

叶 岳,姜玉霞,陈 华.大型土壤动物功能类群对小生境环境因子的响应[J].江苏农业科学,2019,47(3):253-257.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.03.060

# 大型土壤动物功能类群对小生境环境因子的响应

叶 岳,姜玉霞,陈 华

(肇庆学院,广东肇庆 526061)

**摘要:**为探讨七星岩景区小生境大型土壤动物功能类群对环境因子变化的响应,对七星岩景区小生境(土面、石槽、石沟)的大型土壤动物功能类群进行研究。结果表明,七星岩景区小生境共捕获大型土壤动物 435 只,分别隶属于 4 门 8 纲 15 类;植食性、枯食性土壤动物共占总捕获数的 79%,是七星岩景区小生境的主要功能类群。石沟大型土壤动物的密度显著高于其他 2 个小生境( $P < 0.05$ ),各生境间类群数的差异不显著,而小生境土层对大型土壤动物生物量均有显著影响( $P < 0.05$ )。通过对大型土壤动物功能类群与 9 种环境因子进行 Pearson 相关分析可知,大型土壤动物功能类群密度对土壤温度是正向响应,对土壤湿度是负向响应,其类群数和生物量对土壤温度是负向响应,对土壤湿度是正向响应;大型土壤动物功能类群与 pH 值、有机质相关性不显著,除类群数对 pH 值是负向响应外,其他都是正向响应;密度对铵氮具有显著负向响应( $P < 0.05$ ),从其密度、类群数和生物量方面来看,前两者对铵氮和速效养分是负向响应,生物量对铵氮和速效养分是正向响应;密度对土壤含水量有极显著正向响应( $P < 0.01$ ),密度和类群数对土壤含水量是正向响应,对土壤容重是负向响应,而生物量对土壤含水量和土壤容重均是正向响应。RDA(冗余分析)结果显示,七星岩大型土壤动物均受到多种环境因子的影响,每种因子对于每种功能类群均产生不同的效应。

**关键词:**小生境;大型土壤动物;功能类群;环境因子;响应

**中图分类号:** S154.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)03-0253-04

广东肇庆是国家林业局授予的国家森林城市,也是广东建设的面向大西南枢纽的门户城市。肇庆七星岩景区(以下简称七星岩)为星湖国家重点风景名胜区的一部分,位于肇庆市城区的北面,北倚北岭山,南连肇庆市城区中心,面积为 760.00  $\text{hm}^2$ ,其中湖面称为星湖,面积为 560.87  $\text{hm}^2$ 。

七星岩特殊的地理位置和景观特色在构成肇庆“山(北岭山)、湖(星湖)、城(肇庆城)、江(西江)”城市形态中起到极其重要的作用,并对肇庆的城市良好生态环境起到关键作用。因此,保护其景观格局、景观资源具有十分重要的意义。虽然有学者探讨了七星岩的植物群落<sup>[1-2]</sup>、风景名胜区开发演变<sup>[3]</sup>和两栖爬行动物<sup>[4]</sup>等,但对大型土壤动物功能类群与小生境环境因子之间的研究基本属于空白。对七星岩小生境土壤动物功能类群进行研究,有助于揭示北回归线土壤动物的生态功能状况,为深入研究土壤动物的结构与功能关系奠定基础。为方便研究,根据已报道的研究结果<sup>[5-6]</sup>和研究实际情况把土壤动物群落按不同功能组成划分为 5 类,即植食性、腐食性、枯食性、捕食性和杂食性。这种分类方法对简化研究环节、探讨土壤动物在小生境中的功能大有裨益。

## 1 研究区概况及研究方法

七星岩位于肇庆市端州区中北部,南临城区,北倚北岭

山,地理位置为 23°04'52.25"N,112°28'18.22"E。七星岩以岩峰、湖泊、溶岩地貌为主要景观。七座岩山排列状如天上北斗,镶嵌在约 600  $\text{hm}^2$  的湖面上。七星岩基本上分成 2 行,可由东向西进行游览。七岩是阅风岩、玉屏岩、石室岩、天柱岩、蟾蜍岩、仙掌岩和阿坡岩。峰岩陡立峻峭,妖娆多姿,形似点缀在天空中的北斗七星,故称七星岩。

### 1.1 样点设置

研究区生长红背山麻杆、海芋、小叶女贞、竹叶花椒、截裂毛蕨、马缨丹、假鹰爪、求米草、合果芋、天香藤、早花忍冬、鸡蛋花、马甲子、狗肝菜、粘木、樟叶木防己、洋金凤、小蜡、黄荆、牛耳枫、半夏、黄桫、东陵绣球、金钱蒲、贯众、鹅掌柴、土薄荷等植物。在研究区小生境里,有石面、石洞、石缝、石沟、石槽、土面,划分参照文献<sup>[7]</sup>进行。由于石面、石洞、石缝中几乎没有或完全没有土壤,因此只选择石沟、石槽、土面进行研究。

### 1.2 采样时间和采样方法

采样于 2017 年 7—8 月进行,选择阅风岩、玉屏岩、石室岩、天柱岩、仙掌岩和阿坡岩(蟾蜍岩峰岩陡立峻峭,考虑到安全问题没有进行采样)6 座石岩进行采样,6 座石岩小生境均分布有石沟、石槽、土面 3 种小生境类型,每种小生境类型随机选取 1 个取样点,分别按土层 0~5、5~10、10~15 cm 取样,取样面积为 25 cm × 25 cm/样,每座、每种小生境重复 3 次,每座石岩 9 个点 3 个深度取 27 个样品,6 座石岩小生境类型共 162 个样品。大型土壤动物采用国际通用的手拣法采集,用 70% 乙醇杀死固定,带回室内分类鉴定。本研究中大型土壤动物的分类和统计主要采用尹文英等的方法<sup>[8]</sup>,室外统计个体数量,室内鉴定到目或科。

### 1.3 数据处理

数据统计分析使用 SPSS 13.0 软件;各生境土壤动物间

收稿日期:2018-07-11

基金项目:国家自然科学基金(编号:31600573);广东省肇庆市科技创新指导类项目(编号:201704030303);肇庆学院青年项目(编号:201735);肇庆学院服务地方发展项目(编号:201757);广东省肇庆市教育研究课题(编号:ZQJY2017018)。

作者简介:叶 岳(1981—),男,广东潮州人,硕士研究生,讲师,主要从事动物生态研究。E-mail:yy8895904@126.com。

的差异用 One – Way ANOVA 分析;应用 Pearson 相关分析和 RDA(冗余分析)探讨土壤动物与各环境因子间的关系。冗余分析应用 Canoco 4.5 软件完成。

土壤理化性质(有机质、铵态氮、速效磷、速效钾和 pH 值)通过仪器(顺龙 SL2C2)处理土样得到,而土壤容重和土壤含水量通过环刀法和铝盒法计算。

2 结果与分析

2.1 小生境大型土壤动物的群落结构

七星岩小生境共捕获大型土壤动物 435 只,分别隶属 4 门 8 纲 15 类(表 1)。优势类群是腹足纲、马陆和蜚蠊目,常见类群是寡毛纲、蜘蛛目、球马陆、蜈蚣目、地蜈蚣目和蚁科,稀有类群是涡虫纲、等足目、石蜈蚣目、鞘翅目幼虫、步甲科幼

虫和拟步甲科幼虫。植食性土壤动物是腹足纲、步甲科幼虫和拟步甲科幼虫,共捕获 149 只,占总捕获数的 34.25%;枯食性土壤动物是等足目、马陆、球马陆、蜚蠊目,共捕获 193 只,占总捕获数的 44.37%;腐食性土壤动物是涡虫纲和寡毛纲,共捕获 24 只,占总捕获数的 5.52%;捕食性土壤动物是蜘蛛目、石蜈蚣目、蜈蚣目和地蜈蚣目,共捕获 35 只,占总捕获数的 8.05%;杂食性土壤动物是鞘翅目幼虫和蚁科,共捕获 34 只,占总捕获数的 7.82%。植食性、枯食性土壤动物共占总捕获数的约 79.00%,是七星岩景区小生境的主要功能类群。经显著性检验发现,石沟大型土壤动物的密度显著高于其他 2 个小生境( $P<0.05$ ),各生境间类群数的差异不显著,与相关报道不一致<sup>[9]</sup>。

表 1 小生境土壤动物的种类和数量组成

类群	七星岩景区						个体总数 (只)	频度 (%)	多度	功能类群
	土面		石沟		石槽					
	个体数 (只)	占总数比例 (%)	个体数 (只)	占总数比例 (%)	个体数 (只)	占总数比例 (%)				
涡虫纲	0	0.00	1	0.52	0	0	1	0.23	+	腐食性
寡毛纲	10	7.30	4	2.07	9	8.57	23	5.29	++	腐食性
腹足纲	42	30.70	72	37.31	31	29.52	145	33.33	+++	植食性
蜘蛛目	1	0.73	1	0.52	13	12.38	15	3.45	++	捕食性
等足目	0	0.00	1	0.52	2	1.90	3	0.69	+	枯食性
马陆	27	19.70	40	20.73	13	12.38	80	18.39	+++	枯食性
球马陆	22	16.10	6	3.11	6	5.71	34	7.82	++	枯食性
石蜈蚣目	0	0.00	1	0.52	0	0	1	0.23	+	捕食性
蜈蚣目	3	2.19	1	0.52	10	9.52	14	3.22	++	捕食性
地蜈蚣目	3	2.19	0	0	2	1.90	5	1.15	++	捕食性
蜚蠊目	12	8.76	51	26.42	13	12.38	76	17.47	+++	枯食性
鞘翅目幼虫	1	0.73	2	1.04	0	0	3	0.69	+	杂食性
步甲科幼虫	2	1.46	0	0	0	0	2	0.46	+	植食性
拟步甲科幼虫	0	0.00	1	0.52	1	0.95	2	0.46	+	植食性
蚁科	14	10.20	12	6.22	5	4.76	31	7.13	++	杂食性
总计	137		193		105		435			

注:+++为优势类群(>10%);++为常见类群(1%~10%);+为稀有类群(<1%);土壤动物一部分兼具植食和捕食等食性,统一划分为杂食性。

2.2 大型土壤动物生物量

石沟大型土壤动物生物量最大,土面和石槽总生物量相差不大(图 1)。3 种小生境生物量均为 0~5 cm 最高;土面生物量是 0~5 cm>10~15 cm>5~10 cm,0~5 cm 生物量占土面总生物量的 57.30%;石沟生物量是 0~5 cm>5~10 cm>10~15 cm,0~5 cm 生物量占石沟总生物量的 58.20%,0~10 cm 生物量占石沟总生物量的 99.60%;石槽生物量是 0~5 cm>10~15 cm>5~10 cm,0~5 cm 生物量占石槽总生物量的 82.60%。经显著性检验,小生境土层对大型土壤动物生物量有显著影响( $P$ 值=0.48<0.05)。

2.3 大型土壤动物功能类群对环境因子的响应

2.3.1 大型土壤动物功能类群对土壤温度、土壤湿度的响应

由表 2 可知,大型土壤动物功能类群对土壤温度和土壤湿度响应程度不高。从密度方面看,对土壤温度是正向响应,对土壤湿度是负向响应;而从类群数和生物量方面来看,二者响应程度则一致,类群数对土壤温度、湿度是负向响应,生物量

对土壤温度、湿度是正向响应。

2.3.2 大型土壤动物功能类群对 pH 值、有机质的响应 由表 3 对大型土壤动物功能类群与 pH 值和有机质的相关分析表明,大型土壤动物功能类群与 pH 值和有机质相关性不显著。大型土壤动物功能类群对 pH 值、有机质的响应,除类群数对 pH 值是负向响应外,其他都是正向响应。这表明在小生境中土壤酸碱度和土壤有机质不是影响大型土壤动物功能类群的因子。

2.3.3 大型土壤动物功能类群对铵态氮和速效养分的响应

由表 4 对大型土壤动物功能类群与铵态氮和速效养分的相关分析结果表明,大型土壤动物功能类群的密度对铵氮具有显著负向响应( $P<0.05$ ),表明大型土壤动物功能类群的密度对土壤铵氮含量的响应程度高,会随着铵氮含量的增加而减小。从密度、类群数和生物量方面来看,三者响应程度一致,前两者对铵氮和速效养分是负向响应,生物量对铵氮和速效养分是正向响应。

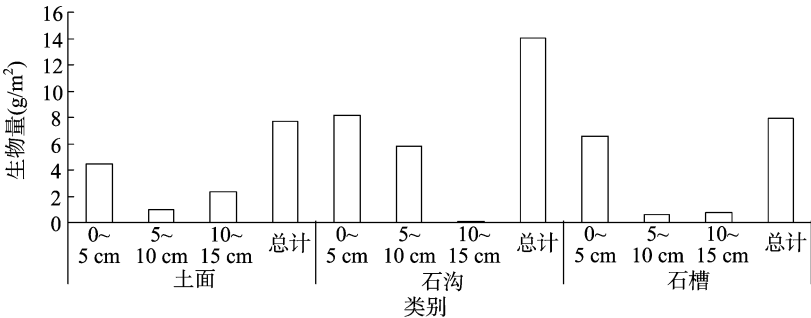


图1 小生境大型土壤动物生物量

表2 大型土壤动物功能类群与土壤温度和土壤湿度的相关系数

类别	相关系数		
	密度	类群数	生物量
土壤温度	0.261	-0.103	0.124
土壤湿度	-0.090	-0.441	0.463

注: \* 表示相关性显著 ( $P < 0.05$ ); \*\* 表示相关性极显著 ( $P < 0.01$ )。下表同。

表3 大型土壤动物功能类群与 pH 值和有机质的相关系数

类别	相关系数		
	密度	类群数	生物量
pH 值	0.310	-0.052	0.077
有机质	0.724	0.923	0.932

表4 大型土壤动物功能类群与铵态氮和速效养分的相关系数

类别	相关系数		
	密度	类群数	生物量
铵态氮	-0.998 *	-0.908	0.898
速效磷	-0.543	-0.808	0.822
速效钾	-0.139	-0.485	0.506

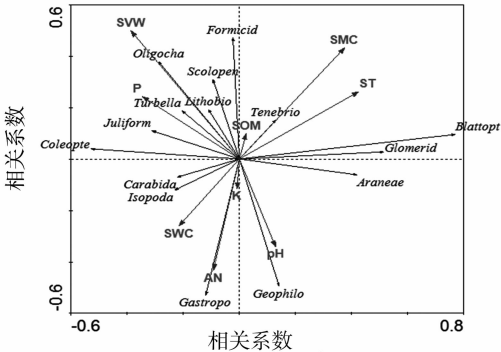
2.3.4 大型土壤动物功能类群对土壤物理性质的响应 通过对大型土壤动物功能类群与土壤物理性质的相关分析可知,大型土壤动物功能类群密度对土壤含水量有极显著的正向响应 ( $P < 0.01$ ),对土壤容重有负向响应,这与相关研究结果一致<sup>[10]</sup>,说明大型土壤动物功能类群的密度对土壤含水量响应程度极高,随着土壤含水量增加而增大。结合土壤容重的负向响应,表明小生境土壤含水量、土壤通透性、土壤孔隙度越高,大型土壤动物的密度就越大,土壤动物的活动加大,土壤微生物增多,土壤对凋落物的分解加大,这将对土壤有机质增加有益。由表5可知,密度和类群数对土壤含水量和土壤容重的响应一致,对土壤含水量是正向响应,对土壤容重是负向响应,而生物量对土壤含水量和土壤容重均是正向响应。

表5 大型土壤动物功能类群与土壤机械组成的相关系数

类别	相关系数		
	密度	类群数	生物量
土壤含水量	1.000 **	0.928	0.918
土壤容重	-0.978	-0.988	0.984

2.3.5 大型土壤动物功能类群与环境因子分析 土壤动物与土壤之间有着密切的关系,因此土壤环境会在很大程度上影响土壤动物的分布特征<sup>[11-12]</sup>。本研究选用 RDA 分析大型土壤动物与土壤环境因子之间的关系,选取的土壤环境因子为土壤温度、土壤湿度、土壤有机质、铵氮、速效磷、速效钾、pH 值、土壤含水量和土壤容重。

由图2可以看出,不同大型土壤动物对环境因子的响应程度不同,地蜈蚣目分布主要受 pH 值影响,与土壤养分含量、土壤温湿度和土壤物理性质无明显关系;蜘蛛目、球马陆、蜚蠊目主要受土壤温湿度和 pH 值影响,而土壤有机质、铵氮、速效磷、速效钾、土壤含水量和土壤容重对其影响较小;拟步甲科幼虫主要受土壤温湿度、土壤有机质、土壤含水量、铵氮和速效钾影响较大,与 pH 值、速效磷和土壤容重无明显关系;蚁科、蜈蚣目、石蜈蚣目、寡毛纲、涡虫纲、马陆、鞘翅目幼虫主要受土壤有机质、土壤容重和速效磷影响,土壤温湿度对其影响不大;腹足纲,等足目和步甲科幼虫主要受土壤含水量、铵氮和速效钾影响,土壤容重对其影响较小。



Turbellaria—涡虫纲; Oligochaeta—寡毛纲; Gastropoda—腹足纲; Araneae—蜘蛛目; Isopoda—等足目; Juliformia—马陆; Glomerida—球马陆; Lithobiomorpha—石蜈蚣目; Scolopendromorpha—蜈蚣目; Geophilomorpha—地蜈蚣目; Blattoptera—蜚蠊目; Coleoptera larvae—鞘翅目幼虫; Carabidae—步甲科幼虫; Tenebrionidae—拟步甲科幼虫; Formicidae—蚁科; ST—土壤温度; SMC—土壤湿度; SOM—土壤有机质; AN—铵氮; P—速效P; K—速效K; pH—pH值; SWC—土壤含水量; SVW—土壤容重

图2 大型土壤动物与土壤环境因子关系

3 讨论与结论

3.1 讨论

3.1.1 大型土壤动物数量组成特征 土壤动物群落碎屑食物网是生态圈里十分重要的一部分。通过对数据的统计分析,植食性(腹足纲、步甲科幼虫、拟步甲科幼虫)、枯食性(等足目、马陆、球马陆、蜚蠊目)土壤动物共占总捕获数的 79%,是七星岩小生境的主要功能类群。说明小生境土壤系统中输入的凋落物,被植食性和枯食性动物破碎并分解进入土壤物质能量循环中,又能够为其其他功能类群提供食物和能量。因此,植食性和枯食性大型土壤动物对小生境土壤食物网有非常重要的作用。

土壤动物在土层分布都有表聚性,本研究中小生境大型土壤动物功能类群也具有表聚性。由本研究结果看出,3种小生境生物量均为0~5 cm最高,说明个体数和生物量能反映小生境土壤环境因子在土层垂直方向上的分布状况。

**3.1.2 大型土壤动物功能类群对环境因子变化的响应** 通过研究大型土壤动物功能类群与土壤温度、湿度之间的相关性表明,大型土壤动物对土壤温度、湿度的响应程度不高。这和刘任涛等研究得出的大型土壤动物的类群数与土壤温度具有显著正相关关系,与土壤湿度有显著负相关关系的结果<sup>[13-14]</sup>不一致。7—8月的主导环境因子为土壤温湿度,但生境变化幅度较小,可能由于小生境环境具有特异性,因此该生境内大型土壤动物对土壤温度、湿度的变化响应程度不高。

大型土壤动物对pH值的响应程度不明显,但具有正相关关系。有研究表明,在BIOTREE-FD样地,线虫与土壤pH值之间的相关性不显著<sup>[15]</sup>。土壤动物的酸碱度对于土壤动物分布影响很大<sup>[16]</sup>,小生境内土壤pH值均属于酸性条件(pH值为5.8~6.1),可能在其耐受范围内大型土壤动物密度和生物量会随着pH值的增加而呈上升趋势。大型土壤动物密度对有机质具有正向响应,研究结果与其一致<sup>[17]</sup>。大型土壤动物个体数量的增多能加快凋落物的破碎和分解,提高土壤有机质含量。

大型土壤动物功能类群的密度对铵氮响应程度高,具有显著负向响应,会随着铵氮含量的增加而减小。密度、类群数对铵氮和速效养分是负向响应,生物量对铵氮和速效养分是正向响应,但三者响应程度均不明显。土壤养分是土壤肥力的重要指标之一,研究者们普遍认为,土壤动物对某些土壤养分具有正向响应,即土壤动物随着土壤养分的增加而增加<sup>[18-19]</sup>,但本结果与之相反。

大型土壤动物功能类群密度对土壤含水量响应程度极高,具有极显著正向响应,大型土壤动物的各种生命过程均离不开水,因此土壤含水量也就成为土壤动物的重要限制因子<sup>[16]</sup>。由本研究结果可知,随着土壤含水量增加,密度、类群数和生物量均增大;结合土壤容重的负向响应,表明小生境土壤含水量、土壤通透性、土壤孔隙度越高,大型土壤动物密度就越大,土壤动物的活动加大,土壤微生物增多,对凋落物的分解加大,这将对土壤有机质提高有益。在一般情况下,土壤有机质含量越高,大型土壤动物的个体数越多,这也从另一方面说明土壤有机质和大型土壤动物功能类群呈正向响应。由本研究结果可知,密度和类群数对土壤含水量和土壤容重响应一致,对土壤含水量是正向响应,对土壤容重是负向响应,而生物量对土壤含水量和土壤容重均是正向响应。

**3.1.3 大型土壤动物功能类群与环境因子分析** 由于土壤系统的复杂性,任何栖息在此的生物均会受到其周围多种理化因子的影响。RDA冗余分析结果显示,七星岩大型土壤动物均受到多种环境因子的影响,每种因子对于每种功能类群均产生不同的效应,其综合结果就造成了不同小生境下大型土壤动物功能类群结构上的差异。

七星岩小生境的主要功能类群为植食性和枯食性土壤动物。由本研究结果可知,以腹足纲为主的植食性土壤动物活动能力有限,主要受土壤含水量、铵氮和速效钾影响较大,说明在土壤含水量较大时,作为初级消费者的土壤动物能加快

分解凋落物,但等铵态氮和速效钾增加时反而会抑制腹足纲的密度;以马陆、球马陆和蜚蠊目为主的枯食性土壤动物主要受土壤温湿度、pH值、土壤有机质、土壤容重和速效磷影响,说明在土壤温度适合、土壤酸碱度较高、土壤较疏松的条件下,马陆、球马陆和蜚蠊目能破碎凋落物,提高土壤的有机质含量。但随着土壤湿度和速效磷累积升高时,会抑制马陆、球马陆和蜚蠊目的密度。虽然步甲科幼虫、拟步甲科幼虫和等足目分别属于植食性土壤动物和枯食性土壤动物,但个体数量较少,是稀有类群,可作为环境因子的指示生物。

因为小生境土壤少且贫瘠、植被覆盖率低、植食性和枯食性土壤动物主要受土壤物理性质等外部条件影响,有研究表明土壤动物与土壤理化因子的作用是相互影响和制约的,土壤理化因子既是土壤节肢动物赖以生存的条件,又是限制其分布的因素<sup>[20-21]</sup>。因此,一旦外部条件异常,有可能对小生境土壤动物造成极大影响,进而破坏土壤生态系统。

### 3.2 结论

(1)七星岩植食性、枯食性土壤动物共占总捕获数的79%,是七星岩景区小生境的主要功能类群。经显著性检验,石沟大型土壤动物的密度显著高于其他2个小生境,各生境间类群数的差异不显著,而小生境土层对大型土壤动物生物量有显著的影响( $P$ 值=0.48<0.05)。

(2)土壤动物的密度、类群数和生物量能够对环境因子变化作出相应的响应。通过对大型土壤动物与9种环境因子进行Pearson相关分析可知,大型土壤动物对环境因子的响应程度不同,差异性较大。大型土壤动物功能类群密度对铵氮有显著负向响应,对土壤含水量有极显著正向响应。

(3)RDA冗余分析结果显示,七星岩大型土壤动物均受到多种环境因子的影响,每种因子对于每种功能类群均产生不同的效应,其综合结果造成了不同小生境下大型土壤动物功能类群结构上的差异。

### 参考文献:

- [1]崔铁成.肇庆七星岩风景区特色植物景观初探[J].肇庆学院学报,2007,28(5):56-59.
- [2]崔铁成,黄俊斌.肇庆七星岩棕榈科植物的造景特征[J].江苏农业科学,2010(1):187-191.
- [3]钟国庆,谭颖华,陈学年,等.肇庆七星岩风景名胜区分区开发演变及其规划整治[J].热带地理,2012,32(2):195-200,209.
- [4]徐大德.广东肇庆七星岩地区两栖爬行动物多样性及其保护[J].四川动物,2001,20(3):152-154.
- [5]廖崇惠,李健雄.华南热带和南亚热带地区森林土壤动物群落生态[M].广州:广东科技出版社,2009:11-26.
- [6]刘长海,刘世鹏,王晓润,等.陕北枣林土壤动物功能类群及其害虫生态调控[J].土壤通报,2011,42(2):316-319.
- [7]朱守谦,何纪星,祝小科,等.喀斯特森林小生境特征初步研究[M]//朱守谦.喀斯特森林生态研究.贵阳:贵州科技出版社,1993:52-62.
- [8]尹文英,宋大祥,唐觉.中国土壤动物检索图鉴[M].北京:科学出版社,1998:1-6.
- [9]吴东辉,张柏,陈鹏.吉林省中西部平原区大型土壤动物群落组成与生态分布[J].动物学研究,2005,26(4):365-372.
- [10]周泓杨,张丹桔,张捷,等.马尾松人工林郁闭度对大型土壤

张良洁,袁希平,甘 淑,等.面向西双版纳热区的耕地质量评价体系构建[J].江苏农业科学,2019,47(3):257-261.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.03.061

# 面向西双版纳热区的耕地质量评价体系构建

张良洁<sup>1</sup>,袁希平<sup>1,2</sup>,甘 淑<sup>1,2</sup>,朱 赞<sup>1</sup>,袁 远<sup>3</sup>

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院,云南昆明 650093; 2. 云南省高原山地空间信息测绘技术应用工程研究中心,云南昆明 650093; 3. 云南农业大学植物保护学院,云南昆明 650201)

**摘要:**西双版纳位于我国西南的热带区域,其适宜的耕地资源有限,针对该热带区域自然条件的特殊性,常规的耕地质量评价体系存在一定的局限性。基于 GIS 空间分析技术尝试构建针对热带区域的耕地质量评价体系,选取西双版纳勐海县作为研究对象,就区域内地形起伏变化大、耕地形状不规整和其他热带区域的自然特征,充分考虑光温生产潜力和耕地规整度等因素,基于土地利用现状图提取得到耕地质量评价单元,并将耕地质量的影响因子空间关联到评价单元;然后以德尔菲(Delphi)法确定选定因素的权重,采用层次分析法计算每个评价单元的综合分值,测算耕地质量等级。评价结果得出:1~6 级耕地分别占全县耕地总面积的 0.17%、5.45%、30.95%、45.01%、17.99%、0.43%。该评价体系的构建是对西双版纳热区耕地资源评价的一次有益尝试,对于该区域土地资源的调查、管理和规划等工作有一定的借鉴意义。

**关键词:**耕地质量;热区;光温生产潜力;田块规整度;德尔菲法

**中图分类号:** F323.211 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)03-0257-05

耕地质量评价既是全面掌握耕地质量状况、促进土地资源节约集约利用的基础;也是当前研究耕地质量变化,建立健全耕地质量评价,改进完善评价指标体系、方法,达到“质量、数量和生态三位一体保护耕地”的目的。据近年来国内外学者的研究,耕地质量评价方法的研究在不断地发展:从单纯的关注评价数量到关注质量<sup>[1]</sup>;从人为划分土壤肥力状况的数量级评定质量到多方面的评价耕地质量<sup>[1-3]</sup>;从大尺度粗略

评价耕地质量等级到基于地理信息系统(GIS)和遥感技术(RS)比较精细地评价耕地质量。耕地质量评价在 GIS 和 RS 技术发展的推动下,逐渐向多目标综合化、评价标准化和精细化发展。

近年大部分耕地质量等级评价方法都是基于栅格数据<sup>[4]</sup>,将耕地图斑切分为锯齿状栅格来进行评价,这样不能保证耕地图斑的完整性,评价准确率也有所降低;常规的耕地质量评价标准在计算光温生产潜力时仅仅采用光温生产潜力比的粗略估计值来进行估计<sup>[5-6]</sup>;仅依据沟渠、水窖等水源基础设施的完善程度,主观地判断灌溉保证率是否满足耕作需要<sup>[7]</sup>;这样的评价方法存在对耕地质量影响因素考虑不充分,评价成果不够精细等问题。

针对西双版纳热区具有代表性的云南省勐海县辖区的耕地,本研究利用 GIS 平台的空间分析技术,整理了勐海县县域内耕地的 11 项相关数据,将获取的信息关联到空间图层,从

收稿日期:2018-09-20

基金项目:国家自然科学基金(编号:41561083、41861054)。

作者简介:张良洁(1994—),女,云南楚雄人,硕士研究生,主要从事资源环境遥感和土地资源管理研究。E-mail:liangjiezhang7@163.com。

通信作者:袁希平,博士,教授,主要从事土地资源管理和环境地质遥感,E-mail:bo5200909@163.com;袁 远,硕士,助理研究员,主要从事植物保护和生物防治研究,E-mail:yuan940@qq.com。

动物功能群的影响[J].应用生态学报,2017,28(6):1860-1868.

[11]殷秀琴,蒋云峰,陶 岩,等.长白山红松阔叶混交林土壤动物生态分布[J].地理科学,2011,31(8):935-940.

[12]Wang Q Y,Zhou D M,Cang L,et al. Indication of soil heavy metal pollution with earthworms and soil microbial biomass carbon in the vicinity of an abandoned copper mine in Eastern Nanjing,China[J].European Journal of Soil Biology,2009,45(3):229-234.

[13]刘任涛,赵哈林,赵学勇.半干旱区草地土壤动物多样性的季节变化及其与温湿度的关系[J].干旱区资源与环境,2013,27(1):97-101.

[14]寇新昌,殷秀琴.长白山地不同次生林土壤动物群落多样性特征及其分布格局[J].山地学报,2017,35(4):429-436.

[15]Schwarz B,Dietrich C,Cesarz S A,et al. Non-significant tree diversity but significant identity effects on earthworm communities in

three tree diversity experiments[J].European Journal of Soil Biology,2015,67:17-26.

[16]孙儒泳.动物生态学原理[M].3版.北京:北京师范大学出版社,2001:110-113.

[17]曹四平,刘长海.土壤动物群落特征及生态功能研究进展[J].延安大学学报(自然科学版),2017,36(4):38-42.

[18]王振中,张友梅,邢协加.土壤环境变化对土壤动物群落影响的研究[J].土壤学报,2002,39(6):892-897.

[19]张俊霞,刘贤谦.太谷县枣园土壤动物与土壤养分的关系[J].山西农业大学学报(自然科学版),2005,25(1):8-11.

[20]罗金明,尹雄锐,叶雅杰,等.大中型土壤动物对内陆盐沼沿退化序列环境的指示研究[J].草业学报,2014,23(2):287-295.

[21]刘任涛,朱 凡,赵哈林.北方农牧交错区土地利用覆盖变化对大型土壤动物群落结构的影响[J].草地学报,2013,21(4):643-649.