

255—259

第14卷 第3期
1994年9月

生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol. 14, No. 3
Sep., 1994

羊草草原枯枝落叶积累的研究*

——自然状态下枯枝落叶的积累及放牧、割草对积累量的影响

郭继勋 祝廷成

(东北师范大学草地研究所, 长春, 130024)

5812

A

摘要 在自然状态下, 羊草草原枯枝落叶积累季节动态是积累量从5月出现, 随着时间推移呈指数形式递增, 10月末出现最大值。当枯枝落叶输入量和分解速率保持恒定时, 积累量的年变化, 随着时间的进展不断增加, 最后达到稳定状态, 最大积累量为572g/m², 达95%稳定状态时间约为7—8a。放牧对枯枝落叶积累有明显的抑制作用, 当放牧强度达7.58羊(只)/hm²时, 积累量比非放牧区减少近74%。割草对枯枝落叶积累的影响也是显著的, 随着割草频度增加, 积累量明显减少, 当一年内刈割3次, 积累量减少83%。刈割时间对积累量的影响表现在割草期的早晚, 伴随刈割时间推迟, 积累量逐渐减少。

关键词: 羊草草原, 枯枝落叶积累, 放牧, 割草。

枯枝落叶是草原第一性生产量的组成部分, 植物通过光合作用固定的有机质, 因植物的枯死, 最后以枯枝落叶形式储存在地表。枯枝落叶的积累在草原生态系统中占有重要地位, 它的动态影响着植物的萌发、群落的结构和演替^[1,2]。枯枝落叶的积累与分解在能量流动和营养物质循环过程中起着重要作用^[3]。因此, 对它的研究无论是涉及草原生产力或与其它相互关系都是重要的。对枯枝落叶的生产过程、方式及积累动态均有过报道^[4-6], 但在我国关于这方面的研究起步较晚, 特别在草原生态系统中刚开始这方面的工作。

自1985—1989年对东北羊草草原自然状态下和放牧、割草条件下, 枯枝落叶的积累规律进行了探讨, 建立了有关数学模型, 确定了放牧、割草对枯枝落叶积累的影响程度。从草地资源利用角度, 要提高牧草利用率, 但也必须保留适量的枯枝落叶, 以保证营养物质的供给, 使天然草原得以自然更新, 维持稳定生产力。因此, 确定适量枯枝落叶的积累是合理利用草原的重要指标。

1 研究地区自然概况和实验方法

本项研究实验在吉林省长岭县羊草草原自然保护区内进行, 地处北纬44°45'和东经123°45'附近, 海拔高度为140—160m。年平均气温为4.9℃, 最高月平均温度为7月, 最低出现在1月, 年降水量平均为470.6mm, 主要集中在6—8月, 春季多风干旱, 年蒸发量为1688mm, 约为降水量的3.5倍。该区属草甸草原类型, 主要生长一些中旱或中生植物, 植被以羊草草原为主, 以羊草(*Leymus chinensis*)为建群种的群落占绝对优势, 植物种类组成简单, 仅有十几种植物, 羊草种群地上部生物量约占群落地上部总生物量的90%左右, 总盖度达80%以上, 羊草群落的产量影响着该草原的生产力^[7]。

样地设在面积为100hm²的羊草草原保护区内, 在5个不同地段的典型羊草群落中设置

* 国家自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1993 01 28, 修改稿收到日期 1993 11 07。

样点。枯枝落叶积累量的测定采用直接收集法^[3]。在早春地上部返青之前,将地面清除干净,每个样点放置 5 个用铁丝网制作的枯枝落叶收集器,网眼大小,使植物的茎穿过生长为宜,这样就可将生长初期枯枝落叶量视为零,然后每月测定枯枝落叶积累量。在 1.5hm² 面积内,设置 5 个不同放牧强度区,以绵羊进行放牧实验,10 月末放牧结束后,在不同放牧强度小区内取样,5 次重复,确定放牧对枯枝落叶积累的影响。在 1.4hm² 面积内,设置 3 种割草频度,即一年内刈割 1 次、2 次、3 次和 4 个不同刈割时间序列小区,在不同小区内取样,5 次重复,确定割草对枯枝落叶积累的影响。分解速率的测定采用尼龙网袋法^[9]。

2 结果分析与讨论

2.1 自然状态下枯枝落叶积累

自然状态下枯枝落叶积累指在没有人和其它因素干扰条件下的积累过程,在这种状态下,枯枝落叶积累可视为因枯枝落叶生产和分解而引起枯枝落叶在重量上的变化。

5—10 月对羊草群落枯枝落叶积累量进行了逐月测定,结果列于表 1。将积累量变化值与时间序列进行相关分析,建立枯枝落叶积累季节动态模型:

表 1 枯枝落叶积累量的季节动态
Table 1 The seasonal dynamic of litter accumulated weight

月份 Month	积累率 Accumulated rate (g/m ² · d)	积累量 Accumulated weight (g/m ²)	损失率 Lost rate (g/g · d)	损失量 Lost weight (g/m ²)	枯枝落叶生产量 Litter yielded (g/m ²)
5	0.01367	0.41	0.02132	0.0086	0.4186
6	0.29133	9.15	0.02391	0.1215	9.2715
7	0.38667	20.75	0.12192	1.8375	22.5875
8	0.59167	38.50	0.10020	4.6621	43.1621
9	3.51667	144.00	0.03004	7.3625	151.3625
10	2.96667	233.00	0.02007	11.1080	244.1080

$$L = aT^b \quad (1)$$

式中, L 为积累量, T 为时间, a 、 b 为参数。积累量从 5 月出现后,随着时间呈指数形式增加,最大值出现在 10 月末。积累量的季节变化主要受环境因素和植物自身发育节律的影响,5—8 月植物处于旺盛生长阶段,积累量主要由于植物自然生理死亡所形成,积累量增加比较缓慢,与水、热因子基本上呈正相关,说明在此期间生态环境对它影响不大。8 月份后,随着温度、水分的下降,植物进入生长末期,积累量迅速增加,它与水、热因子的关系转变成负相关,说明环境条件的变化促进植物的死亡,积累速度随之加快。到 10 月末植物全部枯死,积累量出现最大值(见图 1)。冬季分解活动基本停止,积累量保持恒定。

枯枝落叶在积累过程中,同时在分解者的作用下,不断地损失。因此,积累量实际等于枯枝落叶生产量与该期间损失量之差。5—8 月,生产量为 244.108g/m²,损失量为 11.109g/m²,占生产量的 4.6%,实际积累量为 233g/m²。

自 1985—1989 年对自然状态下羊草群落枯枝落叶积累的年动态进行了定位观测,结果见表 2。在输入量和分解速率保持恒定条件下,在连续间隔时间(t)内,年枯枝落叶重量的变化率为:

$$\frac{dL}{dt} = P - R \cdot L \quad (2)$$

积分得(2)式的通解为:

$$L = \frac{P}{R} - Ce^{-Rt} \quad (3)$$

当 $t=0$ 时, $L=L_0$, 其特解为:

$$L = \frac{P}{R}(1 - e^{-Rt}) + L_0 e^{-Rt} \quad (4)$$

式中, L 为枯枝落叶积累量, L_0 为初始积累量, P 为输入量 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$), R 为分解速率 ($\text{g}/\text{g} \cdot \text{a}$)。测得输入量为 $233\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$, 初始积累量为 $48\text{g}/\text{m}^2$, 分解速率 $0.4065\text{g}/\text{g} \cdot \text{a}$ 。将以上数值代入(4)式, 对不同年份枯枝落叶积累量进行预测, 结果见表 2。

将表 2 中的预测值与实测值进行比较, 其误差范围为 $3.9\% - 0.4\%$, 随着预测时间的延长, 其误差越来越小。从而验证了该模型基本上反应了枯枝落叶积累的年动态规律。

表 2 不同年份枯枝落叶积累量的预测

Table 2 The forecast of litter accumulated weight in different years

年	Years	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
积累量 Accumulated weight	预测值 Calculated value	48	233	340	418	470	504	527	543	553	560	564	572
	实测值 Virtual value	0	233	327	409	464	—	525	—	—	—	—	—

在自然状态下, 枯枝落叶积累量的年变化, 随着时间的推进而增加, 最后达到稳定状态。在稳定状态时, 积累与分解处于相对平衡, 输入量等于消失量, 积累率为零。枯枝落叶积累达 95% 稳定状态所需时间约为 $3/R$, 在羊草草原上大约需要 7—8a, 最大积累量为 $572\text{g}/\text{m}^2$ 。

2.2 放牧对枯枝落叶积累的影响

放牧是影响草地枯枝落叶积累的一个主要因素, 由于家畜的采食而使枯枝落叶量减少^[10]。为了探讨放牧对枯枝落叶积累影响的程度, 进行了不同放牧强度试验。从 6 月 15 日—10 月 15 日以绵羊进行放牧, 每头绵羊采食约 $5000\text{g}/\text{d}$ 鲜草, 折合干草 1670g , 放牧强度计算公式如下:

$$\frac{\text{产量} \times \text{利用率}}{\text{日食量} \times \text{放牧天数} \times \text{头数}} = \text{放牧强度} \quad (5)$$

于 10 月 15 日停牧后, 分别测定了不同放牧强度下枯枝落叶积累量(表 3)。从表 3 中的数据变化可以看出, 随着放牧强度的加大, 积累量逐渐减少, 放牧对枯枝落叶积累有明显的抑制作用。当放牧强度达 7.58 羊(只)/ hm^2 时, 积累量仅为 $62\text{g}/\text{m}^2$, 比对照区(无放牧)的积累量 $233\text{g}/\text{m}^2$ 减少了 74% 。如果用 $(233\text{g}/\text{m}^2 - 62\text{g}/\text{m}^2) \div 7.58$, 可得到放牧强度从 0 增加到 7.58 时, 每增加一个放牧强度积累量平均减少 $22.56\text{g}/\text{m}^2$ 。可见放牧对枯枝落叶积累的负作用十分显著。用积累模型公式(4)预测放牧条件下枯枝落叶积累量时, 该模型需加上一个修正参数 α ,

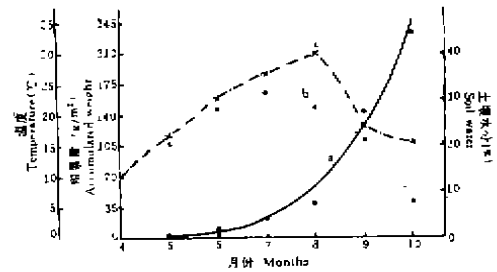


图 1 积累量的变化与环境因子的关系

Fig. 1 The relationship between environment factors and change of accumulated weight

a. 积累量 Accumulated weight b. 土壤水分
Soil water c. 温度 Temperature

即放牧对枯枝落叶输入量的影响系数, α 值的变化范围 0—1 之间, 如果没有放牧为 1; 如果对牧草的利用率达 100%, 则为 0, 即没有枯枝落叶的积累。

表 3 不同放牧强度下枯枝落叶积累

Table 1 The litter accumulation in different grazing intensity

放牧强度 Grazing intensity sheep (Ind/hm ²)	0	0.53	2.44	4.04	5.81	7.58
积累量 Accumulated weight(g/m ²)	233	221	178	142	102	62

不同放牧强度下, 预测枯枝落叶积累量变化曲线如图 2 所示。随着放牧强度增加, 积累曲线依次下降, 稳定状态值也随之减少。在放牧强度达 7.58 时, 积累量最大值仅为 155g/m²。

目前草原退化的主要原因之一, 就是放牧压力过大, 而且继续有增无减, 导致枯枝落叶积累量减少, 影响营养物质的正常循环, 土壤肥力不断下降。另一方面由于无枯草层的覆盖, 表土层遭到破坏, 地表蒸发量增加, 土壤板结, 生态环境恶化, 导致草原退化、碱化, 牧草产量下降。在草原放牧利用时, 要制定合理的载畜量, 维持一定量的枯枝落叶, 以保证营养物质的供给, 为植物创造良好的生境条件。一般情况下, 把草原利用率控制在 50%—60% 之间为宜。

2.3 割草对枯枝落叶积累的影响

割草是草原利用的另一种主要方式, 割草对枯枝落叶积累的影响主要体现在两个方面, 一是割草频度, 即一年内收割的次数, 二是割草时间。

试验结果表明, 割草频度对枯枝落叶积累的影响极为显著。一年内刈割 1 次、2 次、3 次后, 枯枝落叶积累量分别比对照区减少 42%, 52% 和 83% (图 3a)。1 次和 2 次刈割对枯枝落叶积累影响程度差异不大, 如果超过 3 次, 则积累量急剧减少。从割草频率对积累的影响可以看出, 该地区一年内 1 次割草为宜, 可保留一定量的枯枝落叶, 使草原得以自然更新。

割草时间对枯枝落叶积累的影响主要表现在刈割时间早晚。随着刈割时间的延迟, 积累量逐渐减少。刈割时间早, 能给牧草创造较长的再生时间, 可积累较多的有机质。刈割时间越晚, 再生时间越短, 积累量随之减少。

从图 3(b) 中可以看出, 6 月 5 日、7 月 5 日、8 月 5 日和 20 日 4 次不同刈割时间, 枯枝落叶积累量分别比对照区减少 31%、48%、54% 和 76%。刈割时间过早或过晚对积累量影响幅度都

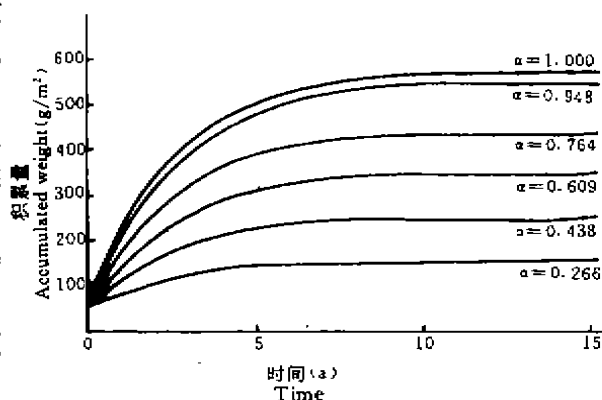


图 2 放牧对枯枝落叶积累的影响

Fig. 2 The effect of grazing on litter accumulation

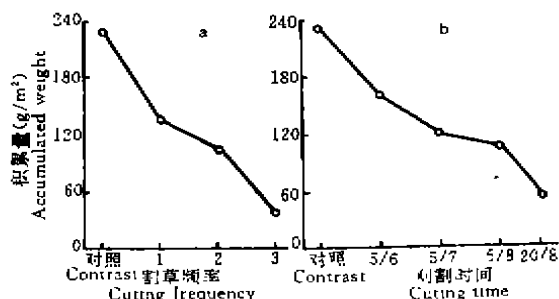


图 3 割草频度(a)和割草时间(b)对枯枝落叶积累的影响

Fig. 3 The effect of cutting frequency (a) and Cutting time (b) on litter accumulation

较大,而在 7—8 月间刈割对积累量影响幅度较小。7 月 5 日—8 月 5 日相隔 30d,而积累量仅相差 $16\text{g}/\text{m}^2$,而 8 月 5 日—8 月 20 日相隔 15d,积累量却相差 $52\text{g}/\text{m}^2$ 。由此可见,在 7—8 月间割草较为合适,该时期是牧草产量的高峰期,同时环境条件又有利于牧草的再生生长,可保持一定量的枯枝落叶积累。

参 考 文 献

- 1 Molofsky J and Augspurger C K. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 1993, 73, 68—77
- 2 Facelli J M, Pickett S T A. Plant litter, its dynamics and effects on plant community structure. *The Botanical Review*. 1991, 57, 1—32
- 3 Jordan T E, Nhigham D F, Corell D F. The role of litter in nutrient cycling in brackish tidal marsh. *Ecology* 1989, 70, 1096—1915
- 4 Pastor J, Stillwell M A, Tilman D. Little bluestem litter dynamics in Minnesota old fields. *Oecologia* 1987, 72(3), 327—330
- 5 Mitchell D T, Coley P G F, Webb S, Allsopp N. Litterfall and decomposition processes in the coastal fynbos vegetation, South—western, South Africa. *The Journal of Ecology* 1986, 74(4), 977—993
- 6 Twilley R R, Lugo A E, Patterson Z C. Litter production and turnover in basin mangrove forests in Southwest florida. *Ecology* 1986, 67(3), 670—683
- 7 李建东,刘建新. 吉林省长岭种马场附近草原类型动态及生态分布规律. 吉林农业科学, 1981, 3, 79—80
- 8 木村允(姜恕等译). 陆地植物群落生产量测定方法. 北京:科学出版社. 1981, 17—23
- 9 S. B 查普曼等(阳含熙等译). 植物生态学的方法. 北京:科学出版社. 1981, 127—128
- 10 Potiv M A, Harrison A T. Regetation and litter change of Nebraska and Sand hill prairie protected form grazing. *Journal of range management*, 1984, 37(1), 55—58

STUDY ON THE LITTER ACCUMULATION IN A *LEYMUS CHINENSIS* GRASSLAND; THE LITTER ACCUMULATION UNDER NATURAL CONDITIONS AND THE EFFECTS OF GRAZING AND CUTTING ON LITTER ACCUMULATION

Guo Jixun Zhu Tingcheng

(Institute of Grassland Science, Northeast Normal University, Changchun, 130024)

Under natural conditions, the seasonal dynamics of litter accumulation in a *Leymus chinensis* grassland was found to be in such a way that the litter accumulation started with May, then was increasing exponentially over time, and reached a maximum value by the end of October. If the input and decomposition rates of litter were kept constant, the annual accumulation would be increasing continuously over time and would finally reach a steady state, with a maximum accumulation of $572\text{g}/\text{m}^2$, 95% of which would take about 7—8 years. Grazing had a significantly inhibitory effect on the litter accumulation. A grazing intensity of up to 7.58 sheeps/ hm^2 could make the accumulation decreased by nearly 74%, as compared with control (non-grazing area). Grass cutting had also an obvious effect on the litter accumulation; the more frequently cutting, the less accumulation. Three times cutting a year resulted in an accumulation reduced by 83%. Cutting time also affected the litter accumulation; the later a cutting, the less and accumulation.

Key words: *Leymus chinensis* grassland, litter accumulation, grazing, grass cutting.