

# 青海海北高寒草甸五种植被生物量及环境条件比较

李英年<sup>1</sup>, 赵新全<sup>1</sup>, 王勤学<sup>2</sup>, 古松<sup>2</sup>, 杜明远<sup>3</sup>, 加藤知道<sup>4</sup>, 王启兰<sup>1</sup>, 赵亮<sup>1</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2. 日本国立环境研究所, 日本 筑波 3050053;

3. 日本农业环境技术研究所, 日本 筑波 3050053; 4. 日本筑波大学, 日本 筑波 3058577)

**摘 要:**分析了高寒草甸不同植被类型植物种类组成、生物量变化规律及其差异。研究表明不同植被类型的分布与土壤湿度和温度有很大的关系。藏嵩草草甸、金露梅灌丛草甸、矮嵩草草甸、正恢复的矮嵩草草甸、小嵩草草甸这 5 种不同植被类型所对应的土壤湿度依次降低,而所对应的土壤温度依次升高;植物种类数量表现为矮嵩草草甸>金露梅灌丛草甸>小嵩草草甸>正恢复的矮嵩草草甸>藏嵩草草甸。地上生物量高低依次为小嵩草草甸>矮嵩草草甸>金露梅灌丛草甸>正恢复的矮嵩草草甸>藏嵩草草甸;地下生物量则表现出金露梅灌丛草甸>矮嵩草草甸>小嵩草草甸>正恢复的矮嵩草草甸的特征,而其在年内的周转值表现出金露梅灌丛草甸>正恢复的矮嵩草草甸>小嵩草草甸>矮嵩草草甸;土壤有机质的季节变化表现为 0~40 cm 整层土壤有机质含量小嵩草草甸>金露梅灌丛草甸>矮嵩草草甸>正恢复的矮嵩草草甸,0~10 cm 的表层土壤有机质金露梅灌丛草甸>矮嵩草草甸>小嵩草草甸>正恢复的矮嵩草草甸。

**关键词:**高寒草甸;植被类型;生物量;地温;土壤湿度

**中图分类号:**Q948

**文献标识码:**A

多年来人们在草地资源利用方面,投入不少精力,以至于在草地生产者系统与消费者系统间的相互依赖,相互协调发展,以及最大限度放牧而又不破坏草场、对退化草地的恢复与重建等方面,提出了诸多的建议和科学论据<sup>[1,2]</sup>。中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站(海北站)就针对高寒草甸草地的合理利用,草地资源开发,草地植被恢复等作了大量的研究工作<sup>[3,4]</sup>。然而,如何充分利用草地资源,怎样合理放牧,严格放牧制度,保护物种多样性是一个极为复杂的系统工程和多层次的研究过程。由于区域气象环境条件及土壤类型分布的复杂多样,就是同一区域一定高程范围,或不同地形部位其植被类型分布差异明显,导致草地的生物生产力有很大区别,从而将对放牧强度、放牧时间等均有不同的适应能力。因此,探讨不同植被类型生物生产力在相同时期的变化规律,以及对所对应的不同环境条件进

行比较研究,不仅能揭示高寒草甸各生态系统的结构、功能,生物生产力形成机制等生态过程,而且就如何对高寒草甸草场的开发、利用、管理及可持续发展等方面具有重大意义。

## 1 研究地点概况

本研究工作在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站(海北站)进行。海北站地处青藏高原东北隅的青海海北藏族自治州门源回族自治县境内,祁连山北支冷龙岭东段南麓坡地的大通河河谷西段,地理位置为 37°29'~37°45'N, 101°12'~101°23'E, 站区地形开阔,海拔在 3 200~3 600 m。该地区位于亚洲大陆腹地,具明显的高原大陆性气候,东南季风及西南季风微弱。受高海拔条件的制约,气温极低,按气象四季的标准划分,这里全年皆冬,无明显

收稿日期(Received date):2002-12-10;改回日期(Accepted):2003-03-27。

基金项目(Foundation item):中国科学院知识创新工程项目(KZCX1-SW-01-01A5);亚太地区环境创新战略计划(APEIS)项目及日本国温带高山草原生态系统碳素动态和温暖化影响研究项目[Supported by Knowledge Innovation of CAS; Asia-Pacific Environmental Innovation Strategy (APEIS), NIES, Japan]

作者简介(Biography):李英年(1962-),男,青海乐都人,高级工程师,主要从事生物气象研究工作[LI Ying-nian, Senior Engineer, Major research field in Biometeorology.]

四季之分,仅有冷暖二季之别,干湿季分明;空气稀薄,大气透明度高,年平均空气密度约为  $0.8496 \text{ kg/m}^3$ 。年内无绝对无霜期,相对无霜期约为 20 d 左右,在最热的 7 月仍可出现霜冻、结冰、降雪(雨夹雪)等冬季所能有的天气现象。表现出冷季寒冷、干燥、漫长,暖季凉爽、湿润、短暂。特殊的自然环境及青藏高原隆起过程,造就了适应寒冷湿中生的多年生草本植物群落,形成了以矮嵩草(*Kobresia tibetica*)草甸、金露梅灌丛(*Formation Dasiphora fruticosa*)草甸、小嵩草(*Kobresia pygmaea*)草甸、藏嵩草(*Kobresia tibetica*)沼泽草甸为主要建群种的不同植被类型。牧草生长低矮,初级生产力低等。土壤以洪积—冲积物、坡积—残积及古冰水沉积母质在不同水热条件下,受植被改造发育在滩地或山地阳坡为草毡寒冻雏形土(*Mat-Cryic Cambisols*)、山地阴坡为暗沃寒冻雏形土(*Mol-Cryic Cambisols*)、沼泽地为有机寒冻潜育土(*Organic Cryic Gleysols*),土壤发育年轻,土层浅薄,有机质含量丰富等特征<sup>[5]</sup>。

## 2 资料与方法

2002 年 5~10 月在海北站选择上述不同植被类型进行研究。分别测定地上、地下生物量,以及植物群落种类的组成。地上、地下生物量在每月的 15 日和 30 日前后 3 d 内测定,地上生物量测定在各点随机选择 6 个  $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$  的样方,用剪刀齐地面剪下装入纸袋;地下生物量在不同地点经取过地上生物量  $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$  的样方内再随机选择 25 cm (25 cm 的二级样方,垂直按 0~10 cm、10~20 cm 和 20~40 cm 三个层次,用铁铲和刀子分层取出,并及时用筛子筛选挑选出草根装入布袋,再到河边分样冲洗至干净。尔后再恒温控制在  $65^\circ\text{C}$  的烘箱,烘干至恒重后称重(单位  $\text{g/m}^2$ )。

在不同地形部位的不同植被类型区,中日合作项目进行了 9 个点的地温、土壤湿度(占干土重的百分比)的观测(本研究工作仅取 4 个点)。由于数据量大,本文对温湿度资料仅列举了 2002-06-25~07-05 的观测值。对沼泽地本项未进行土壤温度和湿度的观测,但作者曾在该区域作过地温的观测,可作补充解释,其湿度由于受长久积水而永远达超饱和状态。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同植被类型与环境因素的对应

#### 3.1.1 植被类型与环境条件的适应关系

环境因素对各个生态系统的分布有着很大的贡献,特定的栖息地是物种生存和生物多样性保存的必要条件,不同的环境资源和环境多样性是形成植物群落结构特征、生物生产力和物种多样性分布格局差异的重要原因之一。由于在不同地形区域,其气候有较大的差异,特别是土壤温度、湿度和土质的硬实度差异尤为明显,从而在同一大气环境下,其植被类型、土壤环境条件等有着不同的分布。就是在相近的一定区域和高程范围内,其植被类型也有较大的分布差异<sup>[6]</sup>。海北站地区主要有 4 种不同的植被类型:山地阳坡主要分布有草原化小嵩草草甸,这里地温较高,土壤干燥,土质硬实<sup>[7]</sup>;山地阴坡主要分布有金露梅灌丛草甸,区域地温较低,土壤湿度高,土质比较松软;平缓的滩地多为矮嵩草草甸,该地段地温适中,土壤湿度在 38% 左右<sup>[8]</sup>,土质硬实度在介于小嵩草与金露梅灌丛之间;而在土壤湿度常年处于饱和或超饱和状态,地表长久积水,植被类型则为以藏嵩草为主的沼泽化草甸,该类地方地温分布与金露梅灌丛草甸基本相同,但变化较更为平稳,土壤非常松软;在那些退化的或者正在恢复过程的矮嵩草草甸地区,其温度、湿度变化较为复杂,就我们观察点的正恢复的矮嵩草草甸地区来讲,其地温高于矮嵩草草甸区,但土壤湿度明显较低,基本与小嵩草草甸类型区相仿。可以认为这些植被类型的不同分布,与不同地区的气温、辐射、土壤湿度、土壤温度及土壤的硬实度的差异有关。图 1 给出了 2002-06-25~07-05 间不同部位的土壤湿度(图 1-a)和温度(图 1-b)分布状况。

可以看出,不同地形部位其土壤湿度及其温度相互均有较大的差别,基本表现出藏嵩草草甸(由于常年保持饱和或超饱和状态而在图中未列)、金露梅灌丛草甸、矮嵩草草甸、正恢复的矮嵩草草甸、小嵩草草甸这 5 种不同植被类型所对应的土壤湿度依次降低,如统计 2002-06-25~07-05 11d 平均值除藏嵩草草甸未测定外,其它几种群落类型植被的土壤湿度分别为 45%、43%、34% 和 35%,而所对应的土壤温度依次升高,分别为  $11.8^\circ\text{C}$ 、 $13.5^\circ\text{C}$ 、 $13.8^\circ\text{C}$  和  $14.7^\circ\text{C}$ (藏嵩草草甸未列入)。正是不同地形部位的温湿度的差异,从而造成不同地形部位有其不同的植被类型分布及其物种多样性的差异。

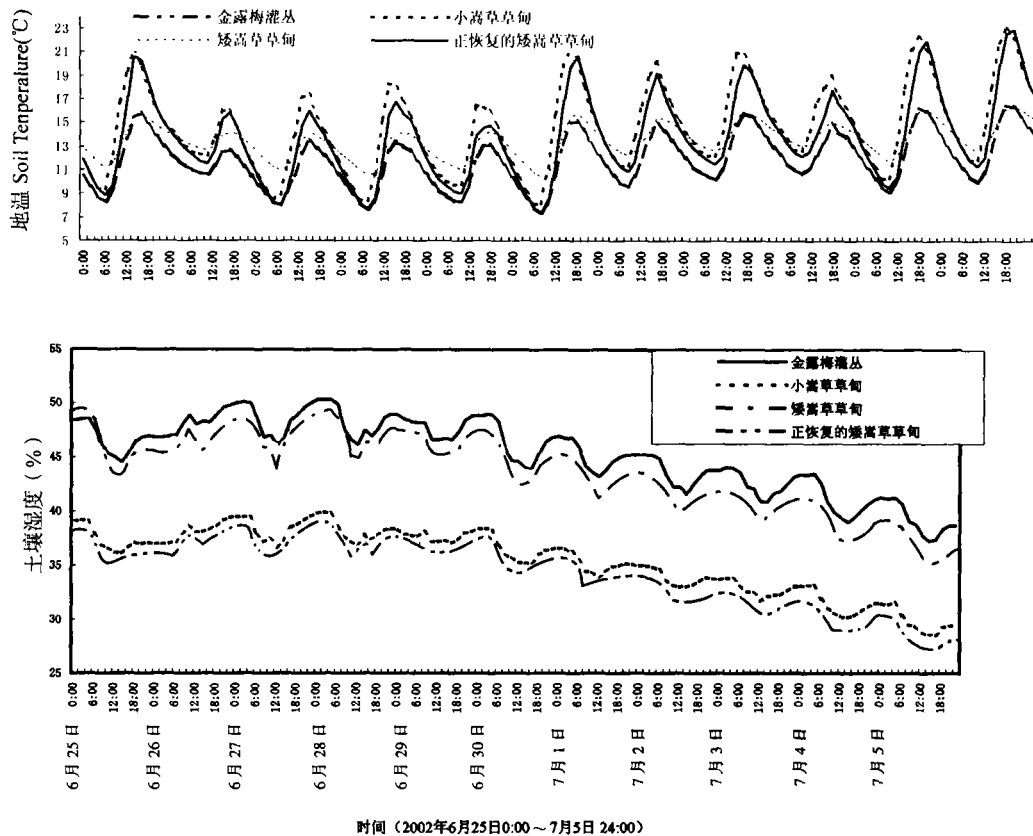


图1 海北高寒草甸不同植被类型区域地温和土壤湿度的时间变化(2002-06-25 T0:00~07-05 T24:00)

Fig. 1 The distribution of soil temperature and humidity at the areas with different vegetation type in Haibei Alpine Meadow from the 0:00, June, 25, 2002 to the 24:00, July, 5, 2002

### 3.1.2 不同植被类型植物群落种类情况

植物群落的种类组成,主要取决于环境条件(温度、水分)的分布,以及建群种对环境的适应性,环境条件的变化又是通过植物本身的生长发育反映出来,从而在不同的环境条件下,其植物建群种有较大的不一致性。王启基<sup>[7]</sup>曾于1999年采用5个重复样方观察的方法对于部分不同植被类型区群落种类的调查进行过讨论,但由于取样重复相对较少,对有些植物种并未观察到。他认为在小嵩草草甸、矮嵩草草甸和藏嵩草草甸植物群落种类分别为45、35和23种组成。为了最大可能观察出不同植被类型的所有植物种类,作者于2002-08-25~30在不同地点较大距离地选取11重复样方,全面系统地进行了植物群落种类结构的调查。发现5种不同植被类型其植物种类有较大的不同(表略),在金露梅灌丛草甸、矮嵩草草甸植物种类较多,植物种类分别达72和70种,小嵩草草甸为53种,藏嵩草草甸为29种,正恢复的矮嵩草草甸为50种,植物种类表现出金露

梅灌丛草甸>矮嵩草草甸>小嵩草草甸>正恢复的矮嵩草草甸>藏嵩草草甸。种类的不同分布与植被群落对环境条件要求不一致有关,在金露梅灌丛草甸和矮嵩草草甸由于其湿度条件适中,介于小嵩草草甸和藏嵩草草甸,温度条件较好,土壤的理化条件有利于多种植物的生存和繁衍,因而种类较为丰富,具有较高的多样性。小嵩草草甸分布区土壤干燥,一般生长多属中生或旱生性植物,对植物的生长带来一定的选择性,环境条件苛刻,植物种类相对较少。在正恢复的矮嵩草草甸由于该草地曾于20世纪60年代被开垦,次后因不易农作物生长而撂荒,以后随时间进程逐渐恢复为矮嵩草草甸(至目前仍未完全恢复),植被的总盖度稍低,植物种类明显少于原生的矮嵩草草甸,而且杂草类占有较大的比例。由于杂草类有丰硕而喜食的植物根茎,对鼠类活动与繁衍提供了良好的食物来源,从而加剧了该类区域的鼠类活动,草场破坏严重,植被恢复缓慢,其植物群落的种类组成不仅明显少于矮嵩草草甸,

也少于小嵩草草甸。沼泽地的藏嵩草草甸主要分布于高山冻土集中分布的地势低洼,地形平缓,排水不畅,土壤潮湿,通气性差的河畔、湖滨、山间盆地,以及坡麓潜水溢出和高山冰雪下缘等低洼的潮湿地带,区域土壤湿度达饱和甚至超饱和状态,限制了其它物种的生长发育,仅限于适应藏嵩草为主的少数植物种生长,在 5 种不同的植被类型中,植物种类最少。

### 3.1.3 不同植被类型的生物量的季节动态及比较

毫无疑问,在不同植被类型分布区其植被生长发育的种类组成差异由于受环境条件分布的限制变化较大,而且由于不同植被类型所建群种对环境的适应性不一致,将会导致植物光合作用的强度不同,干物质积累有着较大的差异,有些植被区植物光合作用强,有些植被类型区光合作用弱,有些植被类型干物质积累迅速,有些则比较缓慢。同时由于植被类型不同,物候期出现时间差异较大,干物质积累停止时间有先有后,必然对植被生物量的提高受到影响。通过 2002 年 5~9 月的观测发现,不同植被类型分布区,其植被的生物量差异也较为明显(表 1)。

高寒草甸由于受青藏高原高海拔和寒冷气候条件的限制,植物群落结构简单,层次分化不明显。除高寒灌丛外,其它草群高度较低,小嵩草草甸高度一般在 30 cm 以内;矮嵩草草甸的高度稍高,但也仅在 30~45 cm 左右,最大只达 55 cm 左右;在灌丛可分为二层,一层即为金露梅所处的高度,一般最高可达 60~80 cm,低层多以矮嵩草、线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)、针茅(*Stipa* sp.)、羊茅(*Festuca ovina*)等植物组成的草甸植被,高度在 30 cm 左右;在积水较多的沼泽地(不包含沼泽地边缘与其它草甸相接壤的地带),其藏嵩草由于食草家畜、其它食草类动物及其人在雨季很难涉及其内,外界干扰低,致使植物长势良好,高度比矮嵩草草甸的高度高,约达 50~60 cm,而且其外观整齐;青藏高原地处地球第三极,生态系统极为脆弱,遭受破坏的草场很难在短期内得以恢复,甚至需要十几年或几十年的恢复过程才能见效果,为此,正在恢复过程中的矮嵩草草甸,其群落的高度仍然较低,平均也仅在 25 cm 左右,甚至还要低些。

表 1 不同植被类型植被地上生物量(g/m<sup>2</sup>)季节分布

Table 1 Seasonal variation of above-ground biomass (g/m<sup>2</sup>) at different vegetational type

植被类型	不同季节(日/月)生物量(g/m <sup>2</sup> )											
	15/5	30/5	15/6	30/6	15/7	30/7	15/8	30/8	15/9	30/9	15/10	30/10
矮嵩草草甸	38.2	89.5	130.3	241.9	273.1	359.7	427.9	441.0	401.8	352.4	389.6	269.1
小嵩草草甸	44.3	124.4	174.5	184.2	306.8	366.4	473.9	409.6	—	374.9	321.8	335.9
金露梅灌丛草甸	35.6	78.9	122.5	129.1	151.3	207.5	254.8	269.3	243.3	239.3	209.8	184.1
正恢复的矮嵩草草甸	22.1	56.7	79.2	141.4	147.3	250.6	253.7	264.8	348.3	334.8	268.1	268.8
藏嵩草草甸					285.5	349.3	379.4	398.9	411.7	368.5	368.8	297.8

从生物量的月际动态(表 1)可以看出,5 种不同的植被类型,其各群落生物量从大到小依次为小嵩草草甸>矮嵩草草甸>藏嵩草草甸>金露梅灌丛草甸>正恢复的矮嵩草草甸。在山地阳坡的小嵩草草甸,按说由于是山地阳坡,地表径流及土壤内部的侧渗现象明显,其土壤湿度较低,加之接受阳光充足,地表蒸发及植被的蒸腾强烈,其生物量至少比滩地的矮嵩草草甸低,但 2002 年观测的结果比较高,与过去的测定略也有相矛盾之处<sup>[7,9]</sup>,可能与人为观测因素有关,但也有可能实际情况确实如此,这是因为阳坡植物及土壤湿度均较为干燥,加之在一定高

度的坡地,易受逆温层的影响<sup>[10]</sup>,早晚受低温环境影响弱,利用植物干物质积累等有关。同时受土壤及空气相对较高的温度影响,植被冠面蒸发及蒸腾明显,不仅土壤水分散失较大,而且植物体本身显得比其它植被类型区的植物干燥,内部水分含量低,将造成干物质质量较高。当然这种情况还有待于加强观测和分析。

另外从不同植被类型生物量的季节变化中发现,在各时期生物量变化的幅度(即相对增长率)、生物量达最高的时间均有所不同。矮嵩草草甸植物群落生长最快约在 6 月中旬到 8 月中旬之间,小嵩草草甸约出现在 5 月下旬~8 月上旬,金露梅灌丛草

甸出现在 7 月中旬到 8 月中旬,正恢复的矮嵩草草甸出现时期与矮嵩草草甸基本一致,藏嵩草草甸出现时间则与金露梅灌丛草甸一致。不论何种植被类型,其生长过程均遵循逻辑斯蒂曲线增长过程,表现出缓慢积累—快速增加—相对稳定—折损减少等 4 个不同阶段。只是不同植被类型所处的地形部位不同而受气候、光照、土壤等环境条件差异的不同,所产生的萌动发芽、返青、强度生长、成熟、进入枯黄等出现的时间略有差异,从而导致生长曲线过程有不同的分布,主要表现在各主要生长阶段出现的时间发生提前和滞后。

高寒草甸几种植被类型地下生物量按 0~10 cm、10~20 cm 和 20~40 cm 层次,以及 0~40 cm 整层状况测定结果列表 2。由于沼泽地的藏嵩草草甸,积水多很难用现行操作的方法来实现地下生物量的测定,故本文未作藏嵩草地下生物量的分析。由另外 4 种不同植被类型的生物量比较可发现,0~40 cm 整层不同类型植被地下生物量的变化均出现“N”型变化规律,但随植被类型的不同,其峰

值与谷值出现时间较不一致。其中,矮嵩草草甸和金露梅灌丛草甸均表现有较高的水平,最高值分别达到 2 690.6 g/m<sup>2</sup> 和 2 758.2 g/m<sup>2</sup>,最高值出现时间分别在 6 月末期和 8 月中旬;小嵩草草甸的地下生物量次之,出现在 8 月中旬;正恢复过程的矮嵩草草甸地下生物量最低,出现在 9 月末期。作者曾分析发现<sup>[11]</sup>,高寒草甸地下生物量的升高—降低—升高的变化规律,与土壤水分含量的滞后呈明显的正相关,基本表现出当月地下生物量与前月土壤含水量变化趋势相一致的过程。同时还表明,同期降水较小,气温较低时,地下生物量较高。这是因为良好的天气气候条件下,植物地上部分生长发育迅速,植物在进行光合作用的同时,要消耗大量的土壤水分,在植被发生蒸腾过程中也要消耗大量的能量,相应要从地下根系中得到大量的能量来补充,致使地下生物量不断消耗能量而折损降低。相反,在气温低,降水少的时间,植物地上部分生长受到抑制,地下根系能较多地贮存能量,可满足地下根系的发育,有利地下生物量的提高。

表 2 不同植被类型植被地下生物量(g/m<sup>2</sup>)季节变化

Table 2 Seasonal variation of below-ground biomass (g/m<sup>2</sup>) at different vegetational type

植被类型	地下层次 (cm)	不同季节(日/月)生物量(g/m <sup>2</sup> )											
		15/5	30/5	15/6	30/6	15/7	30/7	15/8	30/8	15/9	30/9	15/10	
矮嵩草草甸	0~10	1762.2	2038.5	2144.3	2510.5	2099.8	2011.6	1692.2	1480.7	1839.2	2064.7	1698.7	
	10~20	98.1	102.3	99.4	118.6	159.1	93.8	217.5	147.1	209.6	104.2	114.0	
	20~40	35.6	44.9	65.7	61.5	70.2	31.8	50.6	56.1	65.6	52.4	38.2	
	合计	1895.9	2185.7	2309.4	2690.6	2329.1	2137.2	1960.3	1683.9	2114.4	2221.3	1850.9	
小嵩草草甸	0~10	1487.2	1675.6	1580.2	2151.2	2144.3	1765.0	2158.6	2186.6	1466.1	1957.8	6698.6	
	10~20	110.9	132.2	120.8	157.2	230.7	221.9	213.1	213.2	170.0	299.5	323.0	
	20~40	56.4	66.8	56.9	97.2	88.6	67.9	125.1	125.2	101.6	89.5	64.9	
	合计	1644.5	1874.6	1757.9	2405.6	2463.6	2054.8	2496.8	2525.0	1737.7	2346.8	2086.5	
金露梅灌丛草甸	0~10	1270.8	1300.4	1388.5	1331.7	1270.0	1727.7	2272.9	1914.7	1512.1	1952.1	1082.7	
	10~20	110.9	118.8	121.6	146.8	209.9	216.7	277.8	192.9	216.8	261.4	206.6	
	20~40	82.5	94.2	98.4	97.8	122.2	114.4	207.5	136.2	184.3	158.8	159.8	
	合计	1464.2	1513.4	1608.5	1576.3	1602.1	2108.8	2758.2	2243.8	1913.2	2372.3	1449.0	
正恢复的矮嵩草草甸	0~10	875.6	944.3	949.6	1476.5	1519.3	1347.2	1428.5	1513.3	1259.5	1916.3	1133.2	
	10~20	113.4	123.6	125.0	163.8	105.9	124.0	165.4	158.7	133.8	121.9	161.3	
	20~40	58.6	78.9	113.0	118.7	20.1	73.6	137.1	136.4	75.6	84.6	75.1	
	合计	1047.6	1156.8	1187.6	1759.0	1645.3	1544.8	1731.0	1808.4	1468.9	2122.8	1369.6	

从其年内地下净生产量<sup>[12]</sup>(这里定义为植物生长期最高值与最植物生长初期测定值的差)来看,金露梅灌丛草甸(1 294.0 g/m<sup>2</sup>)>正恢复的矮嵩草草甸(1 075.2 g/m<sup>2</sup>)>小嵩草草甸(852.3 g/m<sup>2</sup>)>矮嵩草草甸(794.6 g/m<sup>2</sup>)。不难理解,金露梅灌丛草甸其金露梅的根茎较粗壮,而且生长深厚,在一定面积内所占的比重也较高,地下净生物量较高。正恢复的矮嵩草草甸由于其杂草类多于小嵩草和矮嵩草草甸,杂草类的植物根茎也是较为粗大且生长较深,繁殖生长也较迅速,从而该类草地的地下净生物量也较高。在矮嵩草和小嵩草草甸类型区域,植物多有禾本科种类,而禾本科类的植物根茎多以毛须根占据大量的比重,植物根茎并不发达,且多分布在土壤表层,扎入地下并不深厚,其地下生物量也就显得较低。

从地下生物量的周转值<sup>[12]</sup>(地下生物量增加量

与最高生物量的比值)来看,正恢复的矮嵩草草甸(0.5065)>金露梅灌丛草甸(0.4691)>小嵩草草甸(0.3460)>矮嵩草草甸(0.2953)。不同植被类型的地下生物量周转值均较温性草原低<sup>[12]</sup>,这与高海拔地带温度较低,环境恶劣等有关。同时与前所述一样,正恢复的矮嵩草草甸和金露梅灌丛草甸由于杂草类居多,并其根茎有较大的含水量,冬季寒冷的环境条件可使金露梅及杂草类根茎冻伤或拉断,待来年生长时被冻伤或拉断的根茎不能复活而死亡,甚至被腐蚀,但随暖季的到来,金露梅及杂草类在生长过程中新的根茎又加速生长,致使二者地下生物量周转值相应较高。联系过去的测定结果比较发现,一般在气候条件好的年景,如温度高,降水丰富等,其地下生物量周转值也较高,当然不同地形部位由于植被类型差异较大,其周转值的差异也较明显。

表 3 不同植被类型下土壤有机质的季节变化

Table 3 Seasonal variation of soil organic content at different vegetational type

植被类型	土层 (cm)	不同季节(日/月)土壤有机质变化(g/kg)					平均
		30/5	30/6	30/7	30/8	30/9	
金露梅灌丛	0~10	12.38	11.96	13.47	16.06	14.03	13.35
	10~20	8.31	7.54	7.24	10.97	9.50	8.71
	20~40	6.83	5.95	5.41	7.52	7.42	6.63
	平均	9.17	8.48	8.71	11.52	10.32	9.56
正恢复矮嵩草草甸	0~10	8.83	8.29	7.80	8.61	9.72	8.65
	10~20	7.55	7.25	7.28	7.18	7.85	7.42
	20~40	4.51	5.02	5.98	5.25	4.82	5.04
	平均	6.96	6.85	7.02	7.01	7.46	7.04
小嵩草草甸	0~10	14.59	13.74	11.65	12.10	11.76	12.77
	10~20	10.81	10.07	8.58	9.37	9.16	9.60
	20~40	8.65	7.20	5.85	6.82	5.58	6.82
	平均	11.35	10.34	8.69	9.43	8.83	9.73
矮嵩草草甸	0~10	12.73	14.48	11.26	15.92	10.63	13.00
	10~20	8.84	8.38	9.25	6.67	5.59	7.75
	20~40	4.72	4.28	5.54	3.79	3.69	4.40
	平均	8.76	9.05	8.68	8.79	6.64	8.38

### 3.2 不同植被类型其土壤有机质的分布及作用

土壤有机质的高低也是影响牧草产量提高和植被类型不同分布的重要因素之一。为此本文也对2002年不同植被类型的土壤有机质分布情况也给予了季节性测定。青藏高原由于植物根系发达,盘

根错节,地下生物量的增长远大于地上生物量。由于低温度的限制,土壤微生物活动并不旺盛,土壤呼吸强度微弱,特别是灌丛草甸及沼泽分布地带,受土壤透气不良和地温较低的共同制约,地下植物残体和死根以半分解及未分解的形式留存与土壤,土壤

有机质及腐殖质大部分聚集在表层和亚表层,这对植物的生长提供了良好的有机肥料,从而对牧草的生长有利。同时在较高的有机质分布区,特别是青藏高原分布区,其有机质是长期在低温环境下所积累发育的,一旦温度略有升高,土壤呼吸强度则明显加大,如不考虑植物生理方面发生变化,可释放大量的 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 等痕量气体,这样可能产生较大的温室效应,造成土壤-植被成为一个“热源”,进而也在气候变化中起到反馈作用,而植被-气候是相互影响的统一体。因此在气候发生变化的同时,土壤有机质的分解加速将对不同类型的植被产生不同的影响,势必影响的植物生产量的不同。相反,植被的变化又反馈于气候,对局地小气候有较大的正负反馈机制的作用,也应予以关注。在测定土壤有机质的季节变化过程发现(表3),4种植被类型(湿地未作测量而未列入)中,0~40 cm整层土壤有机质含量小嵩草草甸(9.73)>金露梅灌丛草甸(9.56)>矮嵩草草甸(8.38)>正恢复的矮嵩草草甸(7.04)。在0~10cm的表层土壤有机质金露梅灌丛草甸(13.35)>矮嵩草草甸(13.00)>小嵩草草甸(12.77)>正恢复的矮嵩草草甸(8.65)。

### 参考文献(References):

- [1] Geier A R. Habitat selection by small mammals of riparian communities: Evaluating effects of habitat alterations. *J. Wildl. Manage.* 1980, 44(1):16~24.
- [2] Zhao Xin-quan, Zhang Yao-sheng, Zhou Xing-min. Theory and practice for sustainable development of animal husbandry on the alpine meadow pasture. *Resources science*, 2000, 22(4): 50~61. [赵新全,张耀生,周兴民. 高寒草地畜牧业可持续发展的理论与实践[J]. 资源科学, 2000, 22(4): 50~61.]
- [3] Wang Qi-ji, Zhou Xing-min, Shen Zhen-xi, et al. Analysis on the structure and diversity of plant community in degraded pasture under control strategies. *Alpine meadow ecosystem*(4), Beijing: Science press, 1995, 269~280. [王启基,周兴民,沈振西,等. 不同调控策略下退化草地植物群落结构及其多样性分析. 高寒草甸生态系统(4). 北京:科学出版社, 1995, 269~280.]
- [4] Liu wei, Wang qi-ji, Wang xi, et al. Ecological process of forming "Black soil type" degraded grassland. *Acta agrestia sinca*, 1999, 7(4): 300~307. [刘伟,王启基,王溪,等. 高寒草甸“黑土型”退化草地的成因及生态过程. 草地学报, 1999, 7(4): 300~307.]
- [5] Li Ying-nian, Zhao Xin-quan, Cao Guang-min, Zhao Liang, Wang Qin-xue. Analysis of climate, vegetational productivity background and Their correlation of Haibei alpine meadow ecosystem research station. *plateau meteorology*, 2003, 22. [李英年,赵新全,曹广民,等. 海北高寒草甸生态系统定位站气候、植被生产力背景的分析[J]. 高原气象, 2003, 22(将发表).]
- [6] Li Ying-nian, Sheng Zhen-xi, Zhou Hua-hun. The cooresponding analysis between soil moisture and main vegetation types of the Mat-cryic cambisols at different topographic position in Haibei area. *Journal of mountain science*, 2002, 19(3): 220~225. [李英年,沈振西,周华坤. 寒冻雏形土不同地形部位土壤湿度及其与主要植被类型的对应关系[J]. 山地学报, 2001, 19(3): 220~225.]
- [7] Wang Qi-ji, Zhou Xing-min, Wang Wen-ying. A preliminary study of species diversity of main plant communities in alpine meadow. *Acta biologica plateau sinica*, Beijing: Science press, 1999, 14: 77~87. [王启基,周兴民,王文颖. 高寒草甸主要植物群落物种多样性的初步研究[Z]. 高原生物学集刊, 1999, 14: 77~87.]
- [8] Li ying-nian. Simulation studies on qynamics of soil water content in alpine meadow area. *Acta agrestia sinca*, 1998, 6(2): 77~83. [李英年. 高寒草甸区土壤水分动态的模拟研究[J]. 草地学报, 1998, 6(2): 77~83.]
- [9] Wang Qi-ji, Zhou Xing-min, Zhang Yan-qing, et al. Community structure and biomass dynamic of the Kobresia Pygmaea steppe meadow. *Acta phytoecologica sinica*, 1995, 19(3): 225~235. [王启基,周兴民,张堰青,等. 高寒小嵩草草原化草甸植物群落结构特征及其生物量[J]. 植物生态学报, 1995, 19(3): 225~235.]
- [10] Li Ying-nian, Shi Shing-bo, Cao Guang-min, et al. The observational studies on characteristics of microclimate in Haibei alpine meadow regions of Qi-Lian mountain. *Plateau meteorology*, 2000, 19(4): 512~519. [李英年,师生波,曹广民,等. 祁连山海北高寒草甸地区微气候特征的观测研究[J]. 高原气象, 2000, 19(4): 512~519.]
- [11] Li Ying-nian. Analysis of the relationship between underground biomass and meteorological factors in alpine meadow and its turnover value. *Agricultural meteorology*, 1998, 19(1): 36~38. [李英年. 高寒草甸植物地下生物量与气象条件的关系及周转值分析[J]. 中国农业气象, 1998, 19(1): 36~38.]
- [12] Chen Zuo-zhong, Huang De-hua. A measurement to underground productivity and turnover value of aneurolepidium chinense and stipa grandis grassland, at the Xilin rive valley, inner Mongolia. *Research on grassland ecosystem*(2), Beijing: Science press, 1988, 132~138. [陈佐忠,黄德华. 内蒙古锡林河流域羊草草原与大针茅草原地下部分生产力和周转值的测定. 草原生态系统(2)[M]. 北京:科学出版社, 1988, 132~138.]

## The Comparison of Community Biomass and Environmental Condition of Five Vegetational Type in Alpine Meadow of Haibei, Qinghai Province

LI Ying-nian<sup>1</sup>, ZHAO Xin-quan<sup>1</sup>, WANG Qin-xue<sup>2</sup>, GU Song<sup>2</sup>, DU Ming-yuan<sup>3</sup>,  
Tomomichi Kato<sup>4</sup>, WANG Qi-lan<sup>1</sup>, and ZHAO Liang<sup>1</sup>

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining 810001 China;

2. National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, 3050053, Japan;

3. National institute of Agro-environmental Sciences, Tsukuba, 3050053, Japan;

4. Doctoral Program in Biological Sciences, University of Tsukuba, 3058577, Japan)

**Abstract:** The pattern of plant specific composition and biomass difference at different vegetational type were analyzed in alpine meadow. The result suggested that the distribution of vegetational type correlated with soil humidity and soil temperature obviously. Soil humidity decreased whereas soil temperature increased corresponding to five different vegetational type which was *Kobresia tibetica* meadow, *Potentilla fruticosa* shrub meadow, *Kobresia humilis* meadow, restoring *Kobresia humilis* meadow and *Kobrea pygmaea* meadow, respectively. The number of plant species showed the pattern like this: *K. humilis* meadow > *P. fruticosa* shrub meadow > *K. pygmaea* meadow > restoring *K. humilis* meadow > *K. tibetica* meadow. The above-ground biomass showed the pattern like this: *K. pygmaea* meadow > *K. humilis* meadow > *P. fruticosa* shrub meadow > *K. tibetica* meadow > restoring *K. humilis* meadow. The below-ground biomass showed the pattern as below: *P. fruticosa* shrub meadow > *K. humilis* meadow > *K. pygmaea* meadow > restoring *K. humilis* meadow, and their turnover value in 1 year showed the pattern like this: *P. fruticosa* shrub meadow > restoring *K. humilis* meadow > *K. pygmaea* meadow > *K. humilis* meadow. In this paper, we measured the content of organic matter in different meadow soil at different seasons. The content of organic matter of soil (0~40 cm) at four vegetational types showed the pattern like this: *K. pygmaea* meadow > *P. fruticosa* shrub meadow > *K. humilis* meadow > restoring *K. humilis* meadow, whereas the content of organic matter of 0~10 cm soil showed the pattern as below: *P. fruticosa* shrub meadow > *K. humilis* meadow > *K. pygmaea* meadow > restoring *K. humilis* meadow.

**Key words:** alpine meadow; vegetational type; biomass; soil temperature; soil humidity