

圣海伦斯火山 *Agrostis dieogensis* 群落 生物量和能量分配及其与环境的关系

杨福国

(中国科学院西北高原生物研究所)

摘要

作者于1984年7—9月在美国圣海伦斯火山的松树河和 Butte 营地对 *Agrostis dieogensis* 为主的植物群落的生物量、能量及其与环境的相互关系进行了研究。

文中较详细地叙述了样地之间在位置、地形、海拔和水热条件的差异,因而引起 *Agrostis dieogensis* 群落在植物生长发育、物候期、演替恢复阶段、生物量及群落所积累的总能量有所不同。

关键词: 生物量; 热值; 能量

物质和能量积累分配规律是生态系统研究中的一个重要课题,学者们在这方面已做了不少研究(D. L. Deangelis, 1980; C. Hickman. James, 1975; F. Pitelka, Louis, 1977)。

圣海伦斯火山(The Volcano of Mt. St. Helens)是美国西海岸著名的活火山,1980年5月18日爆发后,这里的生态环境条件发生了重大变化,植物群落遭受了严重破坏,目前植被正处于恢复演替阶段中。以 *Agrostis dieogensis* 为主的植物群落是火山高山地带分布广而面积大的次生植被,在植被演替中起着重要的作用;它也广布于北美喀斯喀特山地两侧。本文通过对 *Agrostis dieogensis* 群落生物量和能量动态研究,探讨它们与环境条件的关系,目的在于为这一地区植被演替恢复提供理论依据。

一、研究区的自然环境条件

本研究野外工作于1984年7—9月在美国哥伦比亚高原圣海伦斯火山的松树河(Pine Creek)和 Butte 营地进行。松树河位于火山主峰下东南向海拔1600米的山坡上,地势由主峰向山麓倾斜,山坡两侧为沟谷,火山爆发时熔岩及泥石流顺山谷而下。由于它距火山口较近,火山爆发时该地首先受到破坏和影响,地表满布熔岩浮石,原来的植被被掩埋

本文1988年11月18日收到。

或被辐射热烧死（至今火山坡上仍残存着被烧死的枯树）。Butte 营地位于火山主峰西南向,海拔 1 200 米的林间草地,距火山口较远,植被保护尚好。

上述两地均处高山地带,受太平洋西海岸气流影响,形成了夏干冬湿的海洋性气候,气温较低,风大,多云雾,日照不太强烈,生长季短等(表 1, 2)。

表 1 1982, 1983 年 Butte 营地月降水量(毫米)和月平均气温(°C)*

Table 1 Monthly precipitation (mm) and mean monthly temperature (°C) at Butte Camp in 1982 and 1983

月 份 Month	月降水量(毫米) Monthly precipitation (mm)		平均月气温(°C) Mean monthly temp. (°C)	
	1982	1983	1982	1983
7 月 Jul.	131.8	269.6	12.6	9.1
8 月 Aug.	159.4	38.8	12.1	13.1
9 月 Sep.	192.9	101.1	10.0	7.1

* G. Reynolds, 1984: Microclimate and energy balance investigations at Mt. St. Helens.

表 2 1983 年 8 月 8—22 日 Butte 营地和松树河有关气象资料*

Table 2 Some meteorological data at Butte Camp and Pine Creek on August 8—22, 1983

内 容 Content	Butte 营 地 Butte camp	松 树 河 Pine creek
短波辐射 Shortwave radiation [kJ/(m ² ·d)]	17.74	16.45
风速 Wind speed (m/s)	1.16	2.08
高度/深度 Hight/depth (°C)		
25 厘米 25cm	11.9	11.4
5 厘米 5cm	12.1	15.8
地表 Surface	15.7	17.0
-5 厘米 -5cm	16.0	16.7
-10 厘米 -10cm	16.9	16.6
-25 厘米 -25cm	16.5	16.1

* 同表 1。

二、研究样地和方法

在松树河海拔 1 600 米山脊上,选择以 *Agrostis diegensis* 为优势的植物群落分布地段,分别在山脊阳面、山脊及山脊阴面低洼处设置了面积相同的 PC-A, PC-B, PC-C 3 个样地(为松树河 A, B, C 样地),每一样地面积为 12 × 5 米²,再将样地划分成 2 × 2 米²的 12 个样方,为避免边际效应和调查时的影响,在样地中间留 1 米宽的缓冲地带,将两侧样方隔开。在 Butte 营地设置了面积相同的 BC-A 样地。4 块研究样地的生境条件见表 3。

从雪融返青起,调查了不同样地上植物群落组成和结构特征,生长状况,并观察记载了 *Agrostis diegensis* 植物的物候期。用随机取样法确定测定生物量的样地,在测定

表3 4个不同调查样地生境特征

Table 3 General habitat characteristic at four different research stands

样地 Stands	PC-A	PC-B	PC-C	BC-A
位置 Location	东南坡最上部 Upper SE slope	东南坡最上部 Upper SE slope	东南坡最上部 Upper SE slope	西南坡低台地 Lower SW terrace
地形 Topography	山脊阳面 Slope on ridge	山脊 On ridge	山脊阴面 N slope on ridge	林缘干草地 Drier grassland along forest
海拔(米) Elevation (m)	1570m asl.	1590m asl.	1560m asl.	1250m asl.
地表特征 Character of surface	熔岩浮石厚6—7厘米,少数裸岩 Lava and pumice depth 6—7 cm, a few outcrop	熔岩浮石厚5—7厘米,大裸岩,小冲沟 Lava and pumice 5—7cm, with big outcrop, and gullies	熔岩浮石山浅而带有裸岩 Lava and pumice are shallow with outcrop	熔岩浮石厚3—5厘米 Lava and pumice depth 3—5cm
水分条件 Water condition	干旱 Dry	较干旱 Drier	干旱 Dry	较干旱 Drier
植被 Vegetation	多年生草本带有少数枯萎树木 Perennial herbaceous with a few withered trees	多年生草本带有少数枯萎树木 Perennial herbaceous with a few withered trees	多年生草本带有少数枯萎树木 Perennial herbaceous with a few withered trees	被森林所包围 Surrounded with forest

前,记载样方内每丛植物的高度、丛幅,用收割法测定地上、地下生物量,并挖取不同土层内的根系,用肉眼法将死、活根分开,分别计算其生物量。将测定后的材料暂放在低温箱中,带回室内清洗后,将地上部分样品分成茎、叶、花果和立枯物,然后烘至恒重。在测定地下生物量同时,取土样以测定土壤含水率。在松树河,用 Scholander 压力室计(Scholander pressure chamber)测定了3个样地上 *Agrostis diegensis* 植物的水势(water potential)。用 Parr 氧弹热量计(Parr oxygen bomb calorimeter)测定了在不同样地、不同时期的植物热值含量。因交通不便,9月19日没有去 Butte 营地,故文中缺这一时期的资料。

三、结果和分析

(一) 植物群落特征

以 *Agrostis diegensis* 为主的植物群落在圣海伦斯火山的松树河和 Butte 营地,主要分布在海拔 1 200—1 600 (1 700) 米的干旱山脊、山坡或林缘台地上。由于火山爆发,地表覆盖了一层 6—7 厘米的灰白色、质地较轻带孔隙的火山浮石砂砾,地表也常有裸露的火山熔岩。以 *Agrostis diegensis* 为主的植物群落被火山浮石,砂砾掩埋后,依靠地表的短根茎长出新枝,然后发育成新的植株,植被正处于恢复演替阶段中,覆盖度多为 20—30%,在局部地段盖度可达 50—60%,群落外貌多呈不规则的丛状散生,丛径大小不一。群落中的植株密度、高度、丛径幅、分蘖茎、花茎、叶面积等随群落所处的小环境而变化(表 4)。

从表 4 可以看出:在松树河山脊的 PC-B 样地上, *Agrostis diegensis* 植物生长较好,植株较高,丛幅较大,但较稀疏,植株多生长在地表小冲沟两侧,因水冲走了地表的浮石层而有利于植物生长;阳坡的 PC-A 样地雪融较早,植物返青早,光照较强,水分条件较差,植物的高度、丛幅较 PC-B 样地稍差;PC-C 样地位于阴坡低洼处,雪融较迟,植物返青晚,加之雪融水流冲走了浮石沙土,地表多石砾,植物生长较差,种子往往不能成熟。在 BC-A 样地上 *Agrostis diegensis* 植株较密,分布均匀,这与它距火山口较远,有林地保护有关;但雪融迟,植物返青晚,加之土壤含砂砾多,含水量低,植物生长较差。

(二) 植物物候

在不同生境条件下 *Agrostis diegensis* 植物的物候期见表 5。

表 5 表明: *Agrostis diegensis* 植物的返青期随生境变化,返青期直接与雪融时间有关,它是一种多年生禾草植物,在先一年已形成叶芽,一旦积雪融化,立即返青生长。PC-A 和 PC-B 样地雪融较早,约在 6 月中即萌发生长;7 月中植株进入初花期,8 月上中旬(8 月 15—20 日)大部分植株进入盛花期,盛花期 5—7 天;9 月中上旬种子乳熟,9 月下旬种子成熟,开始枯黄,整个生长期 110—120 天。

PC-C 和 BC-A 样地,由于地形影响,积雪时间较长,植株萌发较上 2 样地迟 1 月,但萌发后生长发育较快,初花期迟 20 余天,9 月下旬种子成熟而枯黄,生长期 90—100 天。

表4 不同样地 (2×2米²) *Agrostis diegenis* 植物群落特征

Table 4 The plants communities characteristics of *Agrostis diegenis* in different plots (2 × 2m²)

群落特征 Communities characteristics	PC-A	PC-B	PC-C	BC-A
盖度 Cover (%)	20	20—25	15	50—60
群集度 Sociability	丛状散生 Clump and scattered	丛状散生 Clump and scattered	丛状散生 Clump and scattered	丛状均匀分布 Clump and well distributed
生活力 Vitality	高 High	中 Medium	低 Low	中 Medium
密度(数/米 ²) Density (No/m ²)	9	6	10	—
高度(厘米) Height (cm)	30.8—37.9	36.8—46.5	26.7—30.4	—
丛幅直径(厘米 ²) Diameter of crown (cm ²)	40×23—48×50	50×50—70×80	25×20—50×48	—
分蘖枝/茎 Tillers/stalk	44.6:15.6	164.8:34	7.4:45.0	—
花茎叶数 Leaf number of flowering stalk	(3)4	(3)4	4(5)	—
叶面积(厘米 ²) Leaf area (cm ²)	6.3×0.3	10.5×0.4	5.0×0.3	—
幼苗数 Seedling number	4	4	0	—
主要伴生种 Main companion	<i>Polygonum newbryi</i> , <i>Luetkea pectinate</i>	<i>Aster</i> sp., <i>Castilleja miniata</i>	<i>Polygonum newbryi</i> , <i>Eriogonum pyrolaeifolium</i>	<i>Stipa occidentalis</i> , <i>Spraguea umbellata</i>

表5 不同样地 *Agrostis diegensis* 的物候期 (日/月)Table 5 Phenological stages of *Agrostis diegensis* in different plots (Day/Month)

物候期 Phenological stages	萌发期 Sprout	营养期 Vegetative	初花期 Preflo- wering	花盛期 Anthesis	花谢期 Post-flo- wering	乳熟期 Prema- turity	成熟期 Maturity	枯黄期 Senesce- nce
PC-A	6月中 Mid-Jun.	10—15/7	15—20/7	15—20/7	20/8	9月初 Early Sep.	19/9	20/9
PC-B	6月初 Early Jun.	5—15/7	12/7	10—15/8	20/8	9月初 Early Sep.	15/9	20/9
PC-C	10—15/7	15—20/7	10/8	30/8—1/9	10/9	10—19/9	20—30/9	20/9
BC-A	10—15/7	15—30/7	10—19/8	—	—	—	—	—

(三) 生物量

*Agrostis diegensis*群落在不同时间植物各部分的生物量及它们所占的百分率见表6。

1. 地下根系生物量

地下根系生物量在 PC-A 和 PC-B 样地上出现了增加的趋势；在 PC-C 和 BC-A 样地上则呈现出高一低一高的趋势，在枯黄前达到峰值。据青海海北高寒矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 草甸的研究 (杨福囤等, 1985)，后一种情况较符合实际情况，返青时地上器官的建造主要依靠根系所贮存的有机物，使根系生物量下降；枯黄时地上营养物质运转地下而贮存，使它们生物量再次增高，前一种情况的出现，因其返青较早，而我们没有测定这一时期的生物量。

Agrostis diegensis 为一浅根茎禾草，大部分根系集中在 0—10 厘米深的土层中 (表 7)，这与表层土壤温度较高，便于根系生长和繁殖有关。

根系生物量是死活根的总量，1984 年 7 月 14 日，测定了不同样地上死、活根量及其百分率 (表 8)，死根量随生境而变化，其中 PC-C 样地死根量最高，可能与长期处于冰雪层下通气不良有关；其次为 PC-A 样地，因它向阳，土壤含水量较低，土温较高有关；而 PC-B 和 BC-A 样地二者相似。

2. 地上生物量

地上生物量随植物的生长发育而逐渐增加，在枯黄时生物量达到峰值。松树河的 PC-A, PC-B, PC-C 样地上，枯黄时茎的生物量分别为 10.78, 17.04, 6.66 克/米²，以 PC-B 样地最高，它们分别占总生物量的 15, 14.5 和 13.8%。上述 3 样地叶的生物量分别为 10.5, 15.78 和 3.52 克/米²，仍以 PC-B 样地最高；它们所占总生物量的比例分别为 15.2, 13.4 和 7.33%，叶的比例较高，有利于植物进行光合作用。

花序、果实生物量变化较大，与它们所处的环境条件及物候期有关。

3. 立枯物

立枯物是植物枯黄后仍直立在地上的茎秆，它的存在有利于保护幼芽越冬。在 PC-A 和 PC-B 样地上，它们的生物量在返青期较低，随着植物的生长发育而逐渐增加，枯黄时达到峰值；PC-C 和 BC-A 样地，立枯物在返青期较高，可能与积雪时间较长，有利于立枯物的保存，枯黄生物量再次增加。

4. 总生物量

植物各部分生物量之和是总生物量。8 月 19 日，以 BC-A 样地最高，为 185.4 克/

表6 不同样地 *Agrostis diegensis* 的生物量(克/米²)和它的百分率(%)
Table 6 The biomass (g/m²) and its percentage of *Agrostis diegensis* in different stands.

时间 Date	植物部位 Plants parts	PC-A		PC-B		PC-C		BC-A	
		生物量 Biomass	(%)	生物量 Biomass	(%)	生物量 Biomass	(%)	生物量 Biomass	(%)
1984,7,13	根 Roots	17.06	59.48	43.66	66.90	6.78	68.35	87.84	67.45
	茎叶 Stems Leaves	6.12	21.34	11.40	17.47	0.32	3.23	11.36	8.72
	立枯物 Standing dead	5.5	19.18	10.20	15.63	2.82	28.42	31.04	23.83
	总计 Total	28.68	100.0	56.26	100.0	9.92	100.00	130.24	100.0
1984,8,19	根 Roots	17.88	44.86	51.42	48.26	3.86	41.15	107.36	57.90
	茎 Stems	6.34	15.90	16.04	15.06	2.10	22.39	12.32	6.64
	叶 Leaves	6.02	15.10	21.92	20.58	1.80	19.19	20.80	11.22
	花 Flora	1.40	3.51	4.52	4.24	0.86	9.17	2.08	1.12
	立枯物 Standing dead	8.22	20.62	12.64	11.86	0.76	8.10	42.88	23.12
	总计 Total	39.86	100.0	106.54	100.0	9.38	100.0	185.44	100.0
1984,9,19	根 Roots	43.50	54.76	67.88	57.91	28.26	58.85	—	—
	茎 Stems	10.78	13.57	17.04	14.54	6.66	13.87	—	—
	叶 Leaves	10.56	13.29	15.78	13.46	3.52	7.33	—	—
	花 Flora	1.58	1.99	2.64	2.25	2.20	4.58	—	—
	立枯物 Standing dead	13.02	16.39	13.88	11.84	7.38	15.37	—	—
	总计 Total	79.44	100.0	117.22	100.0	48.02	100.0	—	—

表7 不同土壤深度 *Agrostis diegensis* 根系生物量比率

Table 7 The biomass ratio of *Agrostis diegensis* roots in different depth of soil

样地 Stands	PC-A			PC-B			PC-C			BC-A		
	0-5	5-10	10-15	0-5	5-10	10-15	0-5	5-10	10-15	0-5	5-10	10-15
深度(厘米) Depth (cm)												
比率 Ratio (%)	88.70	8.47	2.83	86.34	9.02	4.64	66.30	28.26	5.44	63.19	26.43	10.38

表8 不同土壤深度 *Agrostis diegensis* 活根和死根及比率

Table 8 The roots biomass and ratio of both live and dead of *Agrostis diegensis* in different depth of soil

样地 Stands	活根(克/米 ²) Live roots (g/m ²)	死根(克/米 ²) Dead roots (g/m ²)	根系总生物量(克/米 ²) Gross biomass of roots (g/m ²)	活死根比率(%) Ratio of live and dead roots (%)
PC-A	8.53	2.25	10.78	79.13:20.87
PC-B	21.83	4.61	26.44	82.56:17.44
PC-C	3.39	1.16	4.55	74.51:25.49
BC-A	87.84	18.88	106.72	82.30:17.70

米²,其次是 PC-B, PC-A, PC-C 它们分别为 106.54, 39.86, 9.38 克/米²。9月19日枯黄时, PC-A, PC-B, PC-C 3样地总生物量为 79.44, 117.22, 48.02 克/米²。总生物量的高低,与火山爆发后植物遭受破坏的程度、群落的种群结构、组成等特征有关,正如我们在植物群落特征中所叙述的原因。

(四) 植物组织热值

研究 *Agrostis diegensis* 各样地不同时间不同植物组织的热值(表9), 目的在于了解它的能量动态变化。

在不同生境条件下, *Agrostis diegensis* 根系的去灰分热值各不相同, 这与它们所处的生长发育期有关;除 PC-C 样地外, 去灰分热值呈现出高一低一高趋向, 热值变化原因正如我们在根系生物量变化中所叙述的原因。

Agrostis diegensis 茎的热值含量在返青期较高, 生长旺盛期较低, 枯黄时再次升高。返青期植物要开始生长, 幼茎营养物质较多; 生长旺盛期, 植物活力高, 消耗的营养物质也较多; 枯黄时, 除根外, 茎也贮存了部分营养物质。

Agrostis diegensis 叶的热值含量在整个生长季变化不大, 说明它是光合器官, 而不是贮存器官。

随着花的发育, 种子的成熟, 繁殖器官的热值明显增加, 因为种子含有较多的有机物质。

立枯物热值随生境而变化, 总的趋向是: 返青期较高, 生长旺盛期低, 枯黄时又有所增加, 这同立枯物保存的时间长短有关, 时间长, 物质损失多, 热值下降; 枯黄时, 新的立枯物使热值再次增加。

Agrostis diegensis 植物不同部位的平均热值含量, 地上部分高于地下部分, 在地上

表9 不同样地 *Agrostis diegenis* 各部位热值和灰分含量

Table 9 The caloric values and ash content of plant parts of *Agrostis diegenis* in different stands

植物部位 Plant parts	时 间 Date	PC-A		PC-B		PC-C		BC-A	
		去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	灰分 (%) Ash(%)	去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	灰分 (%) Ash(%)	去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	灰分 (%) Ash(%)	去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	灰分 (%) Ash(%)
根 Roots	7.13	4 699.51	11.8	4 258.77	24.64	4 262.20	20.38	4 657.77	24.17
	8.19	4 544.64	16.77	4 185.63	23.03	4 529.67	23.98	4 362.78	14.35
	9.19	4 570.09	15.17	4 549.63	16.98	4 557.91	17.93	—	—
	平均 Average	4 604.75	14.58	4 331.34	14.55	4 449.93	20.76	4 510.28	19.26
茎 Stems	7.13	4 570.29	8.58	4 608.54	11.38	4 761.11	13.20	4 775.16	10.93
	8.19	4 304.20	3.44	4 315.70	5.15	4 362.18	3.32	3 948.83	3.18
	9.19	4 370.29	4.35	4 713.79	5.31	4 832.13	4.10	—	—
	平均 Average	4 414.93	5.46	4 546.01	7.28	4 651.80	6.87	4 361.99	7.06
叶 Leaves	7.13	4 570.29	8.58	4 608.54	11.38	4 761.11	13.20	4 775.16	10.93
	8.19	4 538.98	10.41	4 566.13	8.59	4 726.75	10.24	4 535.30	6.60
	9.19	4 699.64	9.43	4 797.43	9.00	4 743.58	9.07	—	—
	平均 Average	4 602.97	9.47	4 657.37	9.66	4 743.81	10.84	4 655.23	8.77
花 Flora	8.19	4 617.48	13.47	4 770.09	11.78	—	—	—	—
	9.19	4 759.50	11.48	4 5206.16	11.91	4 403.36	5.81	—	—
	平均 Average	4 688.49	12.48	4 988.13	11.85	4 403.36	5.81	—	—
立枯物 Standing dead	7.13	4 514.27	18.53	4 663.04	15.62	4 903.46	16.40	4 514.88	16.19
	8.19	4 283.13	11.39	4 182.27	22.05	4 846.96	18.43	4 283.14	17.39
	9.19	4 138.81	6.66	4 552.93	16.74	4 343.09	14.08	—	—
	平均 Average	4 312.07	12.19	4 466.08	18.14	4 706.84	16.30	4 399.01	16.79

1 卡=1cal = 4.1868J

表 10 不同样地 *Agrostis dioegensis* 植物组织所贮存的能量(千卡/米²)

Table 10 The store energy (kcal/m²) in plant tissues of *Agrostis dioegensis* in different stands

时 间 Date	植物部位 Plant parts	PC-A			PC-B		
		生物量(克/米 ²) Biomass (g/m ²)	去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	贮存的能量 (千卡/米 ²) Store energy (kcal/m ²)	生物量(克/米 ²) Biomass (g/m ²)	去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	贮存的能量 (千卡/米 ²) Store energy (kcal/m ²)
1984,7,13	根 Roots	17.06	4 699.51	80.17	43.66	4 258.77	185.938
	茎 Stems	6.12	4 570.29	79.97	11.40	4 608.54	52.537
	立枯物 Standing dead	5.50	4 514.27	24.83	10.20	4 622.57	47.150
	总计 Total	28.68		184.97	65.26		285.625
1984,8,19	根 Roots	17.88	4 544.64	81.258	51.42	4 185.63	215.225
	茎 Stems	6.34	4 304.20	27.289	16.04	4 315.70	69.224
	叶 Leaves	6.02	4 538.98	27.324	21.92	4 566.13	100.089
	花 Flora	1.40	4 617.48	6.464	4.56	4 770.09	21.752
	立枯物 Standing dead	8.22	4 283.13	35.207	12.64	4 182.27	52.864
	总计 Total	39.86		177.542	106.58		459.154
1984,9,19	根 Roots	43.50	4 570.09	198.799	67.88	4 549.63	308.828
	茎 Stems	10.78	4 370.29	47.111	17.04	4 713.79	80.323
	叶 Leaves	10.56	4 699.64	49.628	15.78	4 797.43	75.703
	花 Flora	1.58	4 759.50	7.520	2.64	5 206.16	13.744
	立枯物 Standing dead	13.02	4 138.81	53.887	13.88	4 552.93	63.195
	总计 Total	79.44		356.945	117.22		541.793

续表 10 Table 10 (continued)

时 间 Date	植物部位 Plant parts		PC-C			BC-A		
			生物量(克/米 ²) Biomass (g/m ²)	去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	贮存的能量 (千卡/米 ²) Store energy (kcal/g)	生物量(克/米 ²) Biomass (g/m ²)	去灰分热值 (卡/克) Ash-free (cal/g)	贮存的能量 (千卡/米 ²) Store energy (kcal/g)
1984,7,13	根	Roots	6.78	4 262.20	28.898	87.84	4 656.77	409.051
	茎	Stems	0.32	4 761.11	1.524	11.36	4 775.16	54.246
	立枯物	Standing dead	2.82	4 930.46	13.904	31.04	4 514.88	140.142
	总计	Total	9.92		44.326	130.24		603.439
1984,8,19	根	Roots	3.86	4 529.67	17.485	107.36	4 362.78	468.388
	茎	Stems	2.1	4 362.18	9.161	12.32	4 535.30	55.875
	叶	Leaves	1.8	4 726.75	8.508	20.80	3 948.82	82.135
	立枯物	Standing dead	0.7	5 080.86	3.557	42.88	4 246.56	182.092
	花	Flora	0.8	/	/	2.08	4 283.14	8.909
	总计	Total	9.26		38.711	185.44		797.399
1984,9,19	根	Roots	28.26	4 557.91	128.807			
	茎	Stems	6.66	4 453.34	29.659			
	叶	Leaves	3.52	4 743.58	16.697			
	花	Flora	2.20	4 403.36	9.687			
	立枯物	Standing dead	7.38	4 343.09	32.052			
	总计	Total	48.02		216.902			

部分中,尤以繁殖器官(花、种子)的热值高于营养器官(叶、茎)。立枯物的热值含量与物质分解程度有关。

(五) 植物组织的能量积累动态

植物组织能量积累动态过程,实质上是植物同化环境将太阳能转化为化学能的过程。它取决于生物量的多少和植物组织中所含的热值,这二者的乘积,则为植物所积累的能量(表 10)。

表10表明:随着 *Agrostis diegensis* 植物的生长发育,生物量逐渐增加,它所积累的能量也逐渐增加;枯黄时积累的总能量达到峰值。在松树河,PC-B 样地积累的总能量最多(541.793 千卡/米²),其次为 PC-A 样地(315.557 千卡/米²),以 PC-C 样地最低(216.902 千卡/米²)。而 BC-A 样地 8 月 19 日所积累的总能量(797.399 千卡/米²)超过松树河任一样地。植物群落积累能量的数量,是它对环境条件同化能力的反映,同群落所处的恢复演替阶段密切相关。

(六) 土壤水分含量和植物水势

对植物生长发育及物质和能量积累来讲,土壤水分条件无疑是一十分重要的生态因子。*Agrostis diegensis* 是一种浅根型的禾草植物,表层土壤水分含量(表 11)对它的生长发育有很大影响。

表 11 不同样地土壤水分含量(%)
Table 11 The soil water content (%) in different stands

样地 Stand	PC-A			PC-B			PC-C			BC-A		
深度(厘米) Depth(cm)	0-5	5-10	10-15	0-5	5-10	10-15	0-5	5-10	10-15	0-5	5-10	10-15
1984,8,19	1.00	1.80	2.02	3.13	3.15	4.40	0.50	0.80	0.83	0.30	0.61	0.57

表 12 不同样地 *Agrostis diegensis* (没开花分蘖枝)叶的水势
Table 12 The leaf water potential (ψ) of *Agrostis diegensis* (non-flowering tillers) in different stands

样地 Stands	PC-A			PC-B			PC-C		
	12.0p.m	2.0p.m	5.0p.m	12.0p.m	2.0p.m	5.0p.m	12.0p.m	2.0p.m	5.0p.m
水势(巴) ψ (bar)	-29.0	-29.5	-26.5	-26.3	-25.0	-25.0	-32.3	-31.3	-24.0

表 11 表明:各样地土壤水分含量随土壤深度的增加而增加,在不同生境条件下,土壤含水量不同。根系主要分布的 0—5 厘米土壤含水量,以 PC-B 样地最高(3.13%),其次为 PC-A 样地(1.00%),PC-C 样地(0.50%),以 BC-A 样地最低(0.30%),在长期无雨持续干旱的夏季生长季节内,对植物的生长有重要的影响;另一方面也说明了 PC-B 样地植物生长较好,生物量较高的原因。

为了探讨植物同土壤水分含量的关系,还测定了松树河3样地上 *Agrostis diegensis* 植物叶子的水势 (water potential) (表12)。

表12说明,随着白昼时间的进程,阳光照射强度不同,土壤温度、土壤水分而产生周期性变化;植物为适应这些生态因子的变化,植物的水势也产生了相应的变化,植物的水势在中午12:00时最低,在14:00点以后逐渐升高。表12还说明,植物水势的高低与土壤含水量密切相关,表11土壤含水量以PC-B样地较高,植物水势也相应较高;而PC-C样地含水量较低,植物水势也较低。因此土壤含水量影响到植物水势,也影响到植物的生长情况。从植物水势来讲, *Agrostis diegensis* 是一种抗旱性较强的植物。

参 考 文 献

- 杨福国、陆国泉、史顺海,1985,高寒矮嵩草甸结构特征及其生产量,高原生物学集刊,(4): 49—56。
Deangelis, D. L., 1980, Energy flow, nutrient cycling and ecosystem resilience, *Ecology*, 61(4), PP 764—771.
Hitchcock, C. L. & A. Cronquist, 1978, Flora of the Pacific Northwest, 617.
James, C. Hickman, 1975, Dry weight indicates energy allocation in ecological strategy analysis of plant. *Oecologia*, 21, 117—125.
Louis, F. Pitelka., 1977, Energy allocation in annual and perennial Lupines (Lupinus, Leguminosae), *Ecology*, 58: 1055—1065.

THE BIOMASS AND ENERGY ALLOCATION OF *AGROSTIS DIEGENSIS* AND THEIR RELATION TO ENVIRONMENT ON MT. ST. HELENS, U.S.A.

Yang Futun

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining)

The biomass and energy allocation of *Agrostis diegensis* and their relation to environment were investigated at Pine Creek and Butte Camp on Mt. St. Helens, USA, from July to September in 1984, providing scientific basis for the recovery and reconstruction of ecosystem after volcano eruption.

Being farther from crater and surrounded by forest, the vegetation of Butte Camp was much better than that of Pine Creek. The *Agrostis diegensis* at Butte Camp grew well and was well distributed. Its biomass of aboveground was higher than at Pine Creek. The biomass of stands A, B, and C at Pine Creek were 79.4, 117.2, 48.0 g/m² respectively. The energy accumulation of plants showed: the energy of aboveground parts (stems, leaves, inflorescence, seeds) were higher than that of roots. The seasonal trend of energy content of roots were high-low-high. It was close related to phenological phase. The roots stored organic matter for starting growth. Plants consumed organic matter to construct organs as leaves and stems. As a result, the energy decreased. The tissue of aboveground produced organic matter to transfer to roots system store. Energy content increased before senescence. Energy of stems were high-low-high, and that of leaves changed little, showing they were organs of producing and transferring, not storage tissue. At maturity, the inflorescence energy increased with seeds which stored more organic matter. The gross energy of community depended on both biomass and en-

energy content. The energy of stand BC-A was 797.399 Kcal/m² on 19th August, and stand PC-B 541.793kcal/m² on 19th September. As showed above: both biomass and energy of *Agrostis diegensis* are related to environmental condition and structure of community as well as stage of succession and recovery.

Key words: *Agrostis diegensis*; Biomass; Caloric values; Energy

英文摘要

Agrostis diegensis, 1982, 新加坡植物园及其生态学研究, (1): 49-56.
 DeAngelis D. L. 1980. Energy flow, nutrient cycling and ecosystem resistance. Ecology, 61(A): 764-771.
 Hitchcock, C. I. & A. Cronquist. 1973. Flora of the Pacific Northwest. 617.
 James, C. Hickman. 1975. Dry weight indicates energy allocation in ecological strategy analysis of plant. Ecology, 51, 147-157.
 Louis, F. Pielou. 1977. Energy allocation in animal and petrophil. (Lupinus) (Lupinus). Ecology, 58: 1075-1082.

THE BIOMASS AND ENERGY ALLOCATION OF AGROSTIS DIEGENSIS AND THEIR RELATION TO ENVIRONMENT ON MT. ST. HELENS, U.S.A.

Yang Ruon

(Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Xining)

The biomass and energy allocation of *Agrostis diegensis* and their relation to environment were investigated at Pine Creek and Bute Camp on Mt. St. Helens, U.S.A. from July to September in 1984, providing scientific basis for the recovery and reconstruction of ecosystem after volcano eruption.

Being farther from crater and surrounded by forest, the vegetation of Bute Camp was much better than that of Pine Creek. The *Agrostis diegensis* at Bute Camp grew well and was well distributed. Its biomass of aboveground was higher than at Pine Creek. The biomass of stands A, B, and C at Pine Creek were 79.4, 117.5, 48.0 g/m² respectively. The energy accumulation of plants showed: the energy of aboveground parts (stem, leaves, inflorescence, etc.) were higher than that of roots. The seasonal trend of energy content of roots were high-low-high. It was close related to phenological phase. The roots stored organic matter for starve growth. Plants consumed organic matter to construct organs as leaves and stems. As a result, the energy decreased. The tissue of aboveground produced organic matter to transfer to roots system store. Energy content increased before senescence. Energy of stems were high-low-high, and that of leaves changed little, showing they were organs of producing and transferring not storage tissue. As a result, the inflorescence energy increased with seeds which depended on more organic matter. The gross energy of community depended on both biomass and energy