低, 后期均

1 × 2 m<sup>2</sup> 的样方, 于 1978—1988 年进行测定。

为研究地上生物量 and 生产结构, 采用分层刈割法, 在 6—9 月生长季节, 定期每月中旬取 2 个 1 × 2 m<sup>2</sup> 样方, 按植物种收割, 分出立枯部分及茎、叶、花、果实, 分别称取鲜重并风干。黄背草群落根系大量密集于 30cm 的表土层中, 地下生物量测定每次挖取 2 个 20 × 30 cm<sup>2</sup> 土柱。为说明地下生物量配置特点, 每隔 10cm 分层采样, 用 2mm 孔径土筛流水冲洗收集, 称重后风干。风干后的植物材料烘至恒重再称重, 生物量以干重计。

### 三、研究结果

黄背草群落生物量(包括地上和地下部分)的高低与群落的种类组成、群落结构、主要种群所处的物候期、环境因子等密切相关。

#### 1. 黄背草群落地上生物量及其有关特征

如表 2 所示, 对黄背草群落生物量有一定影响的植物多达 18 科 39 属, 其中最多为菊科, 占 9 属 12 种。表中不同月份的种类成分不完全

表 2 黄背草群落地上生物量有关特征

Table 2 The relevant problem of aboveground biomass in *Themeda triandra* var., japonica community Cd

植 物 名 称	单 种 重 (kg/ha)								重 量 比 率 (%)			
	6 月		7 月		8 月		9 月		6 月	7 月	8 月	9 月
	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重				
黄背草 <i>Themeda triandra</i> var. japonica	1052.6	368.3	2007.0	703.0	1976.5	648.4	1884.2	798.1	41.45	34.0	48.2	40.0
大油芒 <i>Spodiopogon sibiricus</i>			574.5	225.0	911.9	243.1	83.2	32.3		11	4.71	1.53
大拔针苔 <i>Carex lanceolata</i>	231.5	100.7	921.0	511.0	271.2	115.5	455.4	230.7	11.33	25	8.23	10.94
野棉花 <i>Anemone vitifolia</i>	112.0	43.8	270.0	85.0	48.5	20.2	157.3	63.2	4.90	4.2	1.43	3.01
北京隐子草 <i>Cleistogenes hancei</i>			84.0	42.0	92.8	51.1	58.7	35.1		2	3.64	1.77
异叶败酱 <i>Patrinia heterophylla</i>			235.5	75.0						3.70		
蔓茎委陵菜 <i>Potentilla flagellaria</i>	24.0	10.5	12.0	5.0	61.7	18.0			1.18	0.2	1.28	
火绒草 <i>Leontopodium leontopodioides</i>	5.5	2.0	25.0	10.0	4.0	1.2	103.9	35.2	0.23	0.4	0.08	1.68
野菊(苗) <i>Dendranthema</i> sp.	46.3	18.0	98.0	30.0					1.34	1.4		
白芷 <i>Angelica tschiliensis</i>			20.0	5.0						0.2		
委陵菜 <i>Potentilla chinensis</i>	3.8	1.4	238.0	95.0	37.0	15.0	38.6	17.0	0.11	4.7	1.08	0.8
铁杆蒿 <i>Artemisia sacrorum</i>	55.2	21.8	28.0	10.0	201.5	77.8	443.5	165.3	2.42	0.4	5.54	7.84
田旋花 <i>Convolvulus arvensis</i>			20.0	7.0						0.3		
远志 <i>Polygala tenuifolia</i>	3.9	1.2	199.0	81.0	7.0	2.8	14.0	8.9	0.13	3.0	0.07	0.34
白茎雅藜 <i>Scorzonera albicaulis</i>	14.0	3.5	39.0	12.5			1.2	0.4	0.37	0.6	0.02	
瓜子金 <i>Polygala sibirica</i>			37.0	14.0	10.9	3.2				0.6	0.22	
细叶韭 <i>Allium tenuissimum</i>	95.6	13.3	6.0	2.0					1.48	0.09		
辽东栎(苗) <i>Quercus liaotungensis</i>			20.8	11.0	4.0	2.3				0.5	0.16	
野菊花 <i>Dendranthema lavandulifolium</i>	46.3	11.8	29.0	9.8					1.34	0.48		
飞燕草 <i>Delphinium grandiflorum</i>	9.6	3.4	9.0	3.0					0.38	0.14		
太阳花 <i>Erodium</i> sp.			8.0	2.0						0.09		
鹅观草 <i>Roegneria semicostata</i>	1.5	1.0	88.0	45.0	24.2	19.2			0.11	2.2	13.6	
柴胡 <i>Bupleurum chinensis</i>	2.6	0.9	42.0	20.0	31.4	13.0	16.4	7.3	0.1	0.9	0.82	0.35
独花山牛蒡 <i>Rhaponticum uniflorum</i>	68.0	28.4	72.0	18.0					2.97	0.8		
丝胡枝子 <i>Lespedeza cuneata</i>	340.2	147.4	47.0	21.0	13.4	5.7	174.5	92.8	16.58	1.0	0.35	4.4
山萝花 <i>Melampyrum roseum</i>	125.8	29.0			92.3	19.8	229.4	74.4	3.26		1.41	5.33
达乌里胡枝子 <i>Lespedeza davurica</i>	0.48	0.3					3.5	1.7	0.02			0.08
祁洲漏芦 <i>Stemmacantha uniflora</i>	130.0	33.9			28.2	9.1	508.7	144.1	3.75		0.64	6.83
硬毛棘豆 <i>Oxytropis hirta</i>	2.0	0.4			2.3	1.5			0.04		9.1	
朝阳青茅 <i>Kengia hackeli</i>	25.8	14.1							1.58			
大丁草 <i>Gerbera anandria</i>	29.8	7.2			28.4	8.2	96.3	28.2	0.81		0.58	1.42

(续表2)

植 物 名 称	单 种 重 (kg/ha)								重 量 比 率 (%)			
	6 月		7 月		8 月		9 月		6 月	7 月	8 月	9 月
	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重				
防 风 <i>Ledebourtiella sese-</i> <i>loides</i>	47.5	17.0			72.0	23.0	46.6	14.9	1.91		1.63	0.7
马 先 蒿 <i>Pedicularis sp.</i>	3.1	0.5							0.06			
白 头 翁 <i>Pulsatilla chinensis</i>	1.3	0.4			12.4	3.4			0.03		0.24	
唐 松 草 <i>Thalictrum sp.</i>	19.3	4.3			9.8	0.3					0.22	
赖 草 <i>Leymus chinensis</i>					17.4	5.3	86.4	40.2			0.37	1.91
黄 腺 香 青 <i>Anaphalis aureopu-</i> <i>nectata</i>					18.4	4.3					0.3	
腺 萼 亚 麻 <i>Linum stelleroides</i>					13.8	5.4	12.3	5.2			0.54	0.2
山 野 豌豆 <i>Vicia amoena</i>					22.8	8.6					0.61	
野 葱 <i>Allium chinensis</i>							223.9	20.6				1.04
毛 茛 苳 <i>Ranunculus sp.</i>							12.0	4.0				0.21
棘 豆 <i>Oxytropis bicolor</i>							26.1	9.3				0.47
石 竹 <i>Dianthus chinensis</i>							0.8	0.4				0.02
草 木 樺 状 紫 云 英 <i>Astragalus adsurgens</i>							0.7	0.4				0.02
毛 鹌 观 草 <i>Roegneria ciliaris</i>							78.4	48.3				2.29
球 果 堇 菜 <i>Viola collina</i>							0.4	0.2				0.01
马 蔺 <i>Iris lactea var.</i> <i>chinensis</i>	19.3	4.3			24.5	7.2	70.9	40.4				1.91

表 3 黄青草群落地生物量与水热条件季节动态关系 (kg/ha)

Table 3 The relationship on the seasonal dynamic of biomass between *Thymeda Triandra* Var. *japonica* community and the water-heat

月 份	6	7	8	9
降雨量(mm)	59.0	134.8	148.0	89.2
气 温(℃)	19.4	21.8	20.6	14.5
鲜 重	2760.7	5106.0	4278.0	4744.8
干 重	888.5	2021.0	1403	1877.3

有不同程度偏高, 苔草和豆科草偏高, 杂类草偏低; 旱生植物及具一定耐旱能力的植物偏高, 中生植物偏低。这些现象中, 有的与生活周期的不同阶段有关; 有的是植物生理生态特征所决定的, 例如豆科草中, 除个别种外, 主要是植物体少水的中旱生或旱中生植物; 杂类草植物干鲜重比率所表现的趋势, 主要与这里基本属于中生的生态条件以及适应于这种生态条件具体的植物种联系着。如

表 4 各类等级牧草地上生物量 (kg/ha)

Table 4 The aboveground biomass of each grades of herbage(kg/ha)

等级	月份 鲜重或干重	6		7		8		9	
		鲜	干	鲜	干	鲜	干	鲜	干
优 等		0	0	0	0	22.3	8.6	0	0
良 等		1178	397.6	2817.5	1032	3036.3	974.8	2145.8	940.3
中 等		766.1	318.3	1879.5	484.3	620.1	243.3	1217.1	555
低 等		218.6	61.7	125	37	139.2	32.4	431.1	159.7
非 饲 用 植 物		335.7	103.1	289.8	99	219.8	81.5	859.5	270.2

表 5 各类牧草地上生物量 (kg/ha)

Table 5 The aboveground biomass of each kind of herbage(kg/ha)

类别	干重 或鲜重	6		7		8		9	
		鲜	干	鲜	干	鲜	干	鲜	干
禾 草		1079.9	383.4	2753.5	1015.0	3022.8	697.1	1990.8	942.0
苜 草		231.5	100.7	921.0	511.0	271.2	115.5	455.0	230.7
豆 科 草		342.7	148.0	47.0	21.0	48.5	25.8	204.8	104.2
杂 类 草		740.2	249.6	1404.3	472.3	709.8	231.8	1802.5	638.6

果把内蒙古大针茅草原<sup>[7]</sup>和该群落 8 月的干鲜重比率作一比较(表 6)可以看出, 内蒙大针茅草原群落干鲜重比率总的趋势是略低于黄土区黄背草群落, 这是由于黄背草群落中, 植物体少水的偏旱生性种类较多的原因, 虽然黄背草群落所在地降水量(600mm)明显高于大针茅群落所在地降水量(350mm)<sup>[11]</sup>, 但黄背草群落是形成于次生裸地, 出现在多年生禾草阶段的初期, 尚存留不少偏旱生性植物。

表 6 黄背草群落与大针茅群落不同于鲜重比率种数

Table 6 The number of Species of dry and fresh different proportion between *Themeda Triandra* Var. *japonica* and *stipa grandis* community

类型	比率等级	10—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80
		种数	0	11	8	5	2	1
黄背草群落	百分数(%)	0	39.28	28.57	17.85	7.14	3.57	3.57
大针茅群落	种数	6	6	10	4	2	0	0
	百分数(%)	21.4	21.4	35.7	14.2	7.1	0	0

生长季节不同时期对地上部分进行分层刈割, 可以反映同化器官与非同化器官的空间配置, 了解群落光能利用, 有助于生物量形成过程的分析(表 7)。

由表 7 可见, 6 月中旬同化器官集中分布在 0—20cm, 占同化器官总量的 80.4%, 在 20cm 左右急剧由 40% 左右减少至 14%。其后由于黄背草和其它几种高秆禾草植株的伸展, 同化器官空间位置也相应升高, 至 8 月 50cm 左右生物量达 4.2%, 8 月下旬至 9 月黄背草虽然已处成果期, 但叶可仍然正常存在并缓慢生长, 这时 50cm 左右及其以上同化器官生物量达 8.3%。

黄背草群落非同化器官生物量的垂直空间分布, 各时期的变化也比较显著, 6 月主要集中在 0—10cm 高度, 占 80.4%; 8 月 10—50cm 非同化器官已超过 38%, 花果仅占 1.7% 左右; 9 月 50—150cm 非同化器官生物量占 13.7%, 果实占 5.7%。8 月下旬至 9 月除果实量增加外, 黄背草的茎和叶一样, 不但正常存在, 还可缓慢生长, 因而增至 13.7%。

黄背草群落 9 月中旬地上生物量组成状况见表 8。立枯量主要出现在 9 月, 位于 0—50cm, 占 8.9%。

## 2. 黄背草群落地下生物量

从草地群落第一性生产、群落与土壤的关系以及草场利用与改良(地下配置)等方面出发, 了解地下生物量时间和空间变化。测计结果表明, 地下生物量季节动态非常明显,

表 7 黄背草群落地上生物量空间变化(kg/ha)

Table 7 The spacial change of aboveground biomass in *Themeda Triandra* Var. *japonica* community (dry weight, kg/ha)

器官 高度(cm)	6			8				9				立枯	
	叶	茎	花	叶	茎	花	果	叶	茎	花	果		
150—160													
140—150									0.03	0		0.9	
130—140								0.3	0.8			2.4	
120—130								0.8	2.2			15.1	
110—120								2.2	4.4			15.6	
100—110								3.2	8.4			16.1	
90—100								3.7	11.2			8.0	
80—90								4.7	11.8			3.3	
70—80				0.5	0.5	0.8		5.9	15.5			1.7	
60—70				2.5	2.0	2.0		8.9	21.1			7.0	
50—60				9.1	5.5	2.0	0.2	14.5	26.4			3.0	
40—50	8.0	1.8		32.4	10.7	3.5		42.5	37.1			13.7	0.9
30—40	22.0	3.4		74.9	22.2	3.3		98.5	61.0			20.6	5.0
20—30	80.7	10.1		178.2	56.2	3.2		245.5	114.2			16.2	29.0
10—20	248.3	47.9	0.01	301.5	128.2		0.2	353.4	198.6			07.2	62.2
0—10	206.0	260.4		257.8	341.3			262.5	416.8			0.8	110.1

6月是6707.8kg/ha, 8月是8205.0kg/ha, 9月为11674.2kg/ha。高峰值在9月, 8月中旬至9月中旬变化明显, 增加了3469.2kg/ha, 6月至8月两月仅增加1497.2kg/ha, 此现象是由于优势种黄背草在8月中旬以前, 大部分时间积累的物质, 用于建造地上营养体和有性繁殖器官, 仅在生活周期的后期, 有性繁殖器官基本完成, 地上营养器官生长缓慢的情况下, 迅速在地下积累约42.3%的物质, 供来年营养体的萌发, 因而6月中旬至8月中旬的净生产量为24.95kg/m<sup>2</sup>·d, 8月中旬至9月中旬为113.6kg/m<sup>2</sup>·d, 远高于其它月份。

黄背草群落地下生物量主要分布在0—30cm, 集中分布的空间是0—10cm(表9), 随着土层深度的增加生物量急剧减少, 主要是由于黄背草系须根性禾草, 根系分布很浅所致。

表 8 黄背草群落9月地上生物量状况

Table 8 The structure of aboveground biomass in September of *Themeda Triandra* Var. *japonica* community

器官 生物量	同化器官	非同化器官		立枯
		茎	果	
生物量(kg/ha)	1048.7	929.5	73.1	207.2
百分比(%)	45.2	40.1	3.1	8.9

表 9 黄背草群落地下生物量的空间变化(kg/ha)

Table 9 The spacial change of underground biomass in *Themeda Triandra* Var. *japonica* community

深度(cm)	月份	6	8	9
0—10		5400.0	6328.0	8556.1
10—20		956.5	1410.0	2122.1
20—30		351.3	467.0	996.0

#### 四、结 论

1. 黄背草群落是陕北黄土高原南部具代表性的草本群落之一, 按其重量比率是以黄背

草、大油芒、大披针苔等组成的禾草-苔草群落。年生物量(9月中旬)为 1977.3kg/ha,(不包括繁殖器官和立枯量),基本可以反映该地区草本群落的生产力状况。

2. 黄背草群落地上生物量有明显季节性变化,7月中旬是高峰,达2021kg/ha,因这时群落处于次优势种大披针苔生活周期的最盛期,再后就逐渐衰败。

3. 黄背草群落地下生物量,明显高于地上生物量,为地上生物量的 5.8 倍,年生产量超过4966.4kg/ha因为 来年生活周期开始时,有些植物,特别是大披针苔需要由地下供给大量物质。

4. 黄背草群落地下生物量 6—8 月增加很少,仅在 8 月中以后迅速累积大量物质,供来年萌发之用。8 月中旬至 9 月中旬,每天地上生物量向地下根部转移量为 6 月中旬至 8 月中旬的 4.5 倍以上。

5. 由于黄背草为须根性多年生禾草,其群落地下生物量的分布,主要集中在土壤表层,0—10cm,约占地下生物量 73.3—80.5% 左右。

6. 根据黄背草群落生物量季节性动态规律,在畜牧业合理利用方面应该注意:6 月中下旬和 7 月上旬是其次优势种披针苔生长发育最盛期,为放牧最佳时期;7 月中下旬至 8 月中旬是恢复期,8 月中下旬至 9 月上旬为营养物质向地下大量转移期,不宜放牧或割草,否则由于根部物质贮存不足,必将影响来年牧草的生长发育;9 月中旬为高草(黄背草、大油芒)最盛期,是最适割草期。

### 参 考 文 献

- [1] 杨福国等,1982,青海高原海北高寒灌丛和高寒草甸初级生产量,《高寒草甸生态系统》,第44—51页,甘肃人民出版社。
- [2] 杨福国等,1985,高寒矮嵩草草甸结构特征及其生物量,高原生物集刊(4):49—66。
- [3] 王义凤,1986,内蒙古地区大针茅草原主要种群生物量季节动态的初步观测,《草原生态系统研究》,第一集,第64—73页,科学出版社。
- [4] 戚秋慧等,1985,羊草草原群落的结构与生物量关系的初步研究,《草原生态系统研究》,第一集,第38—46页,科学出版社。
- [5] 杨 持等,1985,羊草草原主要种群地上生物量与水热条件定量关系初探,《草原生态系统研究》,第一集,第24—37页,科学出版社。
- [6] 杨福国等,1987,青海海北地区矮嵩草草甸生物量和能量的分配,植物生态学与地植物学学报 11(2):106—112。
- [7] 姜 超等,1986,羊草草原群落和大针茅草原群落生物量的初步比较研究,《草原生态系统研究》,第一集,第12—23页,科学出版社。
- [8] 朱志诚,1983,陕北黄土高原上森林草的范围,植物生态学与地植物学丛刊 7(2):122—131。
- [9] 朱志诚,1989,陕北黄土高原森林地带草本群落类型及其动态研究,中国草原(3):18—24。
- [10] 闵乐园等,1987,《陕西牧草》,第2—307页,西北大学出版社。
- [11] 姜 超,1986,中国科学院内蒙古草原生态系统定位站的建立和研究工作概述,《草原生态系统研究》,第一集,第1—10页,科学出版社。

PRELIMINARY STUDY ON BIOMASS OF *THEMEDA*  
*TRIANDRA* VAR. *JAPONICA* COMMUNITY IN  
LOESS PLATEAU AT NORTH SHANXI PROVINCE

Zhu Zhi-Cheng            Jia Dong-Lin  
(Department of Biology, Northwest University, Xi'an)

This work was carried out in Caijiachuan of Huanglongxian County in 1987—1988. *Themeda triandra* var. *japonica* community has not only a wide range of distribution in the woodlands on loess plateau at north Shanxi province, but also an excellent quality so that it plays a very important role in the local development of animal husbandry. The study has focused on the seasonal and spatial changes in the biomass of aboveground part and underground part of the above community. The results show that the biomass of *Themeda triandra* var. *japonica* community has obviously seasonal dynamics with the peak value of biomass (202.1g/m) for the aboveground part reached in mid-July. The underground part has a lower biomass during the flourishing period and the maximum value of biomass during the withering period. This was found to be related to the organic matter transport at the growth and development stages.

**Key words:** biomass, *Themeda triandra* var. *japonica* community, dynamics.