

思茅茶园土壤节肢动物群落与生境关系

杨效东 余宇平 陶 滔

(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部 昆明 650223)

朱启忠 扈克明

(云南思茅龙生茶叶集团公司 思茅 665000)

提要 通过对云南思茅 6 种不同生态类型茶园土壤节肢动物群落的调查, 获取土壤节肢动物 3 209 个, 分属 5 纲 21 目。优势类群为中小型土壤节肢动物中的蜱螨目和弹尾目; 原尾目、鞘翅目、膜翅目、蜘蛛目和结合目等大型土壤节肢动物为常见类群。结果表明: 多层次茶园群落中, 其土壤节肢动物类群、数量、密度较高; 土壤节肢动物群落多样性指数则以生境条件好、管理措施强、茶叶产量高的 7~9 龄茶园好于生境条件差、管理强度弱、产量低的 3 龄和 30 龄单一种植茶园; 随土壤层深度的增加, 土壤节肢动物类群数和个体数量逐渐减少。

关键词 茶园 土壤节肢动物 群落 生境

云南是我国茶叶生产的主要地区, 95% 以上的山地分布有茶园, 茶园土壤占全省茶园面积的 71.5%^[1], 由于特殊的地理环境和极大差异的气候条件, 使得各地区茶园的土壤条件和生态环境不同, 而茶树生长对土壤有着特殊的需求, 茶园土壤的优劣是茶叶优质高产的基础^[2]。在茶园土壤生态系统中, 土壤节肢动物的生命代谢作用对土壤的发生发展、枯落物的腐解、营养元素循环、微生物的群落组成和活动、土壤生态系统中食物网的组成、土壤环境及土壤肥力的变化等起着重要的影响和指示作用^[3], 笔者以思茅不同生态类型茶园为对象, 调查了茶园土壤节肢动物的组成及分布, 初步探讨茶园土壤节肢动物的群落特征与茶园生境的关系, 为建设高产、高效和优质的生态茶园提供生产指导和理论依据。

1 生态环境与工作方法

1.1 生态环境

思茅是云南大叶茶的生产基地, 现有茶园 40 万亩 (26 666hm²) 左右, 是著名的“普洱茶”的故乡, 位于云南西南部, 99°09′~102°19′E, 22°02′~24°50′N, 属低纬高原季风气候区, 年均温 18~20℃, 年降雨量 1 580mm, 受季风影响形成明显的干湿两季, 干季为 11 月至次年 4 月, 降雨量占全年降雨的 10~17%; 雨季为 5 月至 10 月, 降雨量占全年的 83~90%。年日照时数 2 000 小时左右, 霜冻及降雪极少, 自然环境条件对茶树的生长十分有利。思茅市区茶园主要分布在市区周围的丘陵山地, 海拔 800~1 200m, 四周是次生林地或村庄, 根据种植条件、种植年限、分布海拔、土壤类型等因素, 选择 6 种类型样地进行调

查研究 (表 1)。

表 1 思茅茶园样地主要生境状况
Tab. 1 Habitat situation of the tea garden in Simao

样地号	I	II	III	IV	V	VI
采集地点	思茅市	思茅市	思茅市	思茅市	南岛河	大庙山
土壤类型	赤红壤	赤红壤	赤红壤	赤红壤	红黄壤	黄棕壤
种植模式	单行种植	单行种植	樟- 茶群落	单行种植	单行种植	双行密植
海拔 (m)	1 340	1 340	1 340	1 340	940	1 750
树龄 (年)	7	3	8	30	8	9
树高/ 幅宽 (cm)	75×125	45×75	65×105	85×110	80×120	65×155
郁闭度 (%)	50	20	60	25	60	90
产量 (kg)	270~275	80~100	250~255	120~150	300~350	350~400
周围环境	村庄	村庄	次生林	村庄	次生林	次生林
生产	定期施肥	不定期施肥	定期施肥	不定期施肥	定期施肥	定期施肥
管理	喷药, 中耕	喷药, 中耕	喷药, 中耕	喷药, 中耕	喷药, 中耕	喷药, 中耕

1. 2 研究方法

调查时间: 根据思茅茶园生产期的安排, 11 月至次年 1 月为封园期, 人为干扰较少, 为此于 1996 年 12 月进行采样工作。

采样方法: 各样地均采用 2 种方法进行取样调查, 即在上述样地选取 20×20m² 样区, 在样区中的条播茶棵之间, 选取 50×50×5 (cm³) 样方用手拣法采集大型土壤节肢动物; 另每个样区按对角线法设置 5 个取样点, 在每个取样点按 A (0~5cm)、B (5~10cm)、C (10~15cm) 3 个土壤层分别采样土样, 取样面积 392. 70cm², 所取土样用干漏斗 (Tullgren 法) 分离提取中小型土壤节肢动物, 标本取回后进行分类整理和数据统计。由于土壤动物分类难度大, 本文仍采用大类分类法进行统计^[5]。

2 土壤节肢动物类群与数量的基本组成

6 块样地中, 共取土样 96 个, 获取土壤节肢动物 3 209 个, 分属 5 纲 21 目, 结果见表 2。

思茅茶园土壤节肢动物的类群组成较为丰富, 其中以昆虫纲的类群最多 (14 目), 占全捕类群的 66. 7%, 蛛形纲其次 (3 目), 占 14. 3%, 唇足纲第三 (2 目), 占 9. 5%, 结合纲和软甲纲最少, 各纲仅有一目, 占 4. 8%。依据 Hedrix 对大、中、小型土壤节肢动物划分方法^[6]得出在所捕动物类群中, 大型土壤节肢动物占有较大的类群比例 (14 目), 为 66. 7%, 中小型土壤节肢动物的类群数则较少, 仅有 7 目, 占捕获类群的 33. 3%, 但每一类群的数

量较多。

在数量组成上，蜉蝣目和弹尾目在多样地中占有很高的数量比例，2 类占全捕获量的 80.28%（其中每类占全捕量 10% 以上），可视为优势类群；原尾目、鞘翅目、膜翅目、蜘蛛目和结合目 5 类占全捕量的 14.51%（每类占全捕量的 1% 以上），为常见类群，以上 7 类构成思茅茶园土壤节肢动物群落的主体，对群落的组成具有主导作用；其余 14 类为稀有类群，仅占全捕量的 5.21%（每类占全捕量的 1% 以下）。

表 2 思茅茶园土壤节肢动物组成与数量统计

Tab. 2 Components and individuals of soil arthropod in tea gardens of Simao

类群	样地号						个体 总数	频度 (%)	多度
	I	II	III	IV	V	VI			
* 拟蝎目 Pseudoscorpionida					3		3	0.09	+
蜘蛛目 Araneae	6	4	7	7	8	20	55	1.62	+
* 蜉蝣目 Acarina	251	339	411	362	202	143	1 708	53.23	+++
地蜈蚣目 Geophilomorpha	1				1		2	0.03	+
大蜈蚣目 Lithobiomorphy						1	1	0.03	+
* 结合目 Symphyla	2	4	15	13	1	3	40	1.18	++
等足目 Isopoda				5		3	8	0.25	+
* 原尾目 Protura	3	92	7	6	17	15	140	4.36	++
* 弹尾目 Collembola	233	88	105	97	102	243	869	27.05	+++
* 双尾目 Diplura	1		5	5	1	12	24	0.75	+
* 等翅目 Isoptera			8		16	2	26	0.81	+
鞘翅目 Coleoptera	24	11	32	15	11	19	82	3.49	++
膜翅目 Hymenoptera	12	38	17	18	31	8	154	3.86	++
缨翅目 Thysanoptera	5	1	19		2		27	0.84	+
直翅目 Orthoptera	4		3	14	4	6	31	0.97	+
双翅目 Diptera	10		1	2	2	1	28	0.50	+
革翅目 Dermaptera	2		2				4	0.13	+
鳞翅目 Lepidoptera		1					1	0.03	+
半翅目 Hemiptera	1		3				4	0.13	+
同翅目 Homoptera					3		3	0.09	+
蜚廉目 Biattaria	3		11			3	17	0.53	+

+++：占全捕量的 10% 以上；++：占全捕量的 1~10%；+：占全捕量的 0.1~1% 以上；
* 为中小型土壤节肢动物

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://

3 土壤节肢动物群落与茶园环境的关系

3.1 土壤节肢动物组成与茶园生境

就 6 种类型的茶园样地分析, 同一种植方式、不同海拔分布; 同一海拔分布、不同种植方式和同一种植方式、同一海拔分布、不同种植年限的样地, 其土壤节肢动物群落的组成存在明显差异, 反应在优势、常见和稀有类群的组成类群、组成数、数量组成比例、每一类群所占的数量比例等特征上, 见表 3。

表 3 不同茶园样地土壤节肢动物优势与常见类群组成

Tab. 3 Dominant and common genera of soil arthropod in tea gardens

样地	优 势 类 群		常 见 类 群		稀 有 类 群	
	类群	占样地%	类群	占样地%	类群	占样地%
I	蜱螨目> 弹尾目	86.74	鞘翅目> 膜翅目> 双翅目> 蜘蛛目	9.32	其余 11 类	3.94
II	蜱螨目> 原尾目> 弹尾目	89.80	膜翅目> 鞘翅目	8.47	其余 4 类	1.73
III	蜱螨目> 弹尾目	79.26	鞘翅目> 缨翅目> 膜翅目> 结合目> 蜚蠊目> 等翅目> 原尾目> 蜘蛛目	17.83	其余 6 类	2.91
IV	蜱螨目> 弹尾目	85.15	膜翅目> 鞘翅目> 直翅目> 结合目> 蜘蛛目> 原尾目	13.54	其余 2 类	1.31
V	蜱螨目> 弹尾目	75.24	膜翅目> 原尾目> 等翅目> 鞘翅目> 蜘蛛目> 直翅目	21.54	其余 7 类	3.22
VI	弹尾目> 蜱螨目	80.58	蜘蛛目> 鞘翅目> 原尾目> 双尾目> 膜翅目> 直翅目	16.77	其余 5 类	2.65

所得结果显示, 各样地优势类群主要以中小型土壤节肢动物为主, 其组成差异不大 (除 II 号样地 3 类, 其余均为 2 类), 数量差异明显, 分布在海拔 1 340m 的单一种植茶园中 (I、II、IV), 土壤节肢动物优势类群所占数量比例较高, 常见或稀有类群的数量较少, 而在海拔 1 750m (VI)、940m (V) 和多层次 (III) 的茶园群落中, 常见和稀有类群占有的数量比例相对增加, 优势类群的数量相对减少。在常见类群组成上, 各样地均以大型土壤节肢动物为多, 且类群组成和数量的水平差异较为明显, 原尾目、鞘翅目、膜翅目、蜘蛛目在各茶园样地, 均占有一定数量, 为稳定的常见类群, 不同样地仅存在数量上的差异, 而双尾目、双翅目、等翅目、蜚蠊目和缨翅目等对环境的变化反应敏感, 分布上有明显的选择性, 在不同茶园中, 其个体数量的变化差异较大, 在某 一 茶园生境可视为常见类群, 而

在其它茶园则可能为稀有类群，如等翅目，在气温较高的低海拔茶园和多层次的茶园群落中，其数量增加成为常见类群，而在其它茶园生境则为稀有类群；再如多层次茶园群落中的蜚蠊目、缨翅目和结合目的数量明显多于其它样地，成为该群落的常见类群；而3龄茶园中，原尾目的数量高于弹尾目，成为优势类群等，这些变化特点与园地的环境条件和此类动物的生活习性有关，还需进一步调查。另外，位于高海拔的茶园，因气温较低，使得弹尾目个体数量多于蜚蠊目，而其余样地表现为蜚蠊目个体数量最多、弹尾目其次，呈现出随样地海拔升高、温度降低，弹尾目数量逐步增加、蜚蠊目数量下降，这与我国亚热带土壤动物的分布特点是相同的^[5]。综上所述，各土壤节肢动物群落的组成差异性，不仅表现在稀有类群上，优势和常见类群在数量与组成上也存在差异，可作为土壤环境变化的指示生物进一步研究。

3.2 土壤节肢动物的分布与茶园生境

3.2.1 水平分布

土壤节肢动物的分布随土壤环境条件的变化而变化，这是生物有机体对环境影响的反应，思茅不同类型茶园，其土壤类型和条件、海拔、种植模式、管理措施等环境因素均不相同，导致土壤节肢动物的水平分布差异较为复杂，结果见图1、图2。

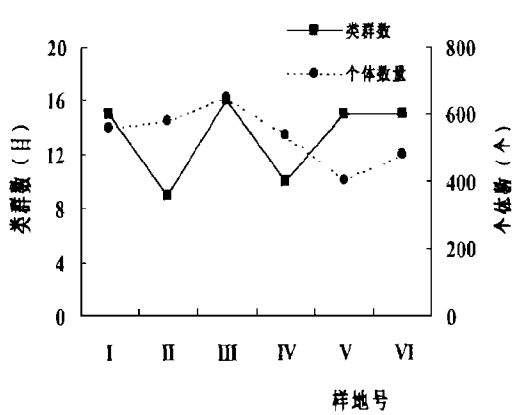


图1 土壤节肢动物组成和数量在不同茶园样地中的变化

Fig.1 Changes of components and quantities of soil arthropods in tea garden

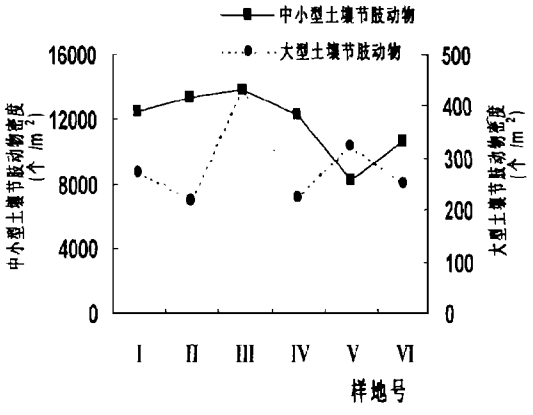


图2 土壤节肢动物密度在不同茶园样地中的变化

Fig.2 Changes of density of soil arthropods in tea garden

结果显示，不同类型茶园中，土壤节肢动物类群数与个体数的分布变化曲线不一致（图1），III号样地中，土壤节肢动物最丰富（16类，651个），I号样地其次（15类，558个）；II、IV号样地类群数较少（II-9、IV-10），个体数却较高（II-578、IV-539）；V、VI号样地个体数相对较低（V-404、VI-479），但类群数相对要多（V-15、VI-14）。从土壤节肢动物密度分布情况看（图2），各样地大型土壤节肢动物密度远比中小型低，6块茶园样地中，各类土壤节肢动物密度的分布有较大差异，其中III号样地大、中小型土壤节肢动物密度最高，I号样地次之，II、IV号中小型密度高于V、VI号样地，但大型动物密度却为较低水平。

由此得出, 土壤节肢动物在茶园的分布受茶园地理位置、种植模式、种植年限及不同管理措施等因素的影响, 相同条件下, 呈现出多层次的茶园群落优于单一种植的茶园, 中龄茶园好于老龄和幼龄茶园, 管理措施强的多于管理措施弱的, 并且中小型动物的分布以高海拔和幼龄茶园为多, 大型动物的分布则表现出低海拔茶园多于高海拔茶园、老龄茶园多于幼龄茶园等带一定规律性的分布趋势(虽然 3、30 龄茶园土壤节肢动物的数量较多, 但主要集中于优势类群, 群落富集种的相对多度大、类群数少)。说明在茶园生态系统中, 可通过改变种植模式、增施有机肥、改变土壤性状等人为调节方式, 提高土壤肥力, 促进土壤节肢动物的发展。需要指出的是, 土壤节肢动物的多寡与茶园土壤理化条件有极为密切的相关关系, 土壤有机质、营养元素、水分、酸碱度及物理性质等因子的变化, 对土壤节肢动物的组成和分布均会产生较大影响^[7], 有待于进一步研究探讨。

3. 2. 2 垂直分布

各样地土壤节肢动物类群和数量的垂直分布见图 3。

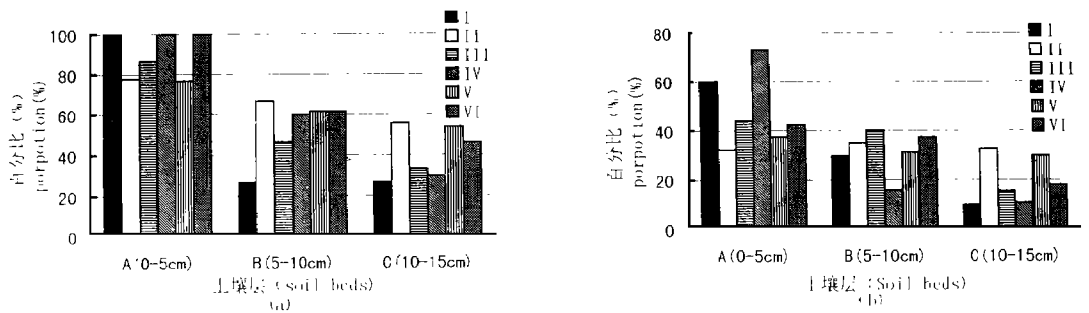


图 3 土壤节肢动物类群和个体数量比例的垂直分布变化

Fig.3 Vertical changes of proportion on groups and of individual of soil arthropod in soil beds in tea garden

- (a) 类群数的垂直分布 The vertical changes of proportion on groups
(b) 个体数量的垂直分布 The vertical changes of proportion on number of individual

土壤节肢动物在茶园土体中的垂直分布受土壤物理性质和营养状况的制约, 调查表明, 随着土壤层的加深, 土壤温度下降, 土壤 pH 值和含盐量增加, 而有机质和营养元素降低, 从而导致土壤节肢动物的垂直分布由表层向低层逐渐减少。从类群数的分布看, A 层占有近 80% 以上的类群 (有的样地为 100%), B 层占 60%, C 层仅占 40% 左右; 从个体数的分布情况看, 48.46% 的土壤动物分布在土体的 A 层, B 层为 33.2%, 而 C 层较少, 仅为 19.09%。另外, 不同的样地环境, 土壤节肢动物在土壤层中的垂直分布存在数量上的差异性, 一般看来, 高海拔地区和老龄茶园不同土壤层中, 土壤节肢动物类群数和个体数量的分布差异较高。

3. 3 土壤节肢动物群落多样性与茶园生境

选取 Shannon-Wiener 指数 (H')、Simpson 指数 (C)、Shannon-Wiener 均匀性指数 (e) 和物种丰富度指数 (S) 对 6 种类型茶园土壤节肢动物群落进行多样化比较, 结果见表

表 4 思茅茶园土壤节肢动物群落结构重要指标值

Tab. 4 Important index of soil arthropod communities in the tea garden

指 标	样 地 号					
	I	II	III	IV	V	VI
S	15	9	16	10	15	14
H'	1.271	1.237	1.391	1.145	1.544	1.434
e	0.409	0.563	0.502	0.497	0.570	0.543
C	0.379	0.393	0.429	0.486	0.323	0.351

群落的稳定性是指它对外部干扰的抵抗性能，影响群落稳定性的因素很多，多样性是其中的一个重要因素^[8]。调查结果表明，6 种类型茶园中，土壤节肢动物群落的 Shannon-Wiener 指数的排列顺序为 V> VI> III> I> II> IV；丰富度指数为 III> I = V> VI> II；Shannon-Wiener 均匀性指数比较结果为 V> II> VI> III> IV> I；Simpson 优势度指数为 IV> III> I> II> IV> V。多样性、均匀性和优势度均取决于群落类群数和各类群的个体数，多样性是群落丰富度和均匀性二者的函数，二个要素均影响到整个群落的多样性，多样性指数大，说明群落物种丰富，结构复杂，类群数量分布均匀，稳定性较强；优势度反映群落优势集中的程度，优势度指数愈大，多样性与均匀性指数愈低。从所得结果看，位于低海拔和高海拔地区的茶园，虽然群落的丰富度和个体数量低，但各类群数量分布均匀，群落的均匀性指数高，优势度指数低，其多样性指数较高；而多层次茶园群落中，土壤节肢动物的类群数和个体数最高，但由于数量分布的均匀性差，优势度指数高，固多样性指数降低；此外，3 年幼龄和 30 年老龄茶园的多样性指数低于 7~9 龄的中龄茶园，也与它们丰富度及均匀性较低有关。另外可看出，周围生态环境较好的茶园（V、VI、III），其土壤节肢动物群落多样性和稳定性要好于环境条件较差的茶园（I、II、IV）。由此说明土壤节肢动物群落多样性的大小与茶园分布的海拔无太大关系，而与茶园的种植年限、种植模式、管理措施和周围生态环境优劣密切相关，此外，造成上述茶园生态系统土壤节肢动物群落结构水平差异性的原因十分复杂，如喷洒农药、翻耕土地、施肥等人类活动都可对其产生影响作用，同时也说明，可将土壤节肢动物群落结构的变化作为监测土壤质量的指标而进一步开展深入的研究。

4 结 语

(1) 中小型土壤节肢动物中的蜱螨目和弹尾目为思茅茶园土壤节肢动物群落组成的优势类群，大型土壤节肢动物中的原尾目、蜘蛛目、膜翅目、鞘翅目和结合目为常见类群，而缨翅目、双翅目、等翅目和直翅目等，对环境变化有较强的选择性，在不同茶园中其数量变化较大，在某一茶园生境可视为常见类群，而在其它茶园生境则可能为稀有类群。

(2) 土壤节肢动物类群和数量的分布受多种环境因子综合影响，在不同类型茶园中表现出明显的差异和复杂性。总体来看，呈现出多层次的茶园群落优于单一种植的茶园，中龄茶园好于老龄和幼龄茶园，管理措施强的多于管理措施弱的，并且中小型动物的分布以高海拔和幼龄茶园为多，大型动物的分布则以低海拔、老龄茶园为多等带一定规律性分布趋势。垂直分布规律为随土壤层深度的增加，动物类群数和个体数量减少，但在不同的茶园环境，土壤节肢动物类群和数量的垂直分布差异不同。

(3) 群落的多样性、均匀性和优势度指数是反映群落结构和功能的可测指标，土壤环

境的空间差异直接影响到土壤节肢动物群落结构, 不同类型茶园土壤节肢动物群落多样性指数结果显示, 中龄茶园多样性指数高于幼龄和老龄茶园, 茶园周围生态环境较好的优于环境较差的, 多层次茶园好于单一种植的茶园。

参 考 文 献

- 1 吴征镒, 谭庆麟, 张敖罗等. 云南生物资源开发战略研究. 昆明: 云南科技出版社, 1990. 127~137.
- 2 王文富, 邱鼎宜, 吴家才等. 云南土壤. 昆明: 云南科技出版社, 1996. 725~731.
- 3 John C M and Davide E W. Arthropod regulation of Micro-and mesobiota in below-ground detrital food webs. *Ann. Rev. Entomol.*, 1988, 33, 419~439.
- 4 潘政扬, 李德贵. 振兴边疆之路探索. 昆明: 云南科技出版社, 1991. 5~12.
- 5 尹文英. 中国亚热带土壤动物. 北京: 科技出版社, 1992. 75~83.
- 6 Hendrix P F, Crossley D A and Blair J M. Soil biota as component of sustainable agroecosystems, In Edwards, C A (ed.) *Sustainable agriculture systems. Soil and Water Conserv. Soc. Ankey, IA*, 1990. 637~654.
- 7 王宗英, 路有成, 陈发杨. 皖南低丘茶园土壤动物群落结构研究. *地理学报*, 1991, 46(2): 213~223.
- 8 金翠霞, 吴亚. 群落多样性测定及其应用的探讨. *昆虫学报*, 1981, 24(1), 28~33.

STUDY ON SOIL ARTHROPOD COMMUNITIES AND ENVIRONMENT IN TEA GARDEN OF SIMAO

Yang Xiaodong She Yuping Tao Tao

(*Kunming Section, Xishuangbanna Tropical Botanic Garden,
Academia Sinica, Kunming 650223*)

Zhu Qizhong Hu Keming

(*Simao Lonsheng Tea Group Limited Company, Simao 665000*)

Key words tea garden, soil arthropod, communities, environment

Abstract

The soil arthropod communities in 6 different tea gardens of Simao were investigated in December, 1995. 3 209 individuals of soil arthropod were collected, which belong to 5 classes, 21 orders. The dominant groups are Acarina and Collembola, which belong to Mesarthropod. The common groups are Areaene, Symphyla, Protura, Coleoptera and Hy-menoptera, they belong to Macroarthropod. The genera, number of individuals, density of soil arthropod communities in double tea garden is better than others. The index of diversity of soil arthropod communities in 7~9 years tea gardens that surrounding is good and yield is high are better than those in 3 years or 30 years tea garden that surrounding is bad and yield is lower. The vertical distribution pattern is that the groups and number of soil arthropod are decrease with soil depth, but number of individuals of some groups in bottom are more than those in surface in different tea gardens.