

高寒草甸氮素代谢微生物数量及活性的季节性动态

杨涛 李家藻 朱桂如
程双宁 李玉英 叶启智

(中国科学院西北高原生物研究所)

青藏高原是我国主要的牧区之一,而高寒草甸又是该地区的主要天然草场,为了合理利用草原,提高草地生产力,给高寒草甸生态系统的综合研究提供资料,作者等人于1983年6—10月,在海拔高寒草甸生态系统定位站(以下简称定位站),对5种不同植被土壤的氮素代谢微生物的数量及活性的季节性动态进行了研究。

一、方 法

样品采集:

1983年6—10月,在定位站采集土壤样品,样地分别为:矮嵩草草甸(*Kobresia humilis* meadow),金露梅灌丛(*Potentilla fruticosa* shrub),垂穗披碱草草甸(*Elymus nutans* meadow),杂类草草甸(*Forbs* meadow), (人工种植的垂穗披碱草退化后为杂类草所代替)和沼泽草甸(*Swamp* meadow). 采样深度为0—10厘米,每个样地3点取样混合为一,同时测定土壤水分。

氮素代谢微生物类群的计数:

- (1) 氨化细菌的计数. 采用营养琼脂平板法,接种 10^{-4} 土壤稀释液,26℃培养3天后取出计数。
- (2) 硝化细菌的计数,采用稀释法(铃木達彦等,1979)。
- (3) 反硝化菌计数采用 Giltay 培养基,用稀释法计数(铃木達彦等,1979)。
- (4) 嫌气性自生固氮菌的计数,采用依姆彩夫(Емцев, 1962)半固体培养基,用稀释法进行计数。

氮素代谢微生物生化活性的测定:

- (1) 氨化作用活性的测定采用波爽氏培养基(J. 波爽,1959)。奈氏试剂显色用 Unicam SP 600 型分光光度计在490毫微米波长下进行比色测定。

(2) 硝化作用活性的测定,用测定硝化作用强度的培养基(铃木達彦等,1979),用酚二磺酸显色,于上述分光光度计在 420 毫微米波长下进行比色测定。

(3) 固氮作用活性的测定,采用维诺格拉德斯基无氮培养基,按比色法进行测定。

氮素代谢微生物的计数及生化活性的测定方法,培养基的制备,试剂的配制以及分析操作的详细步骤,依据李家藻等(1984)所述之法。

二、结果和讨论

1. 高寒草甸 5 种植被土壤的氮素代谢微生物数量的季节性动态

(1) 氨化细菌数量(表 1、图 1): 矮嵩草草甸的菌数高峰出现在 8 月份,10 月较低;金露梅灌丛的菌数高峰出现在 6 月份,10 月较低;垂穗披碱草草甸的菌数高峰出现在 7 月份,10 月较低;杂类草草甸的菌数高峰出现在 8 月份,6 月较低;沼泽草甸的菌数是以 7 月份为高峰期,10 月为低峰期。

(2) 硝化细菌数量(表 2): 矮嵩草草甸的菌数以 8 月份为高峰,10 月较低;金露梅灌丛的菌数以 7 月为高峰,10 月较低;垂穗披碱草草甸的菌数以 7 月为高峰,10 月较低;杂

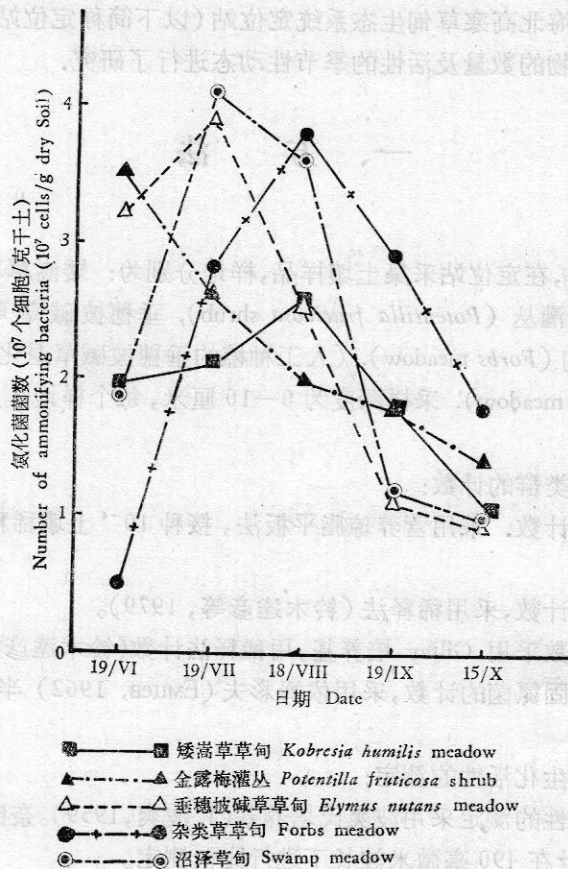


图 1 5 种植被土壤中氨化菌数量的季节性变化

Fig. 1 Seasonal changes in number of ammonifying bacteria in the soil of five vegetation plots

表 1 1983 年 6—10 月 5 种植被类型土壤的氨化菌数量 (10^7 个细胞/克干土)

Table 1 Number of ammonifying bacteria (10^7 cells/g dry soil) in the soils under five vegetation types from June to October in 1983

植被类型 Vegetation Types	6月19日 June 19	7月19日 July 19	8月18日 Aug. 18	9月19日 Sept. 19	10月15日 Oct. 15
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	1.9930	2.0648	2.5906	1.8311	1.1429
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	3.4956	2.5985	1.9627	1.7914	1.4487
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	3.2396	3.5832	2.6305	1.0969	0.9150
杂类草草甸 Forbs meadow	0.4654	2.8379	3.8100	2.9422	1.8368
沼泽草甸 Swamp meadow	1.8907	4.0748	3.6089	1.1712	1.0745

表 2 1983 年 6—10 月 5 种植被类型土壤的硝化菌数量 (10^3 个细胞/克干土)

Table 2 Number of nitrifying bacteria (10^3 cells/g dry soil) in the soils under five vegetation types from June to October in 1983

植被类型 Vegetation Types	6月19日 June 19	7月19日 July 19	8月18日 Aug. 18	9月19日 Sept. 19	10月15日 Oct. 15
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	3.3803	5.3400	6.2231	2.8912	1.9935
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	28.6860	35.2200	4.0220	1.0077	0.4643
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	62.4600	63.3150	6.6006	2.8126	2.6406
杂类草草甸 Forbs meadow	1.3238	14.9600	6.1673	3.5137	1.9587
沼泽草甸 Swamp meadow	0.0000	0.0000	0.1453	0.0000	0.0000

表 3 1983 年 6—10 月 5 种植被类型土壤的反硝化菌数 (10^7 个细胞/克干土)

Table 3 Number of denitrifying bacteria (10^7 cells/g dry soil) in the soils under five vegetation types from June to October in 1983

植被类型 Vegetation Types	6月19日 June 19	7月19日 July 19	8月18日 Aug. 18	9月19日 Sept. 19	10月15日 Oct. 15
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	4.0563	—	6.2231	0.2024	1.9935
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	—	3.5220	0.0241	0.2463	13.9297
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	152.68	—	2.2002	0.0633	0.5914
杂类草草甸 Forbs meadow	0.0290	0.0612	2.7410	0.0155	3.9174
沼泽草甸 Swamp meadow	0.3757	0.5659	16.3489	2.8035	6.3204

类草甸的菌数以7月份为高峰,6月较低;沼泽草甸的菌数除8月份为 0.1453×10^3 个细胞/克干土外,其他月份均未发现有硝化细菌。

(3) 反硝化菌数量(表3): 矮嵩草草甸菌数高峰期是在8月,9月较低(7月未测); 金露梅灌丛的菌数高峰期是在10月,8月较低(6月未测); 垂穗披碱草草甸的菌数高峰期是在6月,9月较低(7月未测); 杂类草草甸的菌数高峰期是在10月,9月较低; 沼泽草甸的菌数高峰期是在8月,6月较低。

(4) 嫌气性自生固氮菌数量(表4): 矮嵩草草甸的菌数高峰出现在7月份; 金露梅灌丛的菌数高峰出现在9月份; 垂穗披碱草草甸的菌数高峰出现在6月份; 杂类草草甸的菌数高峰出现在7月份; 沼泽草甸的菌数高峰出现在7月份。

从以上5种植被土壤的4种氮素代谢微生物从6—10月的数量动态来看,均有明显的季节性变化。数量出现的高峰期(除杂类草草甸的反硝化菌数量高峰在10月以外),一般都在6月至9月份,以7月和8月为最多。因为海北高寒草甸的7—8月份,气温和地温比较高,降水量也比较大(表8和图5),牧草生长旺盛,此时期的环境条件也适宜于微生物的生长繁殖。

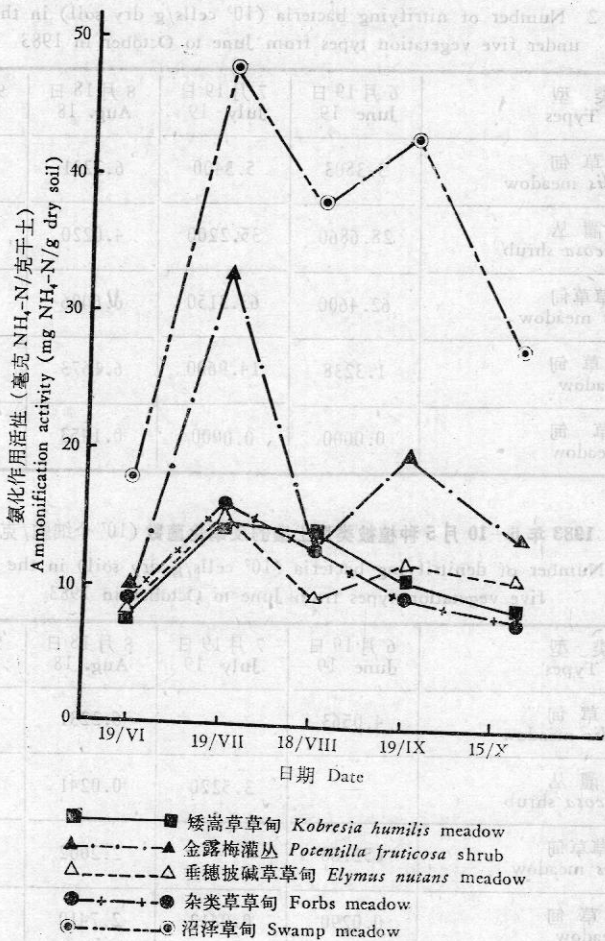


图2 5种植被土壤中的氨化作用活性的季节性变化

Fig. 2 Seasonal changes of the ammonification activities in the soil of five vegetation plots

表 4 1983 年 6—10 月 5 种植被类型土壤的嫌气性固氮菌数量 (10^3 个细胞/克干土)

Table 4 Number of anaerobic nitrogen-fixation bacteria (10^3 cells/g dry soil) in the soils under five vegetation types from June to October in 1983

植被类型 Vegetation Types	6月19日 June 19	7月19日 July 19	8月18日 Aug. 18	9月19日 Sept. 19	10月15日 Oct. 15
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	4.7324	146.8500	0.1936	—	5.9805
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	1.3319	2.5828	0.7240	3.1349	2.0430
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	20.8200	15.4700	2.2002	2.1095	0.5941
杂类草草甸 Forbs meadow	0.1533	20.4000	2.0558	0.6325	1.4369
沼泽草甸 Swamp meadow	68.3000	147.2850	54.4965	52.3320	1.2641

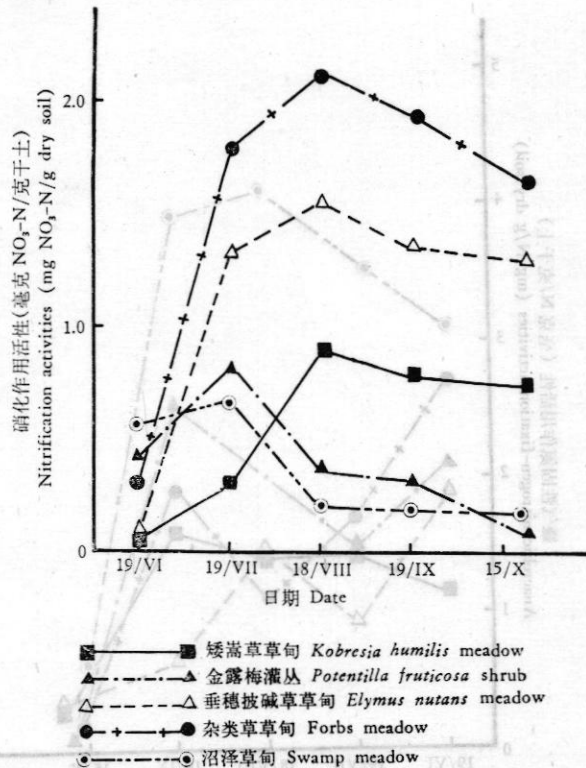


图 3 5 种植被土壤中的硝化作用活性的季节性变化

Fig. 3 Seasonal changes of the nitrification activities in the soil of five vegetation plots

2. 高寒草甸 5 种植被土壤的氮素代谢微生物生化活性的季节性动态

(1) 氨化作用活性 (表 5 和图 2): 矮嵩草草甸以 7 月份为高峰, 10 月和 6 月较低; 金露梅灌丛是以 7 月为高峰, 6 月较低; 垂穗披碱草草甸是以 7 月份为高峰, 6 月较低; 杂类草草甸以 7 月为高峰, 6 月较低; 沼泽草甸以 7 月为高峰, 6 月为低。

表 5 1983 年 6—10 月 5 种植被类型土壤的氨化作用活性(毫克 $\text{NH}_4\text{-N}$ /克干土)

Table 5 Ammonification activities (mg $\text{NH}_4\text{-N}$ /g dry soil) in the soils under five vegetation types from June to October in 1983

植被类型 Vegetation Types	6月19日 June 19	7月19日 July 19	8月18日 Aug. 18	9月19日 Sept. 19	10月15日 Oct. 15
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	7.9905	14.8630	14.5894	10.7426	9.4211
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	9.5762	33.7525	13.0492	19.7172	14.9995
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	8.1950	14.8830	9.9416	11.9180	11.1859
杂类草草甸 Forbs meadow	8.3146	15.8402	13.0426	9.9556	9.7209
沼泽草甸 Swamp meadow	17.9003	48.6190	38.4406	42.9792	30.2589

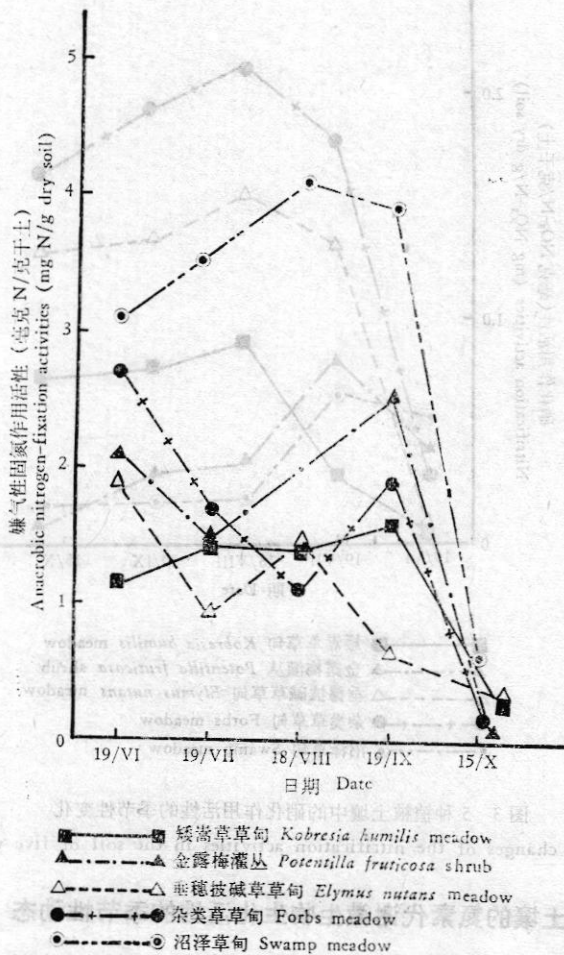


图 4 5 种植被土壤中的嫌气性固氮作用活性的季节性变化

Fig. 4 Seasonal changes of the anaerobic nitrogen fixation activities in the soil of five vegetation plots

从上述情况看,氨化作用活性均以6月份较低,高峰都出现在7月份。

(2) 硝化作用活性(表6和图3): 矮嵩草草甸,垂穗披碱草草甸和杂类草草甸的硝化作用活性高峰均出现在8月份,都以6月份的活性为低;金露梅灌丛和沼泽草甸的活性高峰出现在7月份,都以10月为低。

表6 1983年6—10月5种植被类型土壤的硝化作用活性(毫克 NO₃-N/克干土)

Table 6 Nitrification activities (mg NO₃-N/g dry soil) in the soils under five vegetation types from June to October in 1983

植被类型 Vegetation Types	6月19日 June 19	7月19日 July 19	8月18日 Aug. 18	9月19日 Sept. 19	10月15日 Oct. 15
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	0.0513	0.2981	0.8726	0.7856	0.7724
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	0.4372	0.8175	0.3765	0.3369	0.1321
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	0.0813	1.3202	1.5462	1.3523	1.3133
杂类草草甸 Forbs meadow	0.3238	1.7713	2.1200	1.9298	1.6915
沼泽草甸 Swamp meadow	0.5796	0.6844	0.2077	0.1989	0.1874

表7 1983年6—10月5种植被类型土壤的嫌气性固氮作用活性(毫克氮/克干土)

Table 7 The anaerobic nitrogen fixation activities (mg N/g dry soil) in the soils under five vegetation types from June to October in 1983

植被类型 Vegetation Types	6月19日 June 19	7月19日 July 19	8月18日 Aug. 18	9月19日 Sept. 19	10月15日 Oct. 15
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	1.1335	1.4218	1.4149	1.6159	0.5482
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	2.1048	1.4440	2.0365	2.5080	0.4298
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	1.8530	0.9419	1.4337	0.6273	0.4179
杂类草草甸 Forbs meadow	2.7405	1.6773	1.0797	1.9435	0.3739
沼泽草甸 Swamp meadow	3.0906	2.4525	4.0687	3.9363	0.5846

表8 1983年6—10月定位站气候条件

Table 8 Monthly mean air temperature, soil temperature and monthly precipitation of Research Station from June to Oct. in 1983

气候条件 Climate condition	6月 June	7月 July	8月 Aug.	9月 Sept.	10月 Oct.
月平均气温(°C) Monthly mean air temp (°C)	7.7	9.7	9.2	5.7	2.7
月平均0—10厘米地温(°C) Monthly mean (0—10cm) soil temp. (°C)	11.3	13.1	12.8	9.5	4.7
月降水量(毫米) Monthly precipitation (mm)	98.1	129.1	117.1	82.4	21.5

(3) 嫌气性固氮作用活性(表7和图4): 矮嵩草草甸和金露梅灌丛的活性高峰出现在9月份,垂穗披碱草草甸和杂类草草甸的活性高峰出现在6月份,沼泽草甸的高峰期出现在8月份,5种植被土壤的嫌气性固氮作用活性均以10月份为低。

从高寒草甸5种植被土壤3种氮素代谢微生物的生化活性的季节性动态总的情况来看,也都具有明显的季节性变化。不同微生物其活性的季节性变化也有所不同,植被不同其季节性变化的趋势也各有所异。一般来说,活性变化的高峰期也多出现在6—9月份,以7月和8月为最多,以10月份的活性为低。

3. 高寒草甸土壤氮素代谢微生物数量与其活性的季节性动态的关系

从5种植被土壤中的氨化菌数量与氨化作用活性,硝化菌数量与硝化作用活性及嫌气性自生固氮菌数量与固氮作用活性的季节性动态关系来看,其中,有的菌数高峰与其活性的高峰是出现在相同的月份里,例如,垂穗披碱草草甸土壤的氨化菌数量的高峰是在7月份而其活性的高峰也出现在7月份;矮嵩草草甸土壤的硝化菌数量高峰出现在8月份;其活性的高峰也出现在8月份;金露梅灌丛的嫌气性自生固氮菌的数量高峰是在9月份,其活性的高峰也出现在9月份。但也有菌数的高峰与其活性的高峰不是出现在相同时期,例如,杂类草草甸氨化菌的数量高峰出现在8月份而其活性的高峰却在7月份;垂穗披碱草草甸的硝化菌数量高峰出现在7月份,而其活性的高峰又在8月份。甚至还有菌数较低而其活性又反而较高的情况,例如,杂类草草甸的嫌气性自生固氮菌在6月份的菌数是比较低的,但其活性却居5个月份之冠。杂类草草甸的这种现象可能是由于鼠害引起土壤层次变化等原因所造成的。

4. 氨化作用与硝化作用的季节性动态的关系

从实验结果可以看出,高寒草甸的氨化作用远远大于硝化作用,以典型植被矮嵩草为例,6—10月的平均氨化作用活性为11.5213毫克 $\text{NH}_4\text{-N}$ /克干土,平均硝化作用活性为0.5560毫克 $\text{NO}_3\text{-N}$ /克干土,前者与后者之比为20.7:1,二者相差约20倍。

在5种植被土壤中,氨化作用和硝化作用的季节性变化趋势,有相同的也有不相同的。以杂类草草甸为例,氨化作用活性和硝化作用活性的高峰均出现在7月份,都是8月份次之,9月份第3,10月份第4,均以6月份为低。其他植被,二者的变化趋势有基本一致的,有大同小异的,也有不太一致的。总的来说,氨化作用和硝化作用二者的季节性变化高峰多出现在7、8月份。

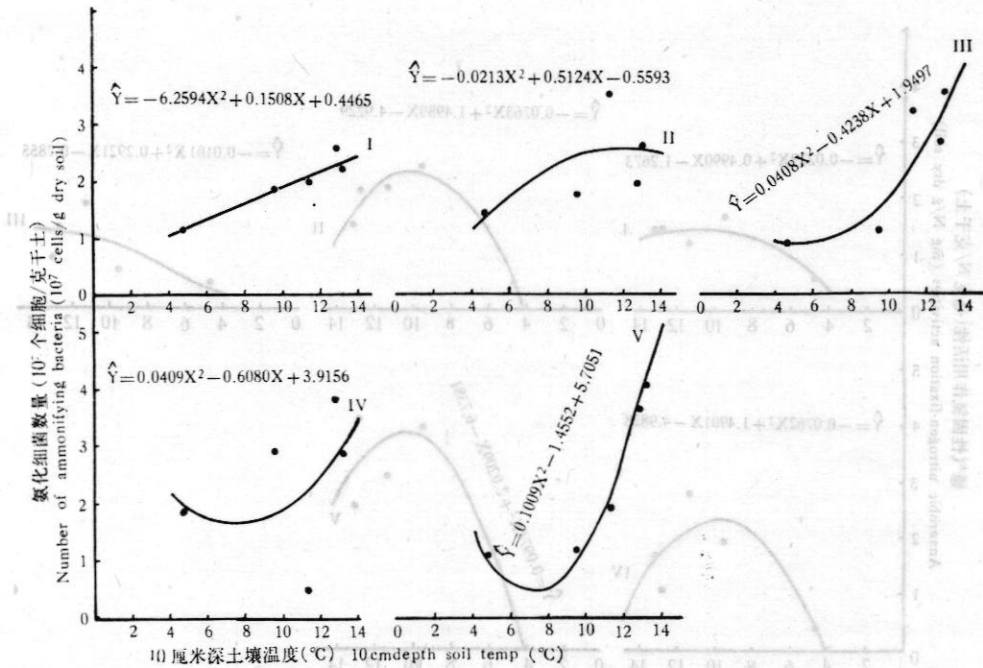
5. 土壤温度与土壤氮素代谢微生物数量及活性的关系

为了解土壤温度对氮素代谢微生物数量及活性的影响,作者等以高寒草甸5种植被土壤的氨化菌数量和嫌气性固氮作用活性为例,分别把10厘米深土壤温度(月平均温度)对氨化菌数量以及嫌气性固氮作用活性的数据进行了二次多项式回归运算。计算结果(表9—10和图6—7)表明,二者的关系符合二次多项式回归方程。不仅土壤温度与氨化菌数量有明显的相关性,其中沼泽草甸的相关性为最好($R^2 = 0.9855$),矮嵩草草甸次之($R^2 = 0.8450$),而且土壤温度与嫌气性固氮作用活性也有明显的相关性,其中金露梅灌丛的相关性为最好($R^2 = 0.9463$),沼泽草甸次之($R^2 = 0.8100$)。说明土壤温度是影响

表 9 10 厘米深土壤温度对氨化菌数量的二次多项式回归数据

Table 9 Second degree polynomial regression data concerning 10cm depth soil temperature vs. number of ammonifying bacteria

植被类型 Vegetation Types	A	B	C	R ²
矮嵩草草甸— <i>Kobresia humilis</i> meadow	-6.2594	0.1508	0.4465	0.8450
金露梅灌丛— <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	-0.0213	0.5124	-0.5539	0.3721
垂穗披碱草草甸— <i>Elymus nutans</i> meadow	0.0408	-0.4238	1.9497	0.7691
杂类草草甸— Forbs meadow	0.0409	-0.6080	3.9156	0.1628
沼泽草甸— Swamp meadow	0.1009	-1.4552	5.7051	0.9855



- I. 矮嵩草草甸 *Kobresia humilis* meadow
- II. 金露梅灌丛 *Potentilla fruticosa* shrub
- III. 垂穗披碱草草甸 *Elymus nutans* meadow
- IV. 杂类草草甸 Forbs meadow
- V. 沼泽草甸 Swamp meadow

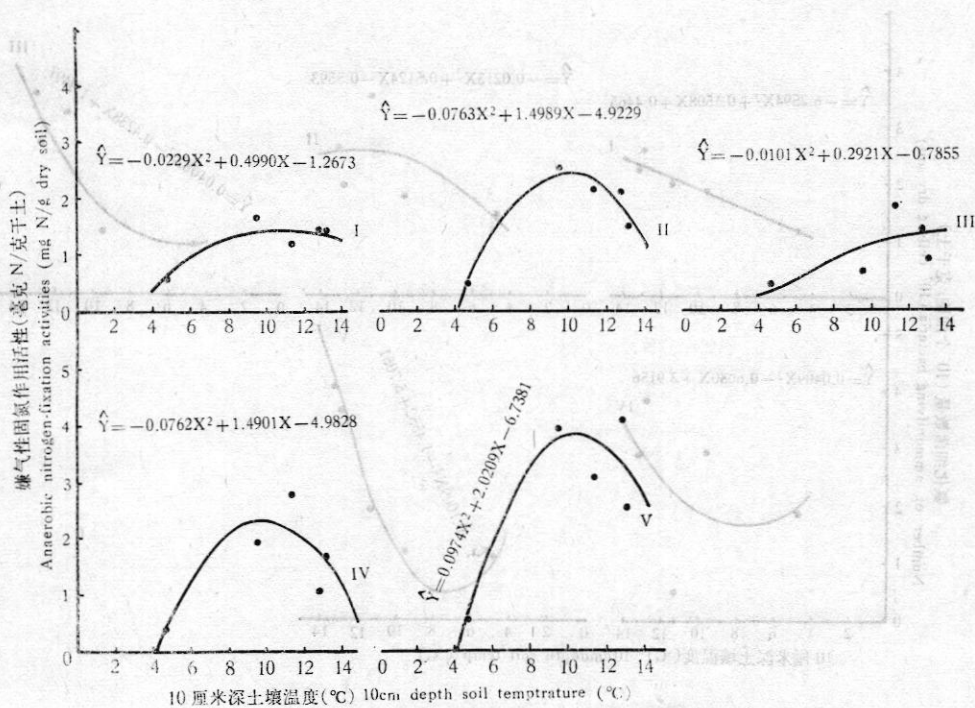
图 5 10 厘米深度土壤温度对氨化菌数量的二次多项式回归曲线

Fig. 5 Second degree polynomial regression curve concerning 10cm depth soil temperature vs. number of ammonifying bacteria

表 10 10 厘米深土壤温度对嫌气性固氮作用活性的二次多项式回归数据

Table 10 Second degree polynomial regression data concerning 10cm depth soil temperature vs. anaerobic nitrogen fixation activities

植被类型 Vegetation Types	A	B	C	R ²
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	-0.0229	0.4990	-1.2673	0.7812
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	-0.0763	1.4989	-4.9229	0.9463
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	-0.0101	0.2921	-0.7855	0.4561
杂类草草甸 Forbs meadow	-0.0762	1.4901	-4.9828	0.7407
沼泽草甸 Swamp meadow	-0.0974	2.0209	-6.7381	0.8100



- I. 矮嵩草草甸 *Kobresia humilis* meadow
- II. 金露梅灌丛 *Potentilla fruticosa* shrub
- III. 垂穗披碱草草甸 *Elymus nutans* meadow
- IV. 杂类草草甸 Forbs meadow
- V. 沼泽草甸 Swamp meadow

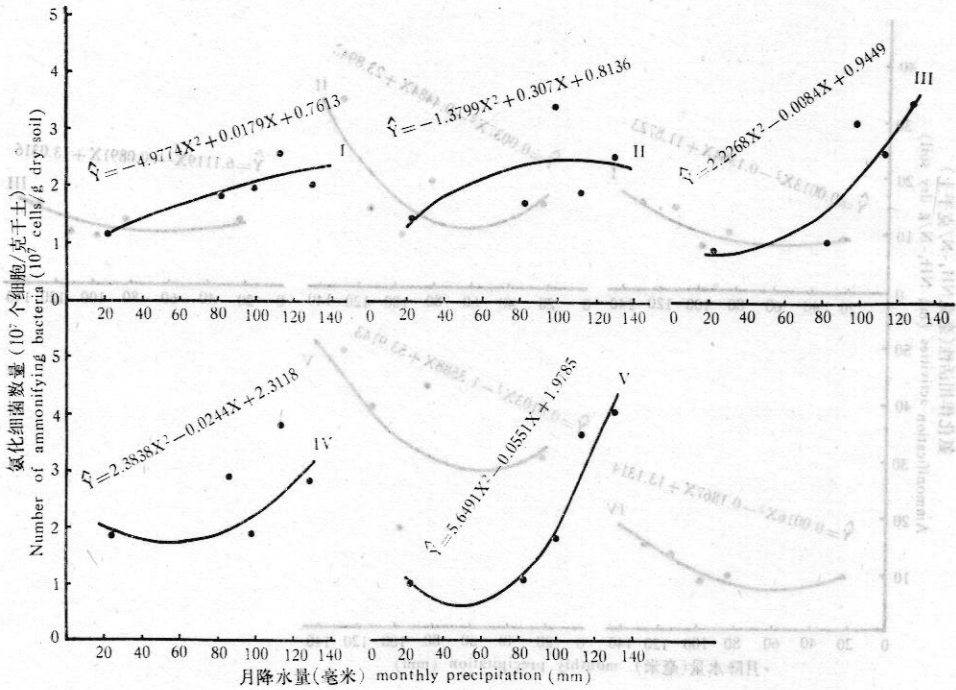
图 6 10 厘米深土壤温度对嫌气性固氮作用活性的二次多项式回归曲线

Fig. 6 Second degree polynomial regression curve concerning 10cm depth soil temperature vs. anaerobic nitrogen fixation activities

表 11 月降水量对氨化菌数量的二次多项式回归数据

Table 11 Second degree polynomial regression data concerning monthly precipitation vs. number of ammonifying bacteria

植被类型 Vegetation Types	A	A B	C	R ²
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	-4.9774	0.0179	0.7613	0.8109
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	-1.3799	0.0307	0.8136	0.3490
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	2.2268	-0.0084	0.9449	0.7422
杂类草草甸 Forbs meadow	2.3838	-0.0244	2.3118	0.1779
沼泽草甸 Swamp meadow	5.6491	-0.0551	1.9785	0.9783



- I. 矮嵩草草甸 *Kobresia humilis* meadow
- II. 金露梅灌丛 *Potentilla fruticosa* shrub
- III. 垂穗披碱草草甸 *Elymus nutans* meadow
- IV. 杂类草草甸 Forbs meadow
- V. 沼泽草甸 Swamp meadow

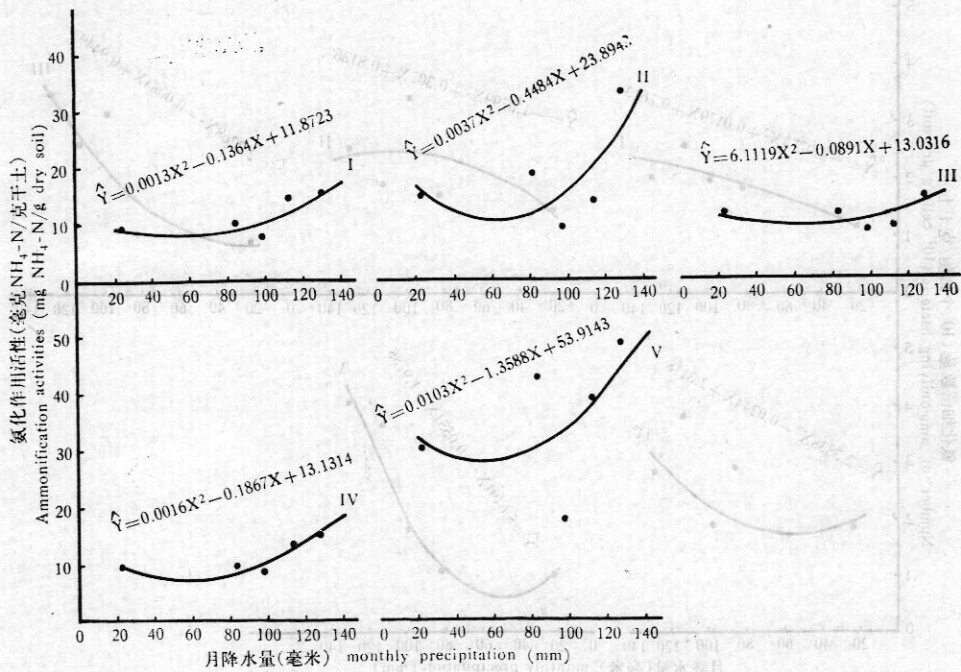
图 7 月降水量对氨化菌数量的二次多项式回归曲线

Fig. 7 Second degree polynomial regression curve concerning monthly precipitation vs. number of ammonifying bacteria

表 12 月降水量对氨化作用活性的二次多项式回归数据

Table 12 Second degree polynomial regression data concerning monthly precipitation vs. ammonification activities

植被类型 Vegetation Types	A	B	C	R ²
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	0.0013	-0.1364	11.8723	0.6986
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	0.0037	-0.4484	23.8943	0.4816
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	6.1119	-0.0891	13.0316	0.1917
杂类草草甸 Forbs meadow	0.0016	-0.1867	13.1314	0.8549
沼泽草甸 Swamp meadow	0.0103	-1.3588	53.9143	0.9785



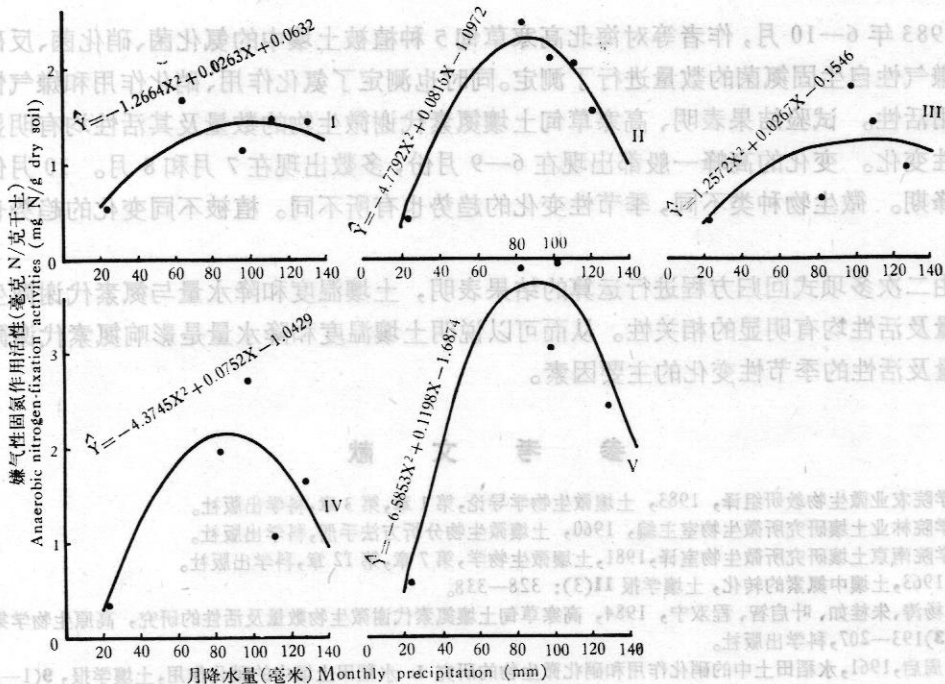
- I. 矮嵩草草甸 *Kobresia humilis* meadow
- II. 金露梅灌丛 *Potentilla fruticosa* shrub
- III. 垂穗披碱草草甸 *Elymus nutans* meadow
- IV. 杂类草草甸 Forbs meadow
- V. 沼泽草甸 Swamp meadow

图 8 月降水量对氨化作用活性的二次多项式回归曲线

Fig. 8 Second degree polynomial regression curve concerning monthly precipitation vs. ammonification activities

表 13 月降水量对嫌气性固氮作用活性的二次多项式回归数据
 Table 13 Second degree polynomial regression data concerning monthly precipitation vs. anaerobic nitrogen-fixation activities

植被类型 Vegetation Types	A	B	C	R ²
矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	-1.2664	0.0263	0.0632	0.7826
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	-4.7792	0.0816	-1.0972	0.9711
垂穗披碱草草甸 <i>Elymus nutans</i> meadow	-1.2572	0.0267	-0.1546	0.4361
杂类草草甸 Forbs meadow	-4.3745	0.0752	-1.0429	0.6874
沼泽草甸 Swamp meadow	-6.5853	0.1198	-1.6874	0.8561



- I. 矮嵩草草甸 *Kobresia humilis* meadow
- II. 金露梅灌丛 *Potentilla fruticosa* shrub
- III. 垂穗披碱草草甸 *Elymus nutans* meadow
- IV. 杂类草草甸 Forbs meadow
- V. 沼泽草甸 Swamp meadow

图 9 月降水量对嫌气性固氮作用活性的二次多项式回归曲线
 Fig. 9 Second degree polynomial regression curve concerning monthly precipitation vs. anaerobic nitrogen-fixation activities

微生物数量及活性的主要因素之一。

6. 月降水量与高寒草甸土壤氮素代谢微生物数量及活性的关系

作者等分别将月降水量对氨化菌的数量、氨化作用活性及嫌气性固氮作用活性的数据进行了二次多项式回归运算,其结果(见表 11—13 和图 8—10)也同样表明了二者的关系符合二次多项式回归方程。月降水量与氨化菌数量、氨化作用活性及嫌气性固氮作用活性都分别具有明显的相关性。其中月降水量与氨化菌数量的相关性以沼泽草甸为最好($R^2 = 0.9783$),与氨化作用活性的相关性也以沼泽草甸为最好($R^2 = 0.9785$),与嫌气性固氮作用活性的相关性是以金露梅灌丛为最好(相关系数 $R^2 = 0.9711$)。

因为降水量的多少直接影响到土壤水分的含量,因此土壤水分也是影响微生物数量及活性的季节性变化的重要因素之一。

三、小 结

1983 年 6—10 月,作者等对海北高寒草甸 5 种植被土壤中的氨化菌、硝化菌、反硝化菌和嫌气性自生固氮菌的数量进行了测定。同时也测定了氨化作用、硝化作用和嫌气性固氮作用活性。试验结果表明,高寒草甸土壤氮素代谢微生物的数量及其活性均有明显的季节性变化。变化的高峰一般都出现在 6—9 月份,多数出现在 7 月和 8 月。10 月份多为低峰期。微生物种类不同,季节性变化的趋势也有所不同。植被不同变化的趋势也有差异。

由二次多项式回归方程进行运算的结果表明,土壤温度和降水量与氮素代谢微生物的数量及活性均有明显的相关性。从而可以说明土壤温度和降水量是影响氮素代谢微生物数量及活性的季节性变化的主要因素。

参 考 文 献

- 广西农学院农业微生物教研组译,1983,土壤微生物学导论,第 1 章,第 3 章,科学出版社。
中国科学院林业土壤研究所微生物室主编,1960,土壤微生物分析方法手册,科学出版社。
中国科学院南京土壤研究所微生物室译,1981,土壤微生物学,第 7 章,第 12 章,科学出版社。
朱兆良,1963,土壤中氮素的转化,土壤学报 **11**(3): 328—338。
李家藻、杨涛、朱桂如、叶启智、程双宁,1984,高寒草甸土壤氮素代谢微生物数量及活性的研究,高原生物学集刊, **(3)**193—207,科学出版社。
陈华癸、周启,1961,水稻田土中的硝化作用和硝化微生物的研究 I. 水稻田土壤中的硝化作用,土壤学报, **9**(1—2): 56—63。
张宪武、周煦卿、郑洪元、陈祝春、范露兮、于燕,1960,深耕施肥对小麦丰产田微生物区系及动态影响的研究,微生物, **2**(4): 158—163。
张宪武、周煦卿、郑洪元、陈祝春、范露兮、于燕,1960a,深耕施肥对水稻微生物区系及其动态影响的研究,微生物, **2**(5): 202—209。
曹正邦、郝文英、游长芬、顾希贤,1959,水稻土中的微生物学特性(1),华东华中主要类型水稻土中的微生物数量及其活性的研究,土壤学报, **7**(3—4): 218—226。
鈴木達彦,1979,土壤微生物生态研究法,共立出版株式会社。
J. 波爽,1959,土壤微生物分析技术手册,科学出版社。
Alexander, M., 1971, Microbial ecology. Wiley, New York.
Klevenskaya, I. L., 1974, Biological nitrogen fixation by different types of western siberian soil. Tr. Biol. Inst. Akad. Nauk SSSR Sib. Otd., **27**: 139—144.
Labroue, L. et al., 1977, The nitrogen cycle in the alpine soil of pic du Midi de Bigorre (Hautes Pyre-

- nees). *Oecol. Plant*, **12**(1): 55—77.
- Lawrence, W. Belser, 1979, Population ecology of nitrifying bacteria. *Ann. Rev. Microbiol.*, **33**: 309—333.
- Michio. Araragi, et al., 1979, Microflora related to the nitrogen cycle in the tropical upland farm soils. *Soil Sci. Plant Nutr.* (Tokyo), **25**: 235—244.
- Mishustin, E. N. et al., 1973, Anaerobic nitrogen-fixing bacteria in USSR soils. *Soil Biol. Biochem.*, **5**(1): 97—107.
- Tomio, Yoshida and Benjamin C. Pedre, Jr., 1974, Nitrification and denitrification in submerged maahas clay soil. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **20**(3): 241—247.

STUDIES ON SEASONAL DYNAMICS OF THE NUMBER AND ACTIVITY OF NITROGEN METABOLIC MICROORGANISMS IN THE SOILS OF ALPINE MEADOW

Yang Tao Li Jiazao Zhu Guiru Cheng Shuangning

Li Yuying Ye Qizhi

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

Seasonal changes in number and activity of nitrogen metabolic microorganisms in the soils of the Haibei Alpine Meadow were studied from June to October in 1983. The experimental results indicated that the number and activity of nitrogen metabolic microorganisms all have markedly seasonal changes the high peaks of the seasonal changes appeared in June to September and the high peaks in the period from July to August were more than those in other months. That is because the environmental conditions in those period of time are more suitable for microbial growth and multiplication than other months. The monthly mean soil temperature and monthly precipitation from July to August were significantly higher than those in other months.

The seasonal dynamics of the number and activity of different physiological groups of nitrogen metabolic microorganisms were also investigated, their number metabolic activities and seasonal changes were quite different in accordance with the soils under different vegetations in which they habited.

The seasonal changes in number and activity of nitrogen metabolic microorganisms in the soils of alpine meadow were influenced by many factors, above all, soil temperature and moisture content were determinative factors.