

シイモグリチビガの個体群生態学的研究

I. 成虫出現と産卵

久 居 宣 夫*

Ecological Studies on the Population of the Leaf-Mimer, *Stigmella castanopsiella*, on an Evergreen Oak

I. Adult Emergence and Oviposition

Nobuo Hisai*

1971年、自然教育園でシイモグリチビガ (*Stigmella castanopsiella*=*Nepticula castanopsiella*) の大発生が観察されて以来、筆者は本園を中心に調査を行ない、これまでも各地の発生状態や生活史、個体群変動などについて、いくらかの知見を発表してきた (久居, 1972, 1973, 1974, 1975, 1977, 1979, 1981, 1982)。

今回から、これまで収集した資料を基に、シイモグリチビガの個体群生態について、より系統立てて述べていきたい。

なお、本報をまとめるにあって、種々の助言を賜っている大阪府立大学農学部黒子浩博士に感謝の意を表する。

1. 調査地および調査方法

調査は主として自然教育園で実施している。対照地域としては神奈川県逗子市の神武寺と、千葉県鴨川市和泉のスダジイ林 (民有林) において、1971年より本種によるスダジイへの寄生率を、また1979年 (神武寺は1980年) より産卵調査を行なっている。このほか、都内の緑地における産卵調査を1981年から小石川植物園 (東京大学理学部附属植物園, 文京区) と小石川後楽園 (文京区) の2か所でも行なっている。

羽化成虫の出現調査は、本園の旧インセクタリウム跡地付近の路傍の一定地区で、成虫出現期間中にほぼ毎日実施した。調査は午前9~10時頃から、出現個体数によって異なるが、20~60分間保護柵内の定地区 (長さ40m, 幅1.5m) 内の植物の葉上などで静止している成虫を、見つけた個体は全て吸虫管で採集し、雌雄別の個体数を数える。

産卵調査は、産卵期後の6月下旬~7月上旬に、自然教育園では若木と老木を各5本ずつ、1本のスダジイにつき樹冠部から400~500枚の葉を採集し、葉面に産付されている卵を調査した。また、対照地域では2~3本のスダジイの樹冠部の葉について400~600枚調査した。

* 国立科学博物館附属自然教育園, Institute for Nature Study, National Science Museum

2. 結果と考察

(1) 成虫出現と産卵期

例年, 成虫は5月中旬から出現し, その後約1か月にわたって羽化が観察される(図1)。しかし, 冬季の気温が例年になく低く, 積雪回数・量とも多かった1984年には, 幼虫の成長が遅れ, 成虫の出現も10~20日程遅い。そのため, 累積羽化曲線による出現率が50%になる時期は, 1977年から1983年までは5月20~30日の期間であるが, 1984年は6月6~7日で, しかも成虫の出現期間が若干短縮し, 羽化が集中的に行なわ

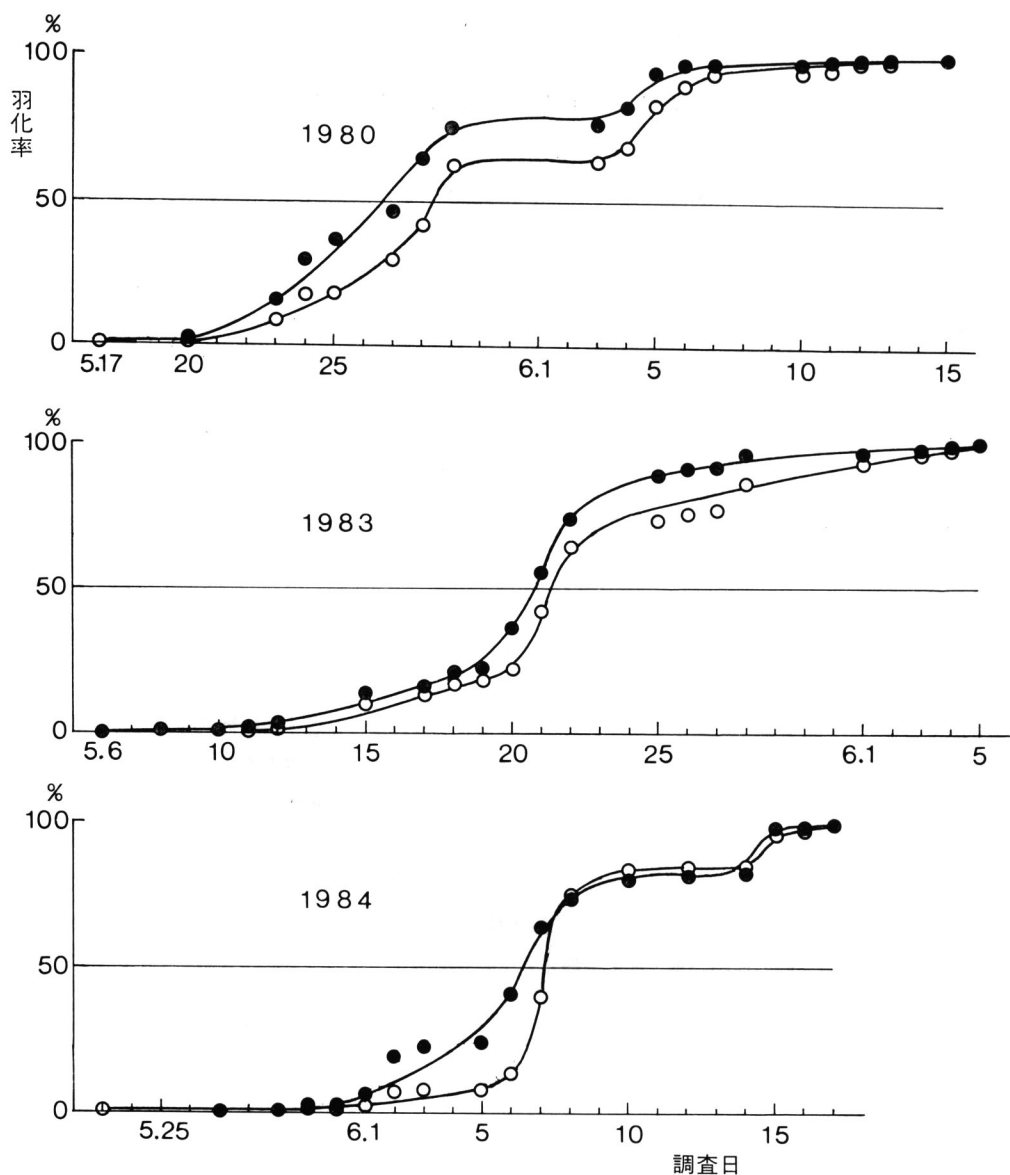


図1. 累積羽化曲線 (黒丸は雄, 白丸は雌を示す)

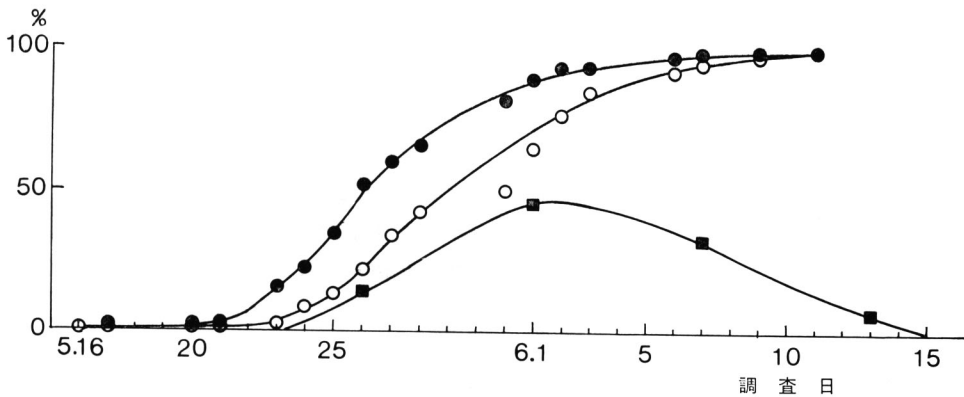


図 2. 1978年における累積羽化曲線と産卵率（黒丸は雄，白丸は雌の羽化率を，四角は産卵率をそれぞれ示す）

れた。

累積羽化曲線はおおむねシグモイド曲線に近い形になるが，羽化は天候によってかなり影響され，前日に降雨があった場合などは羽化数が著しく減少し，必ずしも正規分布にはならない。

羽化曲線から雌雄の出現状況を見ると，まず雄の出現率が高くなり，50%になるのは雌よりもふつう1～2日早い。成虫の性比は，1977～1984年までの8年間の平均では100♂♀：127.4♀♀（90.2～155.7♀♀）で雌が多い。室内飼育で得られた資料でも，8年間の平均で100♂♀：116.5♀♀（85.1～172.0♀♀）と野外に比べて変動は大きく，雌雄間の差は小さいものの，やはり雌の方が多く，本種の性比は雌の方が若干多いことを示している。

図2は1978年の累積羽化曲線と産卵率（総産卵数を100としたときの，各調査における増加卵数の比率）の関係を示したものである。羽化成虫の増加に伴って産卵数も増加し，雄の累積羽化率が90%，雌は70%くらいで産卵数の増加率が最大になる。累積産卵率が50%になるのは累積羽化率よりも3～7日くらい遅い。本種の雌は100～110個の卵を8本の卵巣小管に有しているが，卵が成熟するのは羽化後4～7日してからであるという（埼玉医科大学の小林幸正氏のご教示による）。こうしたことも，産卵が数日遅れる理由の一つであろう。

（2）産卵数

自然教育園では，1葉あたりに産付される平均卵数が都内の小石川植物園と後楽園よりも1桁，自然林地域の神武寺や鴨川市よりも2桁のオーダーで多いことから，これらの地域と比較して今なお異常発生状態にあるといえる（図3）。本園での平均産卵

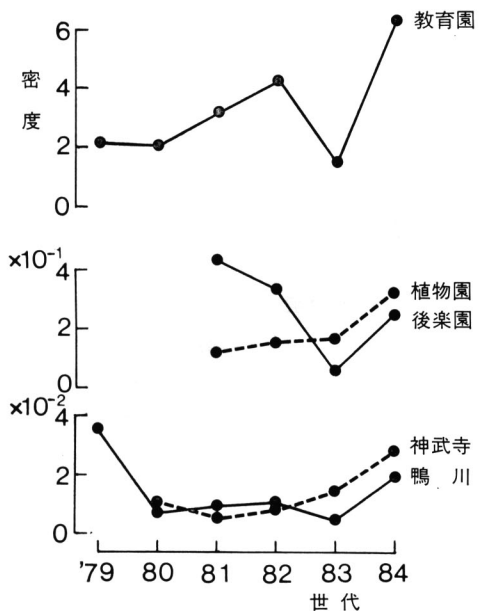


図 3. 1葉あたりの平均産卵数の変化

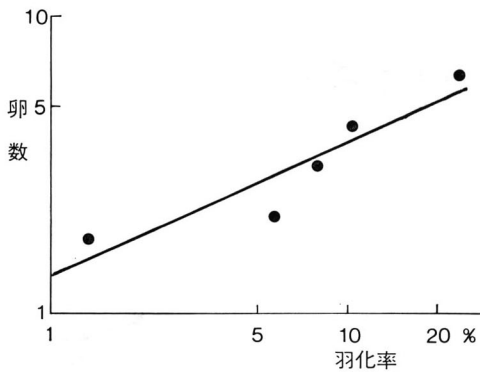


図 4. 羽化率と葉あたりの平均産卵数の関係

増減を推定するのは可能であろう。こうして考えると、1971年以来減少をたどってきた産卵数は、ここ数年逆に増加しつつあるといえよう。

小石川植物園と神武寺でも同様に増加の傾向が見られ、前者では1葉あたりの平均産卵数が1981年の0.12卵から1984年の0.31卵と年々増加し、1葉への最多産卵数も2卵から4卵と増えている。後者では1981年を最低に、その後は年々増加し、1984年には0.026卵と約6倍になっている。ただし、最多産卵数は1卵で、変化はない。これらの地域とは逆に、後楽園では1981年の0.43卵から年々減少し、1984年に0.25卵と増加したものの全体的には減少の傾向が見られる。後楽園における1葉への最多産卵数は2～6卵である。鴨川市では平均産卵数の変化にこのような一定の傾向は認められず、世代による変動が大きい。最多産卵数は1984年に2卵が2例だけ記録された以外はすべて1卵であった。

本園では1葉あたりの平均産卵数と羽化率（初夏の総産卵数に対する翌年の羽化成虫数の比率）には正の相関が見られる（図4）。そして、羽化率を X 、平均産卵数を Y とすると、

$$\log Y = 0.4545 \log X + 0.1280 \quad (r = 0.922)$$

という式が得られる。この式から平均産卵数が0.01卵のときの羽化率を求めると $2 \times 10^{-5}\%$ 、同様に0.05卵のとき $7 \times 10^{-4}\%$ 、0.1卵のとき0.0033%、0.3卵のとき0.037%となる。本種の雌は最大限に産卵したとしても1個体につき約100卵であるから、このような低い羽化率では個体群を維持することはとうてい不可能であろう。したがって、対照地域では、もともと少ない個体数が本園よりももう少し高い羽化率で、細々と個体群を維持しているものと考えられる。

（3）産卵葉の選択

雌は産卵する際に、シイの葉ならばどれにでもランダムに産付するであろうか。表1はまず若木と老木に対する産卵数を比較したものである。1葉当りの平均産卵数は、年による変動は大きい、新葉（1年枝葉）、旧葉（2年枝葉）ともいづれも老木が若木よりも多く、1983年の新葉への産卵を除いてきわめて有意な差がある。ただし、例外として1979年の旧葉では若木の方が産卵数が有意に多いが、これは若木の調査葉数が少ないことにも起因するかもしれない。

次に新葉と旧葉への産卵数を比較した（表2）。1979～1981年は新葉よりも旧葉への産卵が多く、有意差がある。しかし、1982年は新葉と旧葉の産卵数はほとんど同じで、統計的にも全く有意差はない。さらに興味深いのは、1983年以降は逆に新葉への産卵が多くなり、有意差がある。この旧葉から新葉への産卵葉の選択の転換は、若木と老木に分けて統計しても同様の結果になるので、若木と老木への産卵のちがいのによって

数は最少が1983年の1.76、最多が1984年の6.46であるが、図は1979年から増加の傾向にあることを示している。1979～1984年の1葉への最多産卵数はそれぞれ21, 16, 20, 38, 16, 45卵となり、変動は大きい。しかし、最多産卵数も増加の傾向が見られる。1979年以前の産卵数の資料はない。しかし、幼虫が葉内から脱出する3月下旬～4月中旬に葉面に付着している卵数を比較すると、1971～1979年は減少の傾向が明らかに見られる（久居, 1981）。

同じように、1979～1983年の1葉あたりの付着卵数を比較すると、わずかであるが、産卵数と同様に増加の傾向が見られるから、付着卵からも産卵数の

表 1. 若木と老木における平均産卵数の比較 () 内の数字は調査葉数を示す

新 葉				旧 葉			
若 木		老 木		若 木		老 木	
1979	2.121(3358)	2.305(2838)	$P < 0.01$	4.795(78)	1.907(419)	$P < 0.01$	
1980	1.609(1379)	2.522(1926)	$P < 0.01$	3.253(95)	3.812(335)	$P < 0.05$	
1981	3.040(2103)	3.332(2160)	$P < 0.01$	3.458(251)	5.712(196)	$P < 0.01$	
1982	3.107(2973)	5.784(2519)	$P < 0.01$	2.949(175)	5.533(212)	$P < 0.01$	
1983	1.737(2505)	1.782(2753)	$P \div 0.21$	0.307(251)	1.513(115)	$P < 0.01$	
1984	4.604(2827)	8.642(2399)	$P < 0.01$	3.730(400)	7.063(538)	$P < 0.01$	

生じたものではない。これに関しては今後の調査の課題の一つである。

表 2. 新葉と旧葉における平均産卵数の比較

	新 葉	旧 葉	
1979	2.204(6196)	2.360(497)	$P < 0.05$
1980	2.141(3305)	3.688(430)	$P < 0.01$
1981	3.188(4263)	4.383(447)	$P < 0.01$
1982	4.355(5492)	4.364(387)	$P \div 0.8$
1983	1.761(5258)	0.686(366)	$P < 0.01$
1984	6.458(5226)	5.642(938)	$P < 0.01$

新葉よりも旧葉への産卵が多いことは Kino (1975) によっても報告されている。彼によれば、窒素などの養分が新葉よりも多く含有されており、それによって雌が誘引されるからだという。しかし、新葉は糖、窒素とも初夏から秋までは含有量が増加するが、2 年枝葉になると急激に減少してしまう (久居, 未発表)。また、

先に述べたように新葉への産卵が多い現象も見られることから、産卵葉の選択は必ずしも葉の栄養的な面からだけで行なわれているわけではなかろう。

このほか、樹冠部の陽葉と、樹冠内や下枝などの陰葉の産卵数を比較すると、若木では陽葉の 0.705 卵 (調査葉数 566 枚, 以下同様) に対して陰葉では 0.056 卵 (179 枚) と陽葉の方が有意に多い。老木でも陽葉が 2.514 卵 (471 枚), 陰葉が 0.426 卵 (303 枚) で、やはり陽葉の方が有意に多い。同様の結果は旧葉でも得られた。

以上のことから、本種は若木よりは老木の、そして陰葉よりも樹冠部の陽葉に選択的に産卵するといえる。本種の産卵行動を観察すると、羽化は午後から夕方にかけて行なわれるが、成虫は日中は林内や林縁の下草の葉上などに静止している。しかし、日没頃から行動が活発化し、葉上からほぼ垂直に舞い上がると、樹冠部付近で 10~20 個体くらいで群飛し、交尾する。その後、樹冠部の陽葉を中心に 1 卵ずつ産付する。自然教育園での若木の調査は、園路ぎわの明るい場所に生育している木を選定したが、自然林では亜高木や低木層を構成する若木は樹冠でうっぺいされて薄暗い林内に点在していることが多い。したがって、林縁に生育する場合を除き、林内の若木に産卵することはほとんどない。

これらのことを合わせ考えると、産卵葉の選択は、自然林でのスダジイの存在のしかたや、本種の産卵行動を反映しているとも考えられる。

(4) 産卵部位

産卵に関してのもう一つの特徴は、産付する葉の部位である。葉身をほぼ 3 等分し、先端から葉柄に向かって主脈の部分 (主脈上と主脈からそれぞれ 0.5mm の幅の線上) を Ia, IIa, IIIa とし、それ以外の葉身の部分を Ib, IIb, IIIb とした (図 5)。表 3 はそれぞれの部位への産卵数を示したものである。表からも明らかのように、本種は葉の主脈上もしくは主脈のごく近くに集中して産卵する。しかも先端部ほど多い。若木では Ia と IIa での産卵数には有意差がないが ($\chi^2=1.942$, $0.25 > P > 0.10$), 老木では有意差が見られ

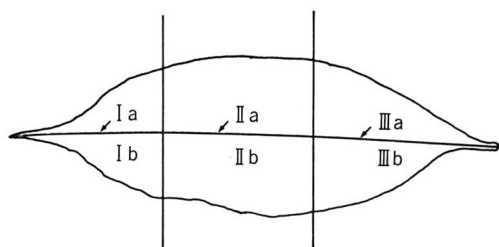


図 5. 葉身と産卵部位の区分

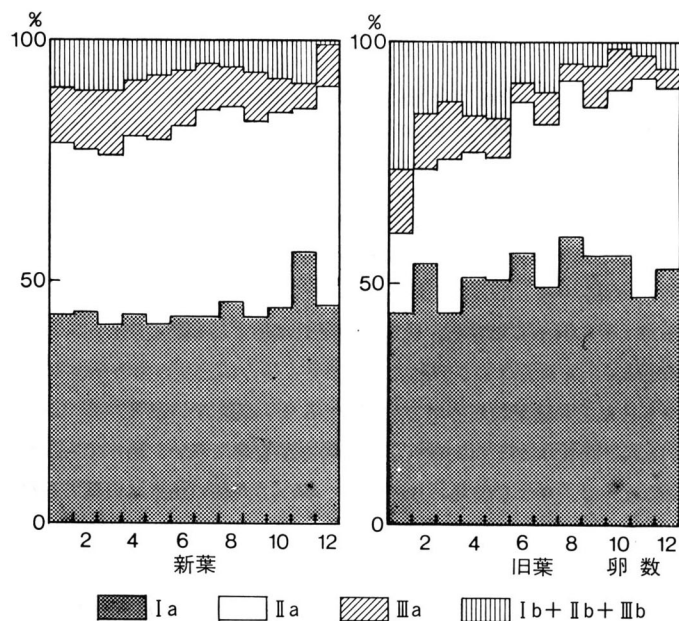


図 6. 1 葉あたりの産卵数と産卵部位との関係

る ($\chi^2=27.049$, $P<0.01$)。また旧葉では若木、老木とも Ia と IIa で有意差がある (若木: $\chi^2=17.604$, $P<0.01$, 老木: $\chi^2=73.285$, $P<0.01$)。

次に 1 葉あたりの産卵数と産卵部位との関係を示したのが図 6 である。新葉では産卵数に係わりなく, Ia の部位に産卵するものが 40~45% である。そして, IIa の部分に産卵する比率は卵数が多くなるにつれて増加する傾向が見られる。旧葉では Ia への産卵が新葉よりも多く 45~60% を占める。また, IIa への産卵は 1 葉あたりの密度が高くなるにつれて増加する傾向が明らかに見られる。これは, 本種が産卵する場合, まず Ia の部位を選択するが, この部位の密度が高くなると IIa の部位に産卵する個体が多くなることを示すものであろう。

このことから, 本種はまず葉身の先端部の主脈上に選択的に産卵するといえる。この理由についてはまだ明らかではないが, 本種の幼虫が潜葉性で, 3 令までは主脈に沿って摂食する習性があるところから, この習性と何らかの関係があるようにも推測される。たとえば, 主脈に沿って摂食することによ

表 3. 各部位への産卵数の比較

		Ia	IIa	IIIa	Ib	IIb	IIIb	産卵数	調査葉数
新 葉									
若 木		865	808	407	37	86	16	2214	1379
老 木		2178	1848	406	125	257	43	4857	1926
計		3043	2656	813	162	343	59	7076	3305
旧 葉									
若 木		161	94	29	7	13	5	309	95
老 木		662	385	93	32	84	21	1277	335
計		823	479	122	39	97	26	1586	430

て、若令幼虫が効率よく栄養を摂取することができるなどである。

今回は成虫の羽化期と産卵数、特に1葉あたりの産卵密度と産卵葉の選択性についての概要を述べた。次報では産卵様式を中心に述べたい。

引用文献

- 久居宣夫. 1972. 都市環境における昆虫の多数発生について. 「都市生態系の特性に関する基礎的研究」(沼田真編), 38—44.
- (Hisai, N.). 1973. Ecological study of *Stigmella* sp. (Lepidoptera: Stigmellidae) in the urban ecosystem. “Fundamental studies in the characteristics of urban ecosystems” (ed. Numata, M.), 41—49.
- (Hisai, N.). 1974. A study on the outbreak of *Nepticula* sp. (Lepidoptera: Nepticulidae) in the urban ecosystem. “Studies in urban ecosystems” (ed. Numata, M.), 93—102.
- (Hisai, N.). 1975. Analysis of a fluctuation mechanism of *Nepticula* sp. (Lepidoptera: Nepticulidae) population in urban areas in Japan (I). “Studies in urban ecosystems” (ed. Numata, M.), 66—71.
- (Hisai, N.). 1977. Analysis of a fluctuation mechanism of *Nepticula* sp. (Lepidoptera: Nepticulidae) population in urban areas in Japan (II). “Tokyo project. Interdisciplinary studies of urban ecosystems in the metropolis of Tokyo” (ed. Numata, M.), 205—213.
- . 1979. 潜葉性小蛾類の生活史(予報). 自然教育園報告, 9: 25—32.
- . 1981. 自然教育園におけるシイモグリチビガ(*Nepticula castanopsiella*) 個体群の9年間の変化. 自然教育園報告, 12: 21—25.
- . 1982. 都市緑地公園におけるシイモグリチビガの変動. 「都市と昆虫」(奥谷禎一編), 3—11. 環境生物研究会, 京都.
- Kino, H. 1981. An ecological study on a leaf-miner, *Nepticula castanopsiella* Kuroko (Lepidoptera: Nepticulidae), infesting the leaves of a evergreen oak, *Castanopsis cuspidata* Schotky var. *sieboldii* Nakai. Jap. J. Ecology, 31: 43—56.

Summary

Since 1971, *Stigmella castanopsiella* (= *Nepticula castanopsiella*), which is a lepidopterous leaf-miner of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, maintains high population densities in the Institute for Nature Study in comparison with control areas.

The adult usually emerges during middle May to June, and the male appears earlier than the female a few days or several days.

Almost every eggs were deposited on the costa of a leaf. The mean number of eggs per leaf between 1.76 and 6.46 is extremely high in the Institute for Nature Study because that is between 0.003 and 0.427 at rural or urban control areas (Awakamogawa in Chiba Pref.; Jimmuji Temple in Kanagawa Pref.; Korakuen and Botanical Garden of Tokyo Univ. in Tokyo Metropolis). More eggs

were laid on the leaves of old trees than young ones, and more eggs were deposited on the sun leaves than the shade ones significantly.