

小良热带人工阔叶混交林生态系统 食物网模型初探

廖 崇 惠

(广东省昆虫研究所)

摘 要

小良人工阔叶混交林生态系统的食物网,是由单层联系的食物链和多层联系的食物链交织而成。其中包含320多种植物和30多种常见的脊椎动物,123个科的昆虫和11个纲,24个目以上的土壤动物。因为尚无肉食兽类和猛禽在林中生活,于是杂食性的施氏屋顶鼠(*Rattus rattus siendeni*)便处于最高的营养阶层。他们大量捕食昆虫,又严重影响鸟类在林中筑巢育雏。整个系统显得次级消费者不够充实,仍处于草食优势阶段。

小良热带人工阔叶混交林位于广东省西部沿海。该林属试验性质,面积不大,林龄一般不到10年,但部分已开始郁蔽成林。林中除许多人工栽种的树木和林下植物之外,在成林过程中,又自然传入了许多植物种类。植物的多样性,带来了动物的多样性,使该林能够抗御初期严重的虫害而逐步地发展起来,成为一个与周围单纯林的人工桉林和松林截然不同的较为复杂的人工林生态系统。其复杂性亦表现在物种间的复杂的营养联系上。研究其食物网特点,对于进一步研究本系统的稳定性,研究其能量流动和物质循环,有重要的生态学意义。

一. 一个简化的食物网

据有关该地人工林的各项初步调查报告⁽¹⁻³⁾报道,该阔叶混交林系统中常见的哺乳动物有3种,鸟类有20多种,两栖类4种,爬行类约4种,昆虫部分共有123个科,其中已经定名的有200多种,土壤动物中种类更为复杂,共属6个门,11个纲,24个目以上。从这些数字足见林中动物的复杂性。但是,在种类繁杂的动物群落中,只有部分种类能够成为核心,或在数量上占优势,而且彼此间的营养联系比较稳定。图1是由主要动物种类(或类群)组成的食物网,表达这个生态系统大体的营养联系。

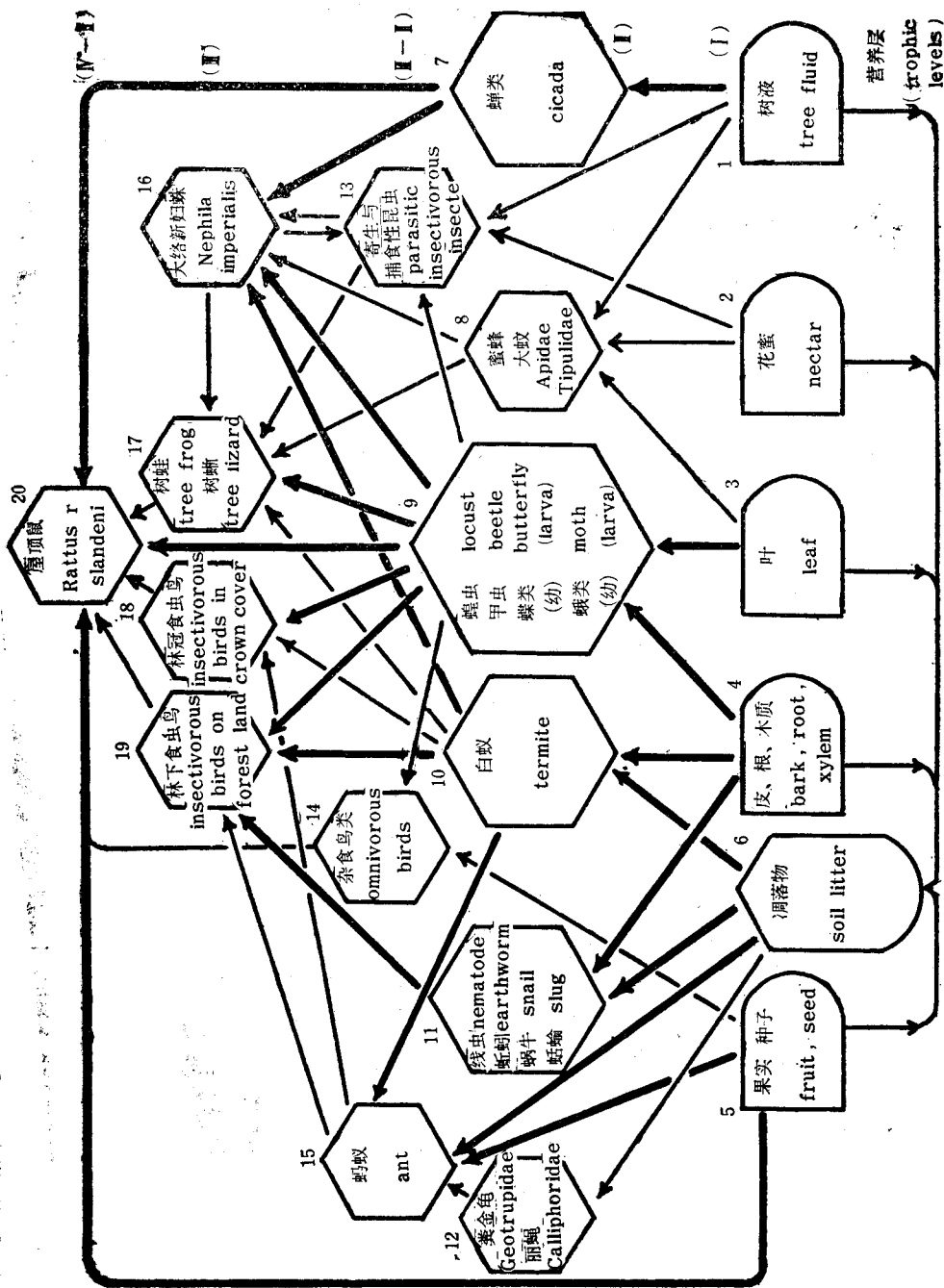


图1 小良热带人工阔叶混交林生态系统的食物网

Fig. 1 A food web on the ecosystem of tropical artificial broad-leaf mixed forest in Xiaoliang

——> 重要的食物关系 (Major food relation)

——> 次要的食物关系 (Minor important food relation)

二 各营养阶层基本情况

生产者¹⁾ (I) 本阔叶混交林结构复杂,主要建群植物的平均高度为4—10.6米,林内郁闭度一般在70%左右。植物种类有人工种植和自然传入的木本、藤本和草本植物达70个科320种之多。数量较多的乔木有沙撈 (*Aphanamixis polystachya*)、大叶相思 (*Acacia auriculaeformis*)、铁刀木 (*Cassia siammea*)、黑格 (*Albizzia odoratissima*)、白格 (*A. procera*)、新银合欢 (*Leucaena leucocephala cv. salvador*)、白木香 (*Aquilaria sinensis*)、麻楝 (*Chukrasia tabularis*)等。数量较多的林下植物有越南鸡藤 (*Calamus bonianus*)、黄栀子 (*Gardenia jasminoides*)、益智 (*Alpinia oxyphylla*)、砂仁 (*Amomum villosum*)等。在全部植物中,豆科等固氮植物有75种,个体数占总体一半左右,并遍布全林。由于不同的动物摄取植物体的不同部分为营养,把生产者按不同器官分成五大部分,植物的凋落物归作另一部分,如图1(I)层。

初级消费者 (II) 这一阶层的绝大部分是昆虫和一些其他无脊椎土壤动物。该层种类和数量都很多,按不同食性分成下面几大类群:(7)是以蝉科成虫为代表的吸取树木汁液的类群。已知林中有5种蝉,其个体数之多,与其他人工林和天然林中都是罕见的。(8)是一些以花粉花蜜为食和以植物的汁液为营养的蜂类、蝇类和大蚊科 (*Tipulidae*)等昆虫。这一类群个体小,种类多,在本食物网中只是一个较小的联结点。(9)是以植物的叶、根和木质部分为食的昆虫类群,包括鞘翅目(如鳃角金龟科 *Melolonthidae*等)的成虫和幼虫、直翅目(如蝗科 *Acridiidae*等)、鳞翅目(如斑蝶科 *Danaidae*、天蛾科 *Sphingidae*等)幼虫等。这一群类不仅种类繁多,生物量大,对植物的直接危害也大,是次级消费者的主要食物来源。(10)是白蚁,包括三个科的几个种。这一类群主要以枯枝落叶、树皮或树根和枯死的树干为营养来源。这一类群种类不多,但生物量很大,冬季活动仍很强,能大量消耗枯枝落叶,也是次级消费者很重要的食物来源,因此,对系统的物流和能流起着重要作用。(11)主要是线虫、马陆、鼠妇、蚯蚓、蜗牛、蛞蝓、蜚蠊等以枯枝落叶和腐殖质为营养的土壤动物。蜗牛、蛞蝓等也兼食植物的叶和树皮等。(12)为类金龟科 (*Geotrupidae*)、丽蝇科 (*Calliphoridae*)等以动物粪便和腐烂植物为营养的腐食性昆虫。

次级消费者 (III) 这一层主要是脊椎动物,其中以鸟类为多。(16)是以大络新妇蛛 (*Nephila imperialis*)为绝对优势的结网蜘蛛类群,是脊椎动物以外唯一重要的次级消费者。该种年生产量为0.364公斤/亩,每年至少要捕食昆虫2.4公斤/亩。(17)以斑腿树蛙 (*Rhacophorus leucomystax*)和变色树蜥²⁾ (*Calotes versicolor*)为代表的两

1) 这部分资料主要由华南植物研究所余作岳同志提供,特此致谢。

2) 与变色鬣蜥同物异名,见胡淑琴等,1962,《中国动物图谱(爬行动物)》

栖、爬行动物。这一类群种类和数量都不多，主要捕食昆虫，有时捕食蜘蛛，偶见捕食幼小的大络新妇蛛。(18)为在树干、树冠上觅食昆虫的留鸟，少数为冬候鸟。这一类群的种类多，主要有大山雀(*Qarus major*)、灰头鹀莺(*Prinia flaviventris*)等。(19)为地面觅食的鸟类，主要有冬候鸟灰背鸫(*Turdus holulorum*)、紫啸鸫(*Myiophoneus caeruleus*)等。

在本食物网中还有一些十分重要的杂食动物。其中有许多种类在其全部生活中兼有重要的植食性和肉食性，而另一些则在其生活史的不同时期具有不同的食性。因而把这些动物归于上述任一营养阶层都不恰当。为能较好地显示这些动物与其他营养阶层动物之间的相互关系，特将它们另外分作两个混合营养层：

次级—初级混合消费者(Ⅱ—Ⅰ) (13)是一些捕食性和寄生性昆虫。如土蜂科(*Scoliidae*)、食蚜蝇科(*Syrphidae*)等昆虫，幼虫期与成虫期行不同营养方式。对这些种类现在知道得很少，在食物网中所处地位尚难触摸。(14)是一大类以果实、种子和昆虫为营养的杂食鸟类。它们主要有红臀鹑(*Pycnonotus aurigaster*)、白头鹑(*P. sinensis*)、暗绿绣眼鸟(*Zosterops japonica*)等。(15)为蚂蚁，是典型的杂食性种类，在林中和白蚁一样随处可见。

高级—初级混合消费者(Ⅵ—Ⅱ)：这里只有一个种，就是施氏屋顶鼠(*Rattus rattus slandeni*)。通常，鼠类动物(包括许多地方描述的屋顶鼠^[10-11])主要是植食性的，是肉食兽和猛禽的食料。所以许多作者都把鼠类摆到初级消费者这一营养层中。然而，这里的屋顶鼠不仅是植食者，也是最高级的重要的肉食者。我们在林中悬挂的200个招鸟巢箱中，绝大部分竟被屋顶鼠占领，在箱内造窝或隐蔽、吃食，并常在箱内留下大量的食物残渣。它们包括多种植物果实(或果皮)和大量蝉、金龟子等昆虫的碎壳残肢，甚至还有食虫的灰背鸫、大山雀的羽毛、翅膀和变色树蜥鳞片等¹⁾。因此，难于判定该种的食性。

三 讨 论

根据图1和各营养层的特点，把食物网再简化成一个基本的模型——图2。从这个食物网模型可以清楚地看到它是两条食物链为骨干组成的。一条是从生产者到顶极消费者(目前仅到次级消费者)的单层联系的食物链；另一条是从生产者到高级—初级混合消费者的多层联系的食物链。这两条链各层又互相联系，交织成一个网状结构。

单层营养联系，食物来源单纯，种群极易受到食物的限制，而对具有多层营养联系的屋顶鼠来说，这种限制作用不大。因为食物来源有多种渠道，供应较稳定，再兼动物本身食性的可塑性大，故食物对该种群的影响较小。从而使屋顶鼠在这个没有天敌的生

1) 有关施氏屋顶鼠的食性及其他生态学方面的研究将由廖崇惠和陈茂乾等专文发表

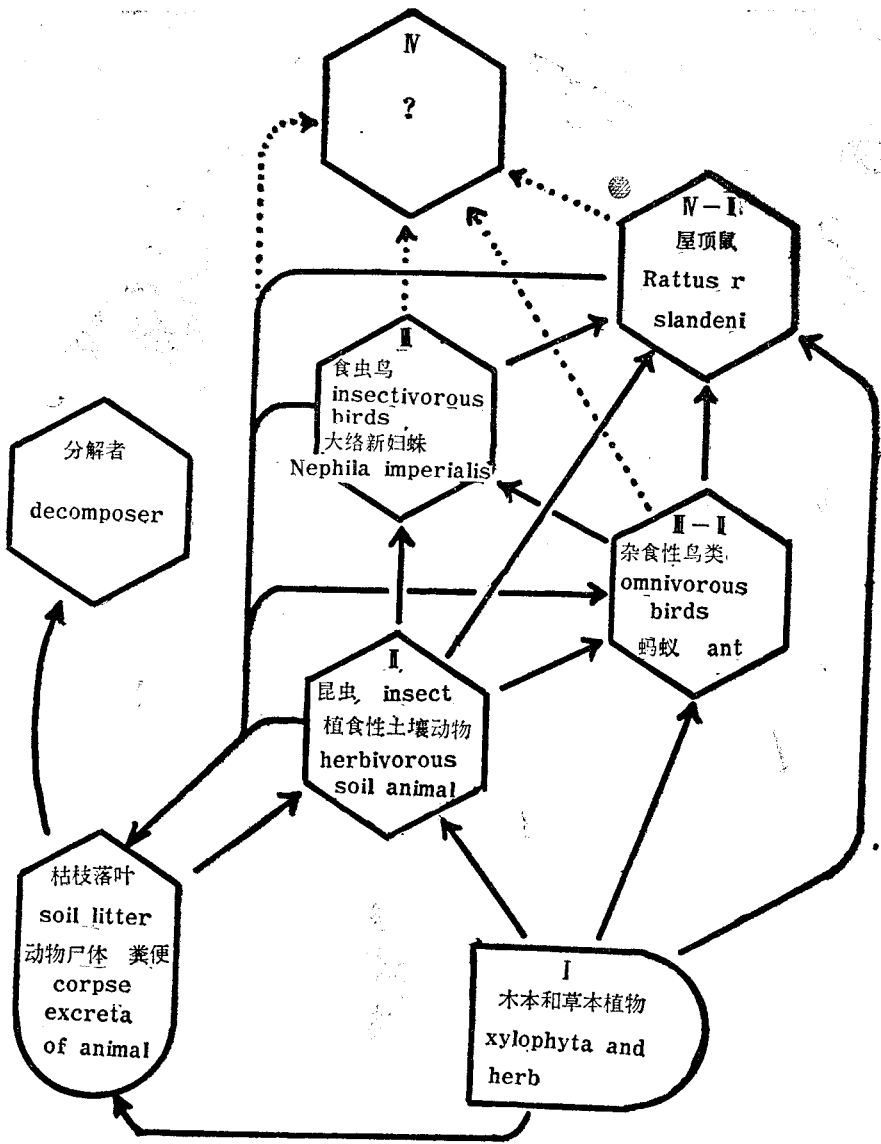


图2 由图1简化的食物网模型 (虚线表示目前尚未发生的部分)

Fig. 2 A simplified model of food web from fig. 1

(The dotted lines show the part that is not occurred at the moment.)

- I ——生产者 Producers
- II ——初级消费者 Primary consumers
- III ——次级消费者 Secondary consumers
- IV ——高级消费者 Climax consumers
- V-I & II-III ——混合消费者 Mixed consumers

态系统中能有较大的发展。而这一发展，对鸟类在林中筑巢繁殖造成重大威胁。此外，杂食性的蚂蚁也是不易受食物控制的动物。在本林中虽有多种鸟类，但缺少吃蚁能手——蚁鸢 (*Tynx torquilla*) 等啄木鸟科的天敌种类，因而也具备种群发展的自然条件。总括所述，可以认为，该混交林的食物网模型是一个比较复杂，但缺少最高一级阶段、次级消费者又未得到充实的待发展模型。

生物群落及其营养联系向复杂化演替的过程，也就是生态系统由幼年期→成熟期的发展过程。Odum (1969) 总结生态系统发展过程时指出，在青壮期，生态系统的食物链特点为线形、草食优势，成熟期则为网状和腐食优势^[2]。显然，我们这个生态系统的食物联系已不是简单的线形，而是开始具有多层联系的网状结构。然而，草食优势并未最终打破。林木的虫害虽较几年前减轻，但仍然是严重的。

在一定条件下，生物群落种类及其营养联系越复杂，食物链和群落结构越具稳定性。图2表明，该系统由于有了比较多的屋顶鼠，使原来由生产者到次级消费者之间的能量流通渠道由3条增到6条，从而增加了食物链和群落的稳定性。事实上，小良人工混交林正是在出现众多的食虫动物，增加了动物种的多样性之后才得以稳定成长。从自然生态系统发展规律看，这个食物链必然最后产生顶极消费者——猫头鹰、鼬科、猫科或灵猫科等类肉食动物。林中一旦出现这类动物，屋顶鼠数量受到一定限制，多种鸟类能在林中居留繁殖，食物链的草食优势即被打破。这时，系统的能量流通渠道又一下增加到11条，最后形成较稳定的食物联系和较稳定的生物群落。完成这个自然演替，也许需要很长时间。能否用人工引入的办法来促进这一发展？这可能是一个途径，有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 广东省昆虫研究所动物室、中山大学生物系，1983：海南岛的鸟兽。人民教育出版社。
- [2] 南开大学、中山大学等，1984：昆虫学。人民教育出版社。
- [3] 华东师范大学等四校合编，1982：动物生态学(下册)。人民教育出版社。
- [4] 陈茂乾、廖崇惠，1984：小良热带人工林脊椎动物初步调查。热带亚热带森林生态系统研究，第2集，202—213页。
- [5] 廖崇惠、陈茂乾，1984：小良热带人工林土壤动物初步调查。热带亚热带森林生态系统研究，第2集，214—226页。
- [6] 廖崇惠、陈茂乾、宋大祥，1984：大络新妇(蜘蛛目：园蛛科)的形态特征与生物学。动物学报，30(1)，67—71页。
- [7] 廖崇惠、陈茂乾，1984：大络新妇蛛的种群数量及生产量研究。热带亚热带森林生态系统研究，第2集，190—201页。
- [8] 谢映书、廖崇惠，1984：电白县小良人工林昆虫群落特征的初步比较。热带亚热带森林生态系统研究，第2集，173—883页。
- [9] Brewer, R., 1979: Principles of Ecology. Saunders College.

- [10] Deborah A. Clark, 1982: Foraging behavior of a vertebrate omnivore (*Rattus rattus*): Meal structure, sampling and diet breadth. *Ecology*, 63(3): 763—772.
- [11] Yabe, T., 1979: The relation of food habit to the ecological distributions of the Norway rat (*Rattus norvegicus*) and the roof rat (*R. rattus*), *Japanese Journal of Ecology*, 29(3): 235—241.

AN APPROACH OF THE MODEL OF FOOD WEB ON THE
ECOSYSTEM OF TROPICAL ARTIFICIAL BROAD-LEAF
MIXED FOREST IN XIAOLIANG

Liao Chong-hui

(*Guangdong Institute of Entomology*)

Abstract

It is a young and small artificial broad-leaf mixed forest, but there is a complex food web that is interlaced by single trophic level contacted food chain and many trophic level contacted food chain. This food web is consisted of over 320 species of plants, over 30 species of common vertebrate, insect divided in 123 families and the soil animals divided in 27 classes and over 24 orders. Because there is no beast and bird of prey in the forest, the *Rattus rattus slandeni* places on the top of the trophic steps and becomes a climax-primary mixed consumers. They feed not only plants, but also a number of insects. There are no adequate secondary consumer in this ecosystem because the *R. rattus slandeni* restricts the birds which get into this forest for making nests and breeding. It shows herbivore dominance is just as before and insect pest is light, but its importance cannot be neglected.