

蚂蚁对东祁连山高寒草地生态系统的影响

鱼小军, 蒲小鹏, 黄世杰, 方强恩, 徐宁, 徐长林*

(甘肃农业大学草业学院 草业生态系统教育部重点实验室 中一美草地畜牧业可持续发展研究中心, 甘肃 兰州 730070)

摘要:为了明晰蚂蚁对高寒草地生态系统的作用,于甘肃天祝高寒草地上研究了蚂蚁对土壤水分、容重、养分、土壤种子库和草产量的影响。结果表明,蚁丘0~10 cm的土壤含水量显著低于邻近土壤,蚁丘0~10 cm的土壤容重比距离蚁丘1 m同等深度的容重小59%。蚂蚁具有向蚁丘土壤富集营养和种子的作用。蚁丘0~10,10~20 cm深与距离蚁丘1 m处土壤总种子密度和种子多样性最大的是蚁丘0~10 cm,其次为蚁丘10~20 cm,最小的是距离蚁丘1 m处的对照。除蚁丘0~10 cm深处的碱解氮略小于对照外,前者的全氮、全磷、速效钾和有机质显著高于蚁丘10~20 cm和邻近土壤。蚁丘的中央部分为裸地,蚁丘外围的草产量显著低于邻近无蚁丘草地的草产量。

关键词:蚁丘;土壤含水量;土壤容重;土壤种子库;土壤养分;高寒草地

中图分类号:S812.6;Q948.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5759(2010)02-0140-06

* 土壤动物是草地生态系统的重要组分,特别是在分解者亚系统中,它们所起的作用外在表现为对该系统中土壤和植被的影响^[1-3]。蚂蚁(*Tetramorium* sp.)是陆地生态系统中分布最为广泛的生物之一,具有庞大的生物量,是生态系统“工程师”^[4,5],蚂蚁的筑丘及取食活动是草地生态系统中不可忽视的干扰因子,常能引起微环境的异质性^[6,7]。与周围的非蚁丘地带相比,蚁丘上的植被长势旺盛,物种丰富^[8]。蚂蚁与植物之间存在着互惠关系,植物为蚂蚁提供食物(如脂肪体)或栖居场所(如中空的茎、叶柄等)^[8,9],蚂蚁为植物传播、保护种子而避免啮齿动物的取食^[9],并为种子的萌发及幼苗的生长提供更为有利的微环境^[9-11],或通过阻止其他食草动物、有蹄类及植食性昆虫等的取食提供给植物防御,或通过传粉增加种子的产量^[1,9]。另一方面,蚂蚁通过营巢改变了土壤的理化特性^[12,13],改变了土壤容重^[13,14],提高了土壤电导率^[13],改变了土壤有机质、N、P、Ca、Mg和K的含量^[13,15-17];改变了土壤种子库、植物的组成^[8,13,18-21]。蚂蚁对生态系统影响的研究主要集中于热带雨林^[22]、非洲稀树草原^[23]、温带山地草原^[19]、松嫩草地^[1,8,24]、科尔沁流动沙地^[25]和腾格里沙漠^[13],而关于高寒草地蚂蚁的生态功能的研究报道较少。本研究在甘肃省天祝县东祁连山高寒草地,通过蚂蚁筑丘活动对土壤容重、土壤水分和土壤种子库影响的研究,为正确认识蚁类在高寒草地生态系统中的功能和作用提供依据,为正确评估和认识高寒草地生态系统的健康、稳定与功能和过程提供途径。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究地设在甘肃省武威市天祝藏族自治县抓喜秀龙乡甘肃农业大学天祝高山草原试验站(37°40' N, 102°32' E),海拔2 960 m,天然植被为寒温潮湿类高寒草甸,主要植物为线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)、矮嵩草(*K. humilis*)、西北针茅(*Stipa krylovii*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、高山紫苑(*Aster alpinus*)、扁蓄豆(*Melissitus rutenica*)等。该地区年均气温-0.1℃,最热月7月均温12.7℃,最冷月1月均温-18.3℃,≥0℃的年积温为1 380℃。年均降水量416 mm,多集中于7、8、9月;土壤为高山草甸土,土层厚度40~80 cm,土壤pH为7.0~8.2^[26]。试验草地为冬季牧场,并设置了围栏,夏季、秋季休牧,仅冬季放牧。

1.2 土样种子库的取样

2008年3月,在蚁丘及其距离蚁丘1 m处取直径10 cm、高10 cm的柱状原状土30个带回室内,栽植在直径

* 收稿日期:2009-08-01;改回日期:2009-11-19

基金项目:“现代农业产业技术体系建设专项资金”和“甘肃农业大学草业学院青年教师科研启动项目”资助。

作者简介:鱼小军(1977-),男,甘肃陇西人,在读博士。E-mail: yuxj@gsau.edu.cn

* 通讯作者。E-mail: xucl@gsau.edu.cn

20 cm 的花盆内,每日浇水,逐日鉴定并统计萌发的幼苗。种子多样性采用辛普森指数(D)^[27]和香农-维纳指数(H')^[28],丰富度指数用 Margalef 指数(D')^[29]

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

$$D' = \frac{S-1}{\ln N}$$

式中, P_i 为属于种 i 的个体在全部个体中的比例, S 是样方内物种 i 的全部总数, N 为全部物种的个体数。

1.3 土样采集与分析

土壤含水量的测定采用烘干法,用直径 3.5 cm 的土钻取 0~10 cm 的土样,装入编号的铝盒内 105℃ 条件烘干,6 次重复。用环刀法测定蚁丘和距离蚁丘 1 m 处 0~10 cm 深土壤的容重(g/cm^3)^[30],6 次重复;并将蚁丘 0~10 cm 的土壤用 2 mm 的土壤筛过筛,分出植物立枯体后称重,用量筒排水法测定其体积。蚁丘土壤按照 0~10,10~20 cm 分层取样,邻近 1 m 处 0~10 cm 的土壤为对照,均采用五点取样法,4 次重复。土壤有机质测定采用重铬酸钾容量法(外加热法),土壤全氮采用半微量凯氏法,速效氮采用扩散皿法,全磷采用 $\text{HClO}_4 - \text{H}_2\text{SO}_4$ 消煮法,土壤速效钾用 NH_4OAc 浸提-火焰光度法^[31]。

1.4 蚂蚁筑丘活动对高寒草地植物生长的影响

在天祝高寒草地,蚁丘直径从 8~32 cm 不等。在生长季末期,选择直径大约为 30 cm 的蚁丘 10 个,在蚁丘上、蚁丘外围(蚁丘 25~30 cm)分别测定草产量,以距蚁丘 1 m 远处且无蚂蚁筑丘的草地上测定草产量作为对照。

1.5 数据分析

用 SPSS 13.0 软件进行数据的统计分析,用 Microsoft excel 软件作图。

2 结果与分析

2.1 蚁丘土壤含水量和容重的变化

蚂蚁的营巢活动减少了蚁丘土壤的容重,降低了蚁丘的含水量。蚁丘 0~10 cm 深处的土壤含水量低于邻近蚁丘 1 m 的对照土壤(图 1),且差异达到极显著水平($P < 0.01$)。蚁丘和距离蚁丘 1 m 处 0~10 cm 深处的土壤容重存在显著的差异($P < 0.01$),与邻近土壤相比,蚁丘土壤容重(0~10 cm)下降了 59%。蚁丘 0~10 cm 深处,其立枯体和土壤的重量分别占 0.071 4 和 0.178 6 g/cm^3 ,两者的体积比为 5.467 : 1.000。

2.2 蚂蚁活动对土壤种子库的影响

蚁丘 0~10,10~20 cm 深与距离蚁丘 1 m 处土壤种子库的物种及其多样性不同(表 1),植物种子分别属于毛茛科、菊科、莎草科、禾本科、豆科、车前科、蓼科、蔷薇科、罂粟科和紫草科共 10 科。0~10 cm 深蚁丘共发现 16

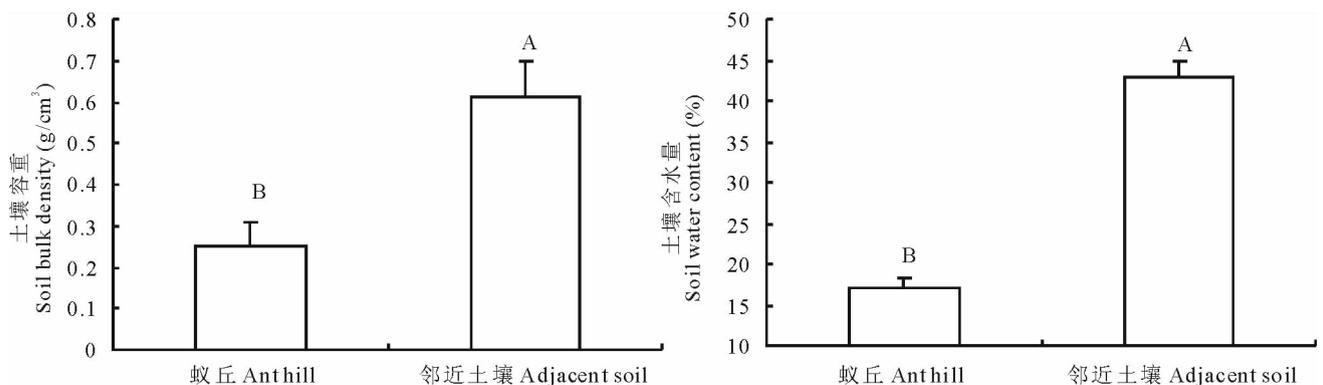


图 1 蚁丘土壤含水量和容重的变化

Fig. 1 Changes of soil water content and bulk density in ant hill

不同字母表示 $P < 0.01$ 差异显著 Different letters mean significantly difference at 0.01 level

种植物, 蚁丘 10~20 cm 深有 11 种植物, 而邻近土壤仅有 6 种植物。总种子密度最大的是蚁丘 0~10 cm, 其次为蚁丘 10~20 cm, 最小的是距离蚁丘 1 m 处。不同取样点之间的种子多样性不同, 其多样性的数量依次为: 蚁丘 0~10 cm > 蚁丘 10~20 cm > 距离蚁丘 1 m 处(表 2)。这表明蚂蚁具有向蚁丘富集种子的作用。

2.3 蚂蚁活动对土壤养分的影响

蚂蚁具有向蚁丘土壤富集营养的作用。蚁丘 0~10 cm 的土壤全氮、全磷、速效钾、有机质含量均显著高于蚁丘 10~20 cm 土壤和对照 ($P < 0.05$), 分别比对照提高了 24.31%, 19.62%, 66.85% 和 8.74%(图 2)。蚁丘 0~10 cm 深的土壤碱解氮含量显著高于蚁丘 10~20 cm, 略低于对照。除蚁丘 10~20 cm 深土壤速效钾含量高于对照外, 土壤碱解氮、全氮、全磷和有机质含量均显著低于对照。

2.4 蚂蚁筑丘活动对高寒草地植物生长的影响

蚁丘顶部为裸地, 其草产量为 0。蚁丘外围的禾草、豆科、杂类草、毒草的产量以及总产草量均低于对照, 其差异达到极显著 ($P < 0.01$); 在蚁丘外围, 莎草科的草产量高于对照, 差异极显著 ($P < 0.01$)。蚁丘外围豆科、杂类草和有毒植物所占比例较小, 而主要为禾本科和莎草科牧草, 分别占总产草量的 50.40% 和 40.28%; 而在对照中该 2 项分别占 44.52% 和 26.07%(表 3)。

3 讨论

本研究首次报道了蚂蚁对东祁连山的天祝高寒草地生态系统的生态作用。由于蚂蚁的挖掘活动以及将草搬运聚集到蚁丘上, 因此, 蚁丘上的土壤容重显著小于邻近蚁丘 1 m 的对照土壤。和邻近土壤相比, 蚁丘土壤含水量较低, 此结果与陈应武等^[13]对腾格里沙漠东南缘的沙坡头的研究结果相反; 其原因是在沙坡头, 蚁丘流沙的疏松结构有利于降水的下渗, 有机物被埋在地下增加了土壤的保水能力, 流沙的覆盖截断了土壤毛细管提水, 导致土壤水分蒸发的降低。而位于东祁连山的天祝高寒草地, 蚁丘多由草屑等立枯体组成, 容重较小 (0.250 g/cm^3), 其中立枯体和土壤的重量分别占 0.071 4 和 0.178 6 g, 两者体积比为 5.467 : 1.000, 因此渗水较快而保水性差; 而邻近蚁丘 1 m 的土壤比较紧实, 土壤有机质含量高 (14.31%), 土壤渗水较慢而持水能力强, 这些因素的作用导致蚁丘土壤含水量低于邻近土壤。

本研究结果显示, 蚁丘上 72.4% 的种子主要集中在 0~10 cm 深层的土壤中; 同时, 蚁丘上土壤种子的数量及多样性指数高于邻近土壤, 这与陈应武等^[13]对沙坡头的掘穴蚁 (*Formica cunicularia*)、Dauber 等^[18]对德国东黑森地区的黄墩蚁 (*Lasius flavus*) 的研究结果相似。在东祁连山高寒草地, 蚂蚁在 5—10 月活动频繁, 而当地植物种子多成熟在 7—10 月, 所以蚂蚁在搬移种子等食物时将种子堆积到蚁丘上。和邻近土壤相比, 蚁丘土壤有机质和养分高于对照。很多研究^[13, 32]都已表明, 与邻近土壤相比, 蚁丘土壤有机质、P、N 和 K 的含量都增加。这种富集作用主要是由于蚂蚁的粪便、排泄物和动物尸体、植物残渣等在蚁巢的聚集^[33]。

表 1 蚂蚁筑丘活动对土壤种子库密度的影响

Table 1 Effects of ant hill on soil seed bank

植物名称 Plant name	粒 Grains/100 cm ³		
	蚁丘 Ant hill		邻近土壤 Adjacent soil
	0~10 cm	10~20 cm	0~10 cm
云生毛茛 <i>Ranunculus nephelogens</i>	2	1	0
灰果蒲公英 <i>Taraxacum maurocarpum</i>	8	1	2
微孔草 <i>Microula sikkimensis</i>	43	20	18
羊茅 <i>Festuca</i> sp	10	0	0
红棕苔草 <i>Carex przewalskii</i>	12	3	0
节裂角茴香 <i>Hypocoum leptocarpum</i>	50	22	6
早熟禾 <i>Poa</i> sp	9	9	0
平车前 <i>Plantago depressa</i>	3	0	0
鹤虱 <i>Lappula echinata</i>	1	2	0
扁蓿豆 <i>M. rutenica</i>	5	1	0
西北针茅 <i>S. krylovii</i>	5	0	2
高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i>	3	0	1
垂穗披碱草 <i>E. nutans</i>	2	0	0
多茎委陵菜 <i>Potentilla multicaulis</i>	7	1	6
珠芽蓼 <i>Polygonum viviparum</i>	1	2	0
洽草 <i>Koeleria cristata</i>	4	1	0
合计 Total	165	63	35

表 2 蚁丘与邻近土壤种子多样性比较

Table 2 Comparison of soil seed bank diversity in ant hill and adjacent soil

多样性指数 Biodiversity index	蚁丘 Ant hill		邻近土壤 Adjacent soil
	0~10 cm	10~20 cm	0~10 cm
	辛普森多样性指数 Simpson diversity index (D)	0.799 9	0.751 3
香农-维纳多样性指数 Shanon-Wiener diversity index (H')	3.071 3	2.456 1	1.984 1
Margaelf 丰富度指数 Margaelf richness index (D')	2.937 7	2.413 6	1.406 3

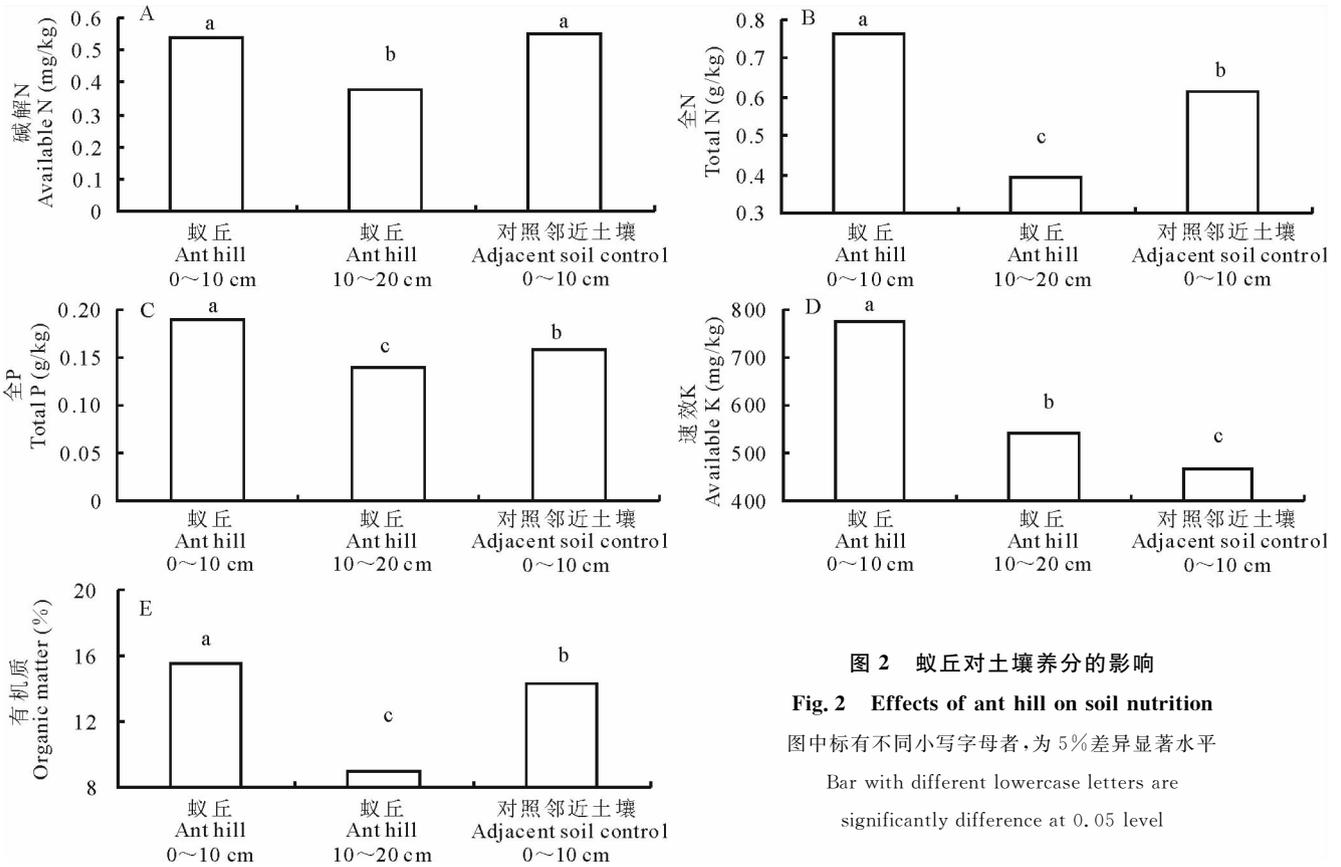


图 2 蚁丘对土壤养分的影响

Fig. 2 Effects of ant hill on soil nutrition

图中标有不同小写字母者,为 5% 差异显著水平

Bar with different lowercase letters are significantly difference at 0.05 level

在蚂蚁活动频繁的区域即蚁丘的中央部分,常出现明显的裸斑。King^[6]认为,蚂蚁强烈的堆土作用对植物种子的萌发及幼苗有窒息的作用,不耐土埋的种类消失,蚂蚁所饲养的蚜虫可能损害某些植物的根系从而导致植物死亡,蚂蚁也可啃咬多年生植物的地下茎使植株死亡,继而形成裸斑。本研究结果表明,虽然蚁丘下的土壤养分普遍高于邻近土壤、土壤种子库数量显著高于邻近土壤,但由于蚁丘 0~10 cm 深的植物立枯体所占体积和重量多于土壤,渗水较快而含水量较低,种子不易发芽,加上蚂蚁的筑巢、啃咬活动,使得蚁丘上的植物无法生长、蚁丘外围的植被稀疏、种类较少。蚂蚁对植物的选择性破坏、种子散布和种子取食活动可以改变植物的生长和分布^[8]。在有 *Formica obscuripes* 分布的杜松(*Juniperus horizontalis*)林内,在蚁丘的顶部即蚂蚁活动频繁的中心地区没有植物,物种的多样性和丰富度与距蚁丘的距离呈负相关^[34];西方收获蚁(*Pogonomyrmex occidentalis*)蚁丘边缘的植物物种丰富度和覆盖率比对照低^[35]。也有研究表明,蚁丘植物的地上总生物量明显高于对照。如在羊草(*Aneurolepidium chinense*)群落、羊草—鸡儿肠(*Kalimeris integrifolia*)群落、羊草—芦苇(*Phragmites communis*)群落和羊草—虎尾草(*Chloris virgata*)群落中,玉米毛蚁(*Lasius alienus*)蚁丘上的植物地上生物量显著高于对照^[8]; *Formica perpilosa* 蚁丘上的 *Acacia constricta* 的种子产量是非蚁丘区的 2 倍^[36]。

目前,关于东祁连山高寒草地恢复过程中蚂蚁筑巢活动的变化规律及其作用尚不清楚,蚂蚁筑巢活动与草地健康之间的关系、如何利用蚁丘土壤的养分充足这一有利条件进行高寒草地的改良,需要进一步的研究。

表 3 蚂蚁筑丘对草产量的影响

Table 3 Effects of ant hill on forage production

项目 (Item)	g/m ² DM		
	蚁丘 (Ant hill)	蚁丘外围 (Ant hill periphery)	对照 (Adjacent grassland)
总产草量 Total yield	0	301.4 B	394.0 A
禾草 Gramineae	0	152.0 B	175.7 A
豆科 Leguminosae	0	9.0 B	39.0 A
莎草科 Cyperaceae	0	121.4 A	102.7 B
杂类草 Forbs	0	15.0 B	67.3 A
毒草 Poisonous plants	0	4.0 B	9.7 A

注:表中同行标有不同大写字母者,为 1% 水平差异显著。

Note: Bar with different letters in the same column are significantly difference at 0.01 level.

参考文献:

- [1] 李庆新, 盛连喜, 周道玮, 等. 松嫩草原黄墩蚁对羊草群落组成与生物量的影响[J]. 生态学杂志, 2003, 22(6): 49-52.
- [2] 吴东辉, 尹文英, 李月芬. 刈割和封育对松嫩草原碱化羊草地土壤跳虫群落的影响[J]. 草业学报, 2008, 17(5): 117-123.
- [3] 陈明, 周昭旭, 罗进仓. 间作苜蓿棉田节肢动物群落生态位及时间格局[J]. 草业学报, 2008, 17(4): 132-140.
- [4] Hölldobler B, Wilson E O. The Ants[M]. Cambridge, USA: Belknap Press of Harvard University Press, 1990.
- [5] Patricia J F. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: A review[J]. Biodiversity and Conservation, 1998, 7: 1221-1244.
- [6] King T J. The plant ecology of ant-hills in calcareous grasslands I. Patterns of species in relation to ant-hills in Southern England[J]. Journal of Ecology, 1977, 65: 245-256.
- [7] 赵有益, 龙瑞军, 林慧龙, 等. 草地生态系统安全及其评价研究[J]. 草业学报, 2008, 17(2): 143-150.
- [8] 侯继华, 周道玮, 姜世成. 蚂蚁筑丘活动对松嫩草地植物群落多样性的影响[J]. 植物生态学报, 2002, 26(3): 323-329.
- [9] 鲁长虎. 蚂蚁对植物种子的传播作用[J]. 生态学杂志, 2002, 21(2): 64-66.
- [10] 张智英. 蚂蚁在舞草种子传播及避免其被啮齿类取食中的作用[J]. 林业科学, 2006, 42(11): 58-62.
- [11] Rissing S W. Indirect effects of granivory by harvester ants: Plant species composition and reproductive increase near ant nests[J]. Oecologia, 1983, 68: 231-234.
- [12] Brain M V. Production Ecology of Ants and Termites[M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1978.
- [13] 陈应武, 李新荣, 苏延桂, 等. 腾格里沙漠人工植被区掘穴蚁(*Formica cunicularia*)的生态功能[J]. 生态学报, 2007, 27(4): 1508-1514.
- [14] Baxter P F, Hole H. Ant (*Formica cinerea*) pedoturbation in a prairie soil[J]. Soil Science Society of America Proceedings, 1967, 31: 425-428.
- [15] Salem M, Hole F. Ant (*Formica exsectoides*) pedoturbation in a forest soil[J]. Soil Science Society of America Journal, 1968, 32: 563-567.
- [16] Petal J. The role of ants in Ecosystems[A]. In: Brain V. Production Ecology of Ants and Termites[M]. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1978: 293-325.
- [17] Paton T R, Humphreys G S, Mitchell P B. Soils: A New Global View[M]. New Haven: Yale University Press, 1995.
- [18] Dauber J, Rommeler A, Wolters V. The ant *Lasius flavus* alters the viable seed bank in pastures[J]. European Journal of Soil Biology, 2006, 42: 157-163.
- [19] Dostal P. Effect of three mound-building ant species on the formation of soil seed bank in mountain grassland[J]. Flora, 2005, 200: 148-158.
- [20] Folgarait P J, Perelman S, Gorosito N, *et al.* Effects of *Camponotus punctulatus* ants on plant community composition and soil properties across land-use histories[J]. Plant Ecology, 2002, 163: 1-13.
- [21] 李有志, 张灿明, 林鹏. 土壤种子库评述[J]. 草业科学, 2009, 26(3): 83-90.
- [22] Haines B L. Element and energy flow through colonies of the leaf-cutting ant, *Atta Colombica*, in Panama[J]. Biotropica, 1978, 10: 270-277.
- [23] Farji-Brener A G, Silva J F. Leaf-cutting ant nests and soil fertility in a well-drained savanna in Western Venezuela[J]. Biotropica, 1995, 27: 250-253.
- [24] 李庆新, 盛连喜, 周道玮, 等. 松嫩草原黄墩蚁对羊草群落组成与生物量的影响[J]. 生态学杂志, 2003, 22(6): 49-52.
- [25] 刘任涛, 赵哈林, 赵学勇. 科尔沁沙地流动沙丘掘穴蚁丘分布及影响因素[J]. 应用生态学报, 2009, 20(2): 376-380.
- [26] 徐广平. 东祁连山不同退化程度高寒草甸植被与土壤养分变化研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
- [27] Simpson E H. Measurement of diversity[J]. Nature, 1949, 2(3): 163-688.
- [28] Peet R H. The measurement of species diversity[J]. Annual Reviews of Ecology and Systematics, 1974, 5: 285-307.
- [29] Margalef R. Information theory in ecology[J]. General Systematic, 1958, 3: 36-71.
- [30] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [31] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [32] Mandel R D, Sorenson C J. The role of harvester ant (*Pogonomyrmex occidentalis*) in soil formation[J]. Soil Science Society

of America Journal, 1982, 46: 785-788.

- [33] Levan M A, Stone E L. Soil modifications by colonies of black meadows ants in a New York old field[J]. Soil Science Society of America Journal, 1983, 47: 1192-1196.
- [34] Beattie A J, Culver D C. Effects of the mound nests of the ant, *Formica obscuripes*, on the surrounding vegetation[J]. The American Midland Naturalist, 1977, 97: 391-399.
- [35] Carlson S R, Whitford W G. Ant mound influence on vegetation and soils in a semiarid mountain ecosystem[J]. The American Midland Naturalist, 1991, 126: 125-139.
- [36] Wagner D E. The influence of ant nests on *Acacia* seed production, herbivory and soil nutrients[J]. Journal of Ecology, 1997, 85: 83-93.

Effects of ants (*Tetramorium* sp.) on eastern Qilian Mountains alpine grassland ecosystem

YU Xiao-jun, PU Xiao-peng, HUANG Shi-jie, FANG Qiang-en, XU Ning, XU Chang-lin
(Pratacultural College, Gansu Agricultural University, Key Laboratory of Grassland Ecosystem
of Ministry of Education, Sino-U. S. Centers for Grazing land Ecosystem
Sustainability, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The creation of small-scale vegetation mosaics by building mound is an important aspect of ant activity in grasslands. In order to clear the impacts the alpine grassland by ant mound building, an investigation was made on ants nesting activities to the soil water content, soil bulk density, soil seed bank and soil nutrition in Tianzhu Alpine grassland. Comparing with the adjacent soil, the soil water content of ant nest is significantly lower in depth of soil from 0 to 10 cm than CK, and soil bulk density of ant hill from 0 to 10 cm is lower 59% than CK. Ant has the roll that enrichment soil nutrients and collection seeds to ant hill. The total density of the soil seed of ant hill was the highest in soil from 0 to 10 cm, the second was ant hill soil from 10 to 20 cm, the lowest was at a distance of 1 m from ant nest, as well as seed diversity. The organic matter, total N, total P, available K of the soil in ant nest soil from 0 to 10 cm depth is significantly higher than that around the ant nest, except available N in ant hill soil was lower that CK. The middle of ant hill is bare land, and the grass production near ant nests is significantly lower than non-ant nests.

Key words: ant hill; soil water content; soil bulk density; soil seed bank; soil nutrition; alpine grassland