西双版纳热带森林地区不同生境 陆生软体动物多样性研究*

陈德牛 杨龙龙 张国庆

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘 要 本文对西双版纳热带森林地区不同生境陆生软体动物的物种多样性进行了研究, 在 9 个生境中进行了定量调查和采集, 共获得 15 000 号标本, 经鉴定, 得 44 种和亚种, 隶于 3 目 15 科 36 属。多样性分析结果表明, 9 种生境的物种丰富度指数 d_{MA} 的取值范围在 0.240~4.634 之间, 多样性指数 H' 的范围是 0.100~1.043, 均匀度 J_{SW} 为 0.305~0.887。根据不同生境物种的相似性系数 C 进行系统聚类, 9 个生境在相似性系数 0.5 的水平时已经被归并为 3 组, 即雨林组、龙山组和次生环境组。傣族龙山确实可以保持雨林的陆生软体动物物种成分的一部分, 但作用有限, 且当龙山面积越小受人为干扰严重时, 失去的雨林成分就越多。雨林一旦被垦为橡胶林或农田, 雨林中原有的陆生软体动物将全部消失, 而代之以非雨林成分, 且物种数量显著减少。

关键词 西双版纳, 生境, 陆生软体动物, 物种多样性

Species diversity of terrestrial mollusks in different habitats in Xishuangbanna tropical forest region/Chen Deniu, Yang Longlong, Zhang Guoqing//CHINESE BIODIVERSITY. —1997, 5(1): 5~13

The species composition and diversity of terrestrial mollusks in 9 different habitats of the tropical forest region in Xishuangbanna are reported in this paper. Approximately 15 000 specimens are collected, and 44 species and subspecies belonging to 3 orders, 15 families, and 36 genera are recognized (table 1). The result of diversity analysis showed that values of species richness indexes d_{MA} of 9 habitats range from 0.240 to 4.634, species diversity indexes H' range from 0.100 to 1.043, and evenness indexes J_{SW} range from 0.305 to 0.887 (table 2). Based on similarity coefficients C in table 3, 9 habitats can be clearly clustered into 3 groups by the systematic clustering: rain forest group, Holy Hill group, and secondary habitat group (fig. 1). Holy Hills of Dai nationality play a certain role in the conservation of rain forest species of terrestrial mollusks, which is affected by the sizes of Holy Hills and the level of disturbance caused by human activities. The smaller a Holy Hill and the more serious the disturbance, the more the lost species. If the tropical rain forest is once exploited for cultivation, all the rain forest species of terrestrial mollusks will disappear and be substituted by some non-rain forest species with a significant decrease in the number of species.

Key words Xishuangbanna, habitats, terrestrial mollusks, species diversity

Author's address Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing 100080

西双版纳是我国热带森林生态系统保持较完整, 热区生物资源十分丰富的地区之一, 素有“热带动植物王国”之称。在占全国面积约 0.2% 的土地上, 已知的高等植物近 4000 种, 占全国种类的 14%^[1]; 陆栖脊椎动物 603 种, 占全国种类的 26%^[2]。被誉为“热带种质资源基因库”, 并为国际社会所注目。

近二、三十年来,由于人口激增和对自然资源的过度利用,如毁林开荒、刀耕火种,西双版纳的森林覆盖率已由五十年代的 55% 下降到目前的 28%,自然生态环境极度恶化,导致许多生物物种在该地区濒于灭绝或消失,物种数量正在减少。植被的显著变化导致动物栖息地的迅速缩小,许多物种受到灭绝的威胁,如垦殖地森林鸟类从开发前的 97 种减少到目前的 28 种,下降了 71%^[3]。许多昆虫和无脊椎动物在还未来得及被认识之前可能就已经消失了。

本世纪五十年代,中苏科学家曾对云南生物资源进行了综合考察,在西双版纳发现并记录了许多动物物种。但与高等植物和其他动物相比,对西双版纳地区陆生软体动物的研究迄今尚属空白。1993~1995 年间,作者承担中国科学院动物研究所所长基金资助的“西双版纳生态环境变化对动物区系的影响和物种变化规律的研究”课题,对不同生境的陆生软体动物进行了定性和定量的调查和采集,并用多样性研究方法^[4-6]对各个生境包括 3 个龙山的软体动物种类组成、数量和变化规律进行了分析。

1 材料和方法

本项研究所用材料系 1993 年 7~8 月间和 1994 年 5~6 月间在云南西双版纳热带地区分别选择勐腊县勐仑镇附近的石灰山雨林、沟谷雨林、热带季雨林、胶林茶园、灌木丛和农田等不同生境,以及曼峨龙山、城子龙山和景洪县小街乡的大勐龙龙山等 3 个傣族龙山调查采集所得。所有生境均处于海拔 580~700 m 范围。其中大勐龙龙山海拔 700 m,面积大约 20 hm²,植被为干性季节性雨林,林内常有人畜穿行,龙山周围被开垦为橡胶林和农田。曼峨龙山位于勐仑镇西,海拔 590 m,面积约 4 hm²,三面是农田,北面为公路。公路对面为傣族传统的薪炭林——铁刀木林,破坏较严重。城子龙山位于勐仑镇南,海拔 660 m,面积 3 hm²,山南为农田,北边山脚坡地是橡胶林和铁刀木林,西侧与次生雨林毗邻。

在所选择的 9 个不同生境中,每一种生境随机地取 6 个样方,面积 50×50 cm,将所有的软体动物分别收集到 75% 的酒清瓶中,以便带回室内进一步鉴定并统计每一物种的个体数量^[7]。然后,对各种生境内软体动物的种类组成和数量从以下几个方面进行分析^[8-10]:

①不同取样环境的物种丰富度 以 Margalef 指数 d_{MA} 来测度, $d_{MA} = (S - 1) / \ln N$, S 为物种数, N 为所有物种的个体数之和;

②种物多样性分析 采用 Shannon-Weaver 信息多样性指数 H' , $H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$
 $H_{\max} = \log_2 S$ 式中 $P_i = n_i / N$, n_i = 种 i 的个体数, N = 样本总个体数;

③均匀度分析 用 Pielou 的均匀度指数 J_{SW} , $J_{SW} = H' / H'_{\max}$ 即

$$J_{SW} = (- \sum P_i \log P_i) / \log S = H' / \log S;$$

④相似性分析 用群落系数 C : $C = W / (A + B)$, 式中 W 为两种不同生境中所用的相同物种的数量, A 、 B 分别表示各个生境中物种的总数;

⑤聚类分析 以相似性系数 C 作为聚类统计量,用系统聚类法中非加权的算术平均聚类法(即组平均法)对不同栖息环境进行聚类。所有数据的处理和聚类分析均在微机上进行。通过上述各项内容的比较和分析,探讨陆生软体动物的种类组成和数量变化与其栖息环境之间的相互关系及规律。

2 结果和分析

2.1 陆生软体动物的种类组成:

1993~1994 连续两年对石灰山雨林、热带季雨林、沟谷雨林、胶林茶园、灌木丛、农田以及曼峨龙山、城子龙山和大勐龙龙山等 9 个不同生态环境 4 次的调查采集, 获得陆生软体动物标本 15 000 号, 经过室内研究鉴定^[11-26], 共有 44 种和亚种, 分隶于 2 亚纲, 3 目, 15 科, 36 属 (表 1)。其中以环口螺科 (Cyclophoridae) 的种类占绝对优势, 有 8 属 13 种, 为总种类数的 29.5%; 阿勇蛞蝓科 (Ariophatindae) 有 8 种 5 属, 占总种数的 18%; 钻头螺科 (Subulinidae) 有 1 属 3 种, 占总种数的 7%; 近水螺科 (Hydrocenidae), 虹蛹螺科 (Pupilliade), 玛瑙螺科 (Achatinidae), 巴蜗牛科 (Bradybsenidae), 扁形蜗牛科 (Paryphantidae), 野纓蛞蝓科 (Ariolimacidae), 嗜粘液蛞蝓科 (Philomycidae) 分别为 1 属 1 种, 各占总种数的 2%; 艾纲螺科 (Enidae) 有 1 属 2 种, 占总种数的 5%; 烟管螺科 (Clausiliidae), 坚齿螺科 (Camaenidae) 分别有 2 属 3 种, 各占总种数的 7%; 扭轴螺科 (Streptoxididae) 有 3 属 3 种, 占总种数的 7%; 足襞蛞蝓科 (Veroniocellidae) 有 1 属 2 种, 占总种数的 5%。

表1 西双版纳不同生境陆生软体动物的种类组成和相对数量

Table 1 Species and relative individual numbers of terrestrial molluscs in different habitats

[illegible]

表 1(续) Table 1 (Continued)

艾纳螺科 Enidae

民氏小泡螺 7 3 4 ★ +
(*Buliminus messageri* △)

巨小泡螺 5 ★ +
(*B. macrostoma* △)

虹蛹螺科 Pupillidae

四齿砂粒螺 新种 58 7 3 ★ +
(*Boysidia fourteethus* sp. nov.)

烟管螺科 Clausiliidae

温布埃真管螺 1 ★ +
(*Euphaedusa vanbuensis* △)

赖氏真管螺 7 ★ +
(*E. lantenoisi* △)

管螺未定种 7 ★ *
(*Phaedusa* sp.)

玛瑙螺科 Achatinidae

褐云玛瑙螺 23 81 3 ★ ● ◇ *
(*Achatina fulica*)

钻头螺科 Subulinidae

细纹钻螺 13 ★ ● ◇ *
(*Opeas gracilis*)

皮氏钻螺 25 ★ +
(*O. pellitum*)

钻螺未定种 35 17 11 5 ★ ● ◇ ■ *
(*Opeas* sp.)

拟阿勇蛞蝓科 Ariophantidae

透明巨楯蛞蝓 5 ★ ● ◇ ■ +
(*Macrochlamys hyalina* △)

巨楯蛞蝓未定种 8 7 3 1 1 ★ ● ◇ ■ *
(*Macrochlamys* sp.)

恰里螺未定种 3 1 2 1 1 4 2 ★ ● ◇ ■ +
(*Kaliella* sp.)

相似大口螺 25 ★ +
(*Megaustenia inusitatum* △)

河内轮状螺 3 2 1 ★ +
(*Trochomorpha tonkinorum* △)

哈氏轮状螺 17 3 3 ★ ● ◇ *
(*Trochomorpha haenseli*)

真卷螺未定种 5 ★ ● ◇ *
(*Euplecta* sp.)

勐仑隐带螺 新种 8 3 5 ★ +
(*Cryptozona menglunensis* sp. nov.)

坚齿螺科 Camaenidae

斑点小丽螺 104 ★ +
(*Ganesella saurivong* △)

表 1(续) Table 1 (Continued)

勐仑坚齿螺 新种 (<i>Camaena menglunensis</i> sp. nov.)	7	4	5	★ +
小带坚齿螺 新种 (<i>C. polyzonatum</i> sp. nov.)	12	6	8	★ +
巴蜗牛科 Bradybaeniidae				
环肋螺未定种 (<i>Plectotropiis</i> sp.)	1		8	★●◇*
扁形蜗牛科 Paryphantidae				
巨环螺未定种 (<i>Macrocyclodes</i> sp.)	1			★ +
扭轴蜗牛科 Streptoxidae				
中华单齿螺 (<i>Haploptychius sinensis</i>)	41			★●◇+
双沟皮氏齿口螺 新种 (<i>Odontartemon Perrottetia biconcavus</i> sp. nov.)	18			★ +
弯螺未定种 (<i>Sinoennea</i> sp.)	3	1	2	★*
足襃蛞蝓科 Veronicellidae				
玉溪足襃蛞蝓 (<i>Vaginulus yuxiensis</i>)			3 12 4	★-
高突足襃蛞蝓 (<i>V. alte</i>)			8 17 11	★-
野蛞蝓科 Agriolimacidae				
野纓蛞蝓 (<i>Derocera Agriolimax agrestis</i>)			10 7 13	○-
嗜粘液蛞蝓科 Philomycidae				
双线嗜粘液蛞蝓 (<i>Philomycus bilineatus</i>)			5 11	★●◇-

注 (Note): 1 石灰山雨林 Calcic mount rain forest, 2 沟谷雨林 Valley forest, 3 热带季雨林 Triopical Monsson forest, 4 灌丛 Bush, 5 胶林茶园 Rubber-Tea garden, 6 农田 Field, 7 曼峨龙山 Mane Holy Hill, 8 大勐龙龙山 Da-menglong Holy Hill, 9 城子龙山 Chengzi Holy Hill

△国内新记录, ○广布种, ★华南区, ●西南区, ◇华中区, ■华北区, + 雨林成分, - 农区成分, * 广适成分

从区系成分来看, 西双版纳热带地区的陆生软体动物主要由东洋界的种类组成, 大约为总种类数的 90.9%, 其中绝大多数为华南区滇南山地亚区的种类, 少数为东洋界西南区和华北区的种类。只有 3 种在华北也有分布, 1 种为广布种。

2.2 多样性分析

根据 9 个不同栖息环境采得的陆生软体动物的种类和个体数量, 分别计算出个体密度 (D)、物种丰富度 (d_{MA})、物种多样性指数 (H')、均匀度指数 (J_{SW}) 等, 测算结果见表 2。

从表 2 可以看出, 石灰山雨林、热带季雨林和沟谷雨林拥有较多的物种, 而且其丰富度和多样性程度均较高, 取值分别在 3~5 和 1~1.5 之间; 灌丛、胶林茶园和农田也具有相近的丰富度和多样性指数, 其值分别在 0.8~1.5 和 0.5~0.7 之间; 3 个龙山中, 曼峨龙山和大勐龙龙山的物种丰富度相近, 为 1.1 左右, 城子龙山的物种丰富度最低, 只有 0.24, 而 3 个龙山的多样性指数均低于 0.5。

从均匀度指数来看, 9 种不同的生境其取值大小的变化并没有明显的规律。沟谷雨林、热

带季雨林、灌丛、农田和大勐龙龙山的均匀度指数都在 0.8 以上,其中以热带季雨林最高,达 0.887,农田次之,为 0.882。石灰山季雨林和胶林茶园比较接近,分别为 0.676 和 0.689;而曼峨龙山只有 0.416,城子龙山最低,仅为 0.334。

表 2 不同生境陆生软体动物的多样性测度

Table 2 Diversity measurements of terrestrial molluskes in different habitats

生境 Habitats	种类 Species	密度 $D(\text{No.}/\text{m}^2)$	丰富度 d_{MA}	多样性 H'	均匀度 J_{sw}
1	34	103.17	4.634	1.035	0.676
2	15	8.00	3.067	1.034	0.879
3	15	2.17	3.143	1.043	0.887
4	5	4.10	1.024	0.600	0.689
5	9	20.50	1.453	0.658	0.857
6	4	2.58	0.874	0.531	0.882
7	5	3.67	1.057	0.291	0.416
8	2	5.42	0.240	0.100	0.334
9	4	1.16	1.136	0.488	0.805

一般来说,在不同生境中,物种的数量越多,其丰富度和多样性指数的测度值也越高。在物种总数一定的总体中,个体数量越小,丰富度指数越大;而多样性指数在各种间的个体数量分布越均匀,其值也越高^[6]。物种的均匀度则仅仅受各物种个体数量分布的均匀性的影响,与物种总数的关系不大。所以,尽管石灰山雨林的陆生软体动物种类最为丰富,其多样性指数并不是最高的,均匀度也较低;而在农田环境中,虽然只有 4 种,多样性指数在 9 个生境中居第 7 位,但因各物种的个体数量相差并不悬殊,其均匀度的测定值较高,仅次于热带季雨林。

由于陆生软体动物在发育过程中,螺壳的生长需要不断地从环境中摄取钙质,在食物及土壤中钙质相对丰富的环境里,通常分布有更多的种类和数量^[27]。石灰山雨林不仅具有充足的钙物质,而且地势起伏变化大,植被繁茂,林内郁闭度和相对湿度均高,环境分化复杂多样,最有利于陆生软体动物的生存。因此,石灰山雨林不仅物种的数量及丰富度占绝对的优势,而且个体密度显著地高于其它栖息环境,并以勐仑沟螺和勐仑倍唇螺数量最多,超过了该生境中其它物种个体数量的总和。

2.3 相似性比较和聚类分析

根据各栖息环境的种类组成和物种的相似程度,计算出生境间的相似性系数。本文采用了群落系数 C 作为不同生境之间相似性的度量标准,结果见表 3。

可以看出,3 种雨林环境中陆生软体动物的种类相似性较高,3 个龙山的物种相似性也较高,而农田、胶林茶园和灌丛的物种成分相似。雨林和龙山与灌丛的物种相似性较低,但与胶林茶园和农田等人工环境的相似性系数都为零。

根据表 3 的数据,采用系统聚类法中的组平均法对 9 个生境的陆生软体动物成分作出聚类图(图 1)。

如图 1 所示,在陆生软体动物的种类组成上,胶林茶园和农田最为接近,率先在相似性系数 0.889 的水平相聚,并与灌丛在 0.665 处聚为一类。大勐龙龙山和曼峨龙山在 0.667 相聚,并与城子龙山在 0.662 处聚为一类。沟谷雨林和热带季雨林在 0.867 处相聚,与石灰山雨林在相似性系数 0.572 处合并。显然,在相似性系数大于 0.5 的水平,所有的生境被聚类为 3 组,即雨林组、龙山组和次生环境组(灌丛、胶林茶园和农田均为人类活动严重影响下的次生环

境),这表明组内各生境间陆生软体动物成分的极相似性和组间的明显差异。然后,龙山组和雨林组在相似性系数 0.170 的水平相聚,并与次生环境组在 0.053 处最终合并。至此,9 个不同的生境全部聚合在一起。

表 3 不同生境陆生软体动物种类的相似性系数(C)

Table 3 Similarity coefficients of terrestrial mollusks in different habitats

生境 Habitats	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	0.612	1.000							
3	0.531	0.867	1.000						
4	0.000	0.000	0.000	1.000					
5	0.140	0.167	0.167	0.714	1.000				
6	0.000	0.000	0.000	0.889	0.615	1.000			
7	0.154	0.300	0.300	0.000	0.143	0.000	1.000		
8	0.111	0.235	0.253	0.000	0.182	0.000	0.577	1.000	
9	0.158	0.316	0.316	0.000	0.154	0.000	0.667	0.667	1.000

如果采用最远邻体聚类法对 9 个生境进行聚类,则次生环境只有在相似性系数为零的水平上才与雨林和龙山归并,说明它们之间的物种组成已经完全不同(图 2)。实际上,除了灌丛外,橡胶林和农田的物种成分完全失去了雨林的特点。

图 1 不同生境陆生软体动物平均聚类图

Fig. 1 The group average clustering graphs of terrestrial molluscu in nine habitats

图 2 不同生境陆生软体动物最远邻体聚类图

Fig. 2 The farthest neighbor clustering graphs of terrestrial molluscu in nine habitats

3 讨论

3.1 环境变化对物种多样性的影响:目前全世界已知的陆生软体动物大约有 25 000 种,占整个软体动物总数的三分之一,并且在热雨林的种类和数量十分丰富。陆生软体动物的生存主要依赖于陆地上的植被,因为它们主要的食物来源是绿色植物、真菌和藻类,加之其迁移能力非常弱,所以,环境因子的任何改变,都会对陆生软体动物的种类组成和个体数量产生很大的影响^[28-31]。特别是当栖息环境发生变化时,原有的物种由于不能适应新的环境条件,又无法迁移到适宜的生境中去,因此,唯一的结果就是消亡。不同的物种因为对栖息环境的适应性的差异,作出的反应也不相同。狭适应性的物种在环境发生较小的改变以后,因不能生存而消

失;广适应性的物种当环境的变化在其适宜的范围之内时,仍然能够生存,但数量相对较少。如果栖息环境完全地被改变了,原有的物种成分会显著地减少,甚至全部消失,而代之以新的类群。

本项研究表明,西双版纳热带森林地区的 3 种雨林环境中,石灰山雨林虽然与沟谷林和热带季雨林的物种丰富度存在着较大的差异,但它们的多样性指数非常接近,并且有较高的相似性系数,说明它们共同有热雨林陆生软体动物物种多样性的特征。随着人类活动的加剧和对环境的影响,雨林遭到了严重的破坏,物种的丰富度显著降低。这一现象在被人类活动干扰的傣族龙山中反映十分明显,其内的物种数量与雨林相比平均减少了约 85.7%。雨林遭到了过度的砍伐以后,将成为灌丛环境,此时,物种的雨林成分减少了大约 88.6%。如果雨林被彻底毁坏,其内原有的物种将全部遭受灭绝之灾。新的生境的出现,将导致完全不同的非雨林物种的侵入,并且由于生境相对比较单一,物种的数量也很少。如在橡胶林茶园和农田中,陆生软体动物总物种数不足雨林环境的 15%,而且种类也被彻底地改变了,完全失去雨林生境的成分特点。

3.2 傣族龙山在保护西双版纳热带雨林生物多样性中的价值:植被的研究结果表明,西双版纳傣族龙山是一类残存的半原始热带雨林片段,虽然保持了热带雨林原始林基本的种类组成和一些外貌结构特征,但由于不同程度的人为干扰和破坏,群落层次结果已不完全整,物种成分发生了改变,数量也有所减少^[32]。龙山的时间隔离使雨林成分和季雨林成分走向衰退,衰退率之和占龙山林中衰退种群的 80% 以上^[33,34]。

通过对陆生软体动物物种成分的分析,傣族龙山表现出与沟谷雨林和热带季雨林种物种成分相似的特征。但是,由于龙山面积有限,又被长时间的隔离和干扰,不仅物种的数量急剧下降,物种成分也有所改变,而且龙山的面积越小,保存的物种也越少。在 3 个龙山中,大勐龙龙山 20 hm²,面积最大,尽管其被隔离最为彻底,仍然保持了沟谷雨林的热带雨季雨林物种数量的 23.5%。曼峨龙山面积 4 hm²,其保持的雨林成分只有 17.6%,并且有 2 种为非雨林物种,占该龙山内物种总数的 40%,其余的 60% 为雨林成分。城子龙山只有 3 hm²,面积最小,仅保持了雨林物种的 11.8%,且无外来物种的侵入。另外,在 3 个龙山中,由于人为干扰的程度不同,其内部环境也有明显的差异。曼峨龙山受到的干扰和破坏最为严重,其内的郁闭度和湿度在 3 个龙山中最低,和雨林环境相差较远,为非雨林物种的侵入提供了条件。大勐龙龙山和城子龙山虽然也与雨林环境存在着差异,但其变化的程度不足以使外来的非雨林物种侵入。

由此可见,作为西双版纳傣族圣地的龙山,在保持热带雨林物种多样性方面具有一定的作用,而且面积越大,人为干扰和破坏的程度越小,这种作用也越明显。这一结果与对植物研究的结论相似,只是由于陆生软体动物对环境的变化更为敏感,受到的影响也更大。因此,如果对西双版纳热带森林的保护不力,生态环境继续遭受破坏,陆生软体动物多样性的前途不容乐观,应引起有关的足够的重视。

参 考 文 献

- 1 许再富,禹平华,裴盛基. 论西双版纳热带植物种质资源的保护. 热带植物研究,昆明:云南大学出版社,1982,7~15
- 2 施立明. 遗传多样性及其保存. 生物科学信息,1990,2(4):158~164
- 3 杨岚,潘汝亮,王淑珍. 西双版纳茶林及橡胶林区鸟类调查. 动物学研究,1985,6(4):353~359
- 4 赵志模,郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1990,147~172
- 5 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究的原理与方法. 北京:中国科学院技术出版社,1994,1~237

- 6 马克平,刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 I α 多样性的测试方法(下). 生物多样性, 1994, 2(4):231~239
- 7 周勇,翟友成. 蜗牛空间分布型及抽样技术的研究. 植物保护, 1985, 11(5):22~23
- 8 伊藤嘉昭,村井实著. 邬祥光等译, 动物生态学研究法. 1986, 1~638
- 9 颜京松,魏善武. 聚类分析在生态学中的应用. 动物学杂志, 1983, 4:56~60
- 10 Pielou E C 著, 卢泽愚译. 数学生态学. 科学出版社, 1991, 1~406
- 11 陈德牛等. 中国经济动物志:陆生软体动物. 科学出版社, 1987, 1~87
- 12 Bavay A, Dautzenberg. Description de coquilles nouvelles de l'Indo-Chine. *J. Conch.*, 1914~1915, 62:147~153
- 13 Bavay A, Dautzenberg. Diagnoses de coquilles nouvelles de l'Indo-Chine. *J. Conch.*, 1900, 48:108~122
- 14 Bavay A, Dautzenberg. Description de coquilles nouvelles de l'Indo-Chine. *J. Conch.*, 1900, 48:435~461
- 15 Bavay A, Dautzenberg. Description de coquilles nouvelles de l'Indo-Chine. *J. Conch.*, 1912, 60:1~55
- 16 Cameron R A D, J J D Greenwood. Some montane and forest molluscan faunas from eastern Scotland, effects of altitude, disturbance and isolation. *Proceeding of the International Malac.*, 1989, 10(2): 437~442
- 17 Davison G W H. Terrestrial molluscs in peninsular Malaysia. In: Kiew R (ed.), *Malayan Nature Society*, Kuala Lumpur, 1991. 1~235
- 18 Dautzenberg, H Fischer. Liste des mollusques recoltés par M H Mansuyen Indo-chine et au Yunnan et description despeces nouvelles. *J. Conch.*, 1905, 53:343~471
- 19 Dautzenberg, H Fischer. Contribution a la faune malacologique de l'Indo-china. *J conch.*, 1906, 54: 145~226.
- 20 Dautzenberg. Description de deux mollusques nouveaux provenant du Thibet. *J. Conch.*, 1914~1915, 62: 154~157
- 21 Koralewska-Batura E. Terrestrial mollusks of wielkopolska (Western Poland). *Badania Fizjograficzne nad polska Zachodnia seria C Zoologia*, 1992, 40:5~13
- 22 Zilch A. Die Typen und Typoide des Natur-Museum Senckenberg, 9 (Mollusca: Cyclophoridae, Diplommatininae). *Arch.*, *Moll.*, 1953, 82(1/3):1~4
- 23 Zilch A. Die Typen und Typoide des Natur-Museum Senckenberg, 24 (Mollusca: Streptaxidae). *Arch. Moll.*, 1961, 90(1/3):79~120
- 24 Zilch A. Die Typen und Typoid des Natur-Museum Senckenberg, 29(Mollusca: Camaenidae). *Arch. Moll.*, 1964, 93(5/6):243~262
- 25 Zilch A. Die Typen und Typoide des Natur-Museum Senckenberg, 41(Mollusca: Bradybaenidae, Bradybaeninae). *Arch Moll.*, 1968, 98(4/4):155~212, pl.6~7
- 26 Zilch A. Die Typen und Typoide des Natur-Museums Senckenberg, 52 (Mollusca: Hydrocenidae). *Arch. Moll.*, 1973, 103(4/6):263~272
- 27 孙滨,刘瑞玉等. 胶州湾的生物环境,软体动物数量的季节变化. 胶州湾生态学和生物资源, 科学出版社, 1992, 236~256
- 28 As S. Biological community patterns in Insular environments. *Disser tation Abstr. Int.* (C), 1986, 47(2): 341
- 29 Nilsson S G, J Bengtsson, As S. Habital diversity or area per ser species richness of woody plants. Carabid beetles and land snail on Islands. *J. Anim. Ecol.*, 1988, 57(2):685~704
- 30 Rousseau D D. Terrestrial molluscs as indicators of global aeolian dust fluxes during glacial stages. *Boreas (Oslo)*, 1992, 21:105~109
- 31 Seng T et al., An environmental baseline study of the macrobenthos in the vicinities of the crude oil terminals in sabah (labuan) and scarawak (bintulu and lutong) and selected offshore platforms. Penang: University Sanins Malaysia, 1985, 1~433
- 32 朱华等. 西双版纳傣族“龙山”植被的研究. 热带植物研究论文报告集, 云南大学出版社, 1993, 2:14~37
- 33 刘宏茂,许再富,陶国达. 西双版纳傣族“龙山”的生态学意义. 生态学杂志, 1992, 11(2):41~43
- 34 刘宏茂,许再富,陶国达. 西双版纳“龙山林”的不同状况与植物多样性变化. 热带植物研论文集, 云南大学出版社, 1993, 32~37