

捕食性天敵シロヘリクチブトカメムシの増殖能力と捕食量について

植松 秀男

宮崎大学農学部

Reproductive Rate and Predatory Ability of the Pentatomid Bug, *Andrallus spinidens* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae). Hideo UEMATSU Faculty of Agriculture, University of Miyazaki; Miyazaki 889-2192, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 50: 145-150 (2006)

Abstract: The pentatomid bug, *Andrallus spinidens* (F.), is a polyphagous predator on lepidopteran larvae in crop fields in southern Japan. The basic life history biology of the bug was studied using a laboratory incubator with temperature set at 25°C. The nymphs were reared in Petri dishes in groups of 10 and were fed on the 3rd-5th instar *Spodoptera litura* larvae. The mean development period from egg to adult was 32 d. The pre-oviposition period lasted 7 to 8 d, after which eggs were laid in batches every 2-3 d. The mean number of eggs per mass was 75.4 and the mean total number of eggs laid by each female was 499. The net reproductive-rate (R_0), mean generation time (T) and intrinsic rate of natural increase (r) were 153.8, 49.8 d and 0.101/d/female, respectively. Groups of 10 nymphs attacked 4-8 of the 3rd-5th instar *S. litura* larvae per day. Pairs of adult pentatomids killed 3-5 of the 5th instar *S. litura* larvae weighing 450-550 mg each day. This study provides important life history information for using the predator *A. spinidens* as a possible biological control agent.

Key words: *Andrallus spinidens*; pentatomid predator; fecundity; intrinsic rate of natural increase; feeding capacity

緒 言

シロヘリクチブトカメムシは南九州以南に分布することが知られていたが、近年、本邦各地でその生息が確認され、本種の天敵としてのはたらきが注目されている(高井, 1993)。本種はさまざまな鱗翅目幼虫を攻撃する捕食性天敵で、その生活史や産卵数については既にインドやマレーシアなどでかなりの知見が得られている(Cherian and Brahmachari, 1941; Rajendra and Patel, 1971; Rao and Rao, 1979; Manley, 1982; Singh and Singh, 1989; Mohaghegh and Najafi, 2003)。しかし、本邦ではサツマイモやダイズ畑、水田や草むらでよく観察されること、ハスモンヨトウ、シロイチモジヨトウ、イネツトムシ、シャクガなどを好んで捕食すること、および、その発育期間が25°Cで約35日間であることが報告されているに過ぎない(高井, 1993)。筆者は本邦産シロヘリクチブトカメムシの天敵としての特性を明らかにするため、本種の発育期間、生存率、性比、及び産卵数を調べ、一世代当たり純繁殖率、一世代の平均時間、内的自然増加率を推定した。また、若虫と成虫の捕食量についても二、三の知見を得ることができたので、本稿ではそれらの概要を記述する。

本文に入るに先立ち、本稿に対する確かなコメントをいただいた匿名の校閲者に対し深謝の意を表する。

材料及び方法

シロヘリクチブトカメムシ: 2003年9月、宮崎市学園木花台、宮崎大学構内に設けたキャベツの実験圃場で、ハスモンヨトウ幼虫を捕食していたシロヘリクチブトカメムシ成虫を採集した。これらを室内に持ち帰り、ハスモンヨトウの幼虫を餌として増殖し、適宜、実験に供した。ハスモンヨトウの飼育にはキャベツの葉を餌として用いた。実験はすべて25±0.5°C、14L10Dの恒温器内で行った。

孵化率: ペーパータオルを敷いた大型ペトリ皿(直径150 mm, 高さ25 mm)に、ハスモンヨトウ幼虫とキャベツの葉を入れ、そこにカメムシを放し、産卵させた。採卵を容易にするため、ペーパータオル(100 mm×100 mm)1枚をキャベツ葉の上に置いた。卵はペーパータオルの下側に卵塊として産下された。得られた12卵塊を1卵塊ずつ中型ペトリ皿(直径90 mm, 高さ20 mm)に入れ、孵化数を調べた。

若虫の生存率と捕食数: 孵化した1齢の若虫は分散することなく、卵塊の上に留まってコロニーを形成し、餌を摂

取することなく2齢へと脱皮した。2齢以後の若虫もコロニーを形成し、集合する習性を有するため、若虫の発育日数や生存率は集団飼育によって調べた。すなわち、卵塊上の1齢幼虫を傷つけないように1頭ずつ面相筆ですくい捕り、10頭ずつ中型ペトリ皿に移した。齢別の発育期間を明らかにするため、飼育虫のすべての個体が成虫として羽化するまで24時間毎に観察し、コロニーの齢構成を記録した。若虫が4齢期に達したときに、飼育容器を大型ペトリ皿に交換した。飼育虫の性は羽化後に判別した。2齢期以後の餌として、ハスモンヨトウの3~5齢幼虫を日当たり5~20頭、カメムシ若虫の摂食量に応じて与えた。カメムシが1日に捕食した幼虫数は前日の給餌数と当日の生存幼虫数の差によって求めた。

産卵数：羽化後24時間以内の雌成虫(8頭)をそれぞれ雄と対にしてペーパータオルを入れた大型ペトリ皿に入れた。雌成虫が死亡するまで24時間毎に産下された卵塊を調査した。餌としては、日当たり5~10頭のハスモンヨトウ幼虫(3~5齢)をキャベツ葉とともに与えた。

成虫の捕食数：シロヘリクチブトカメムシの10対の雌成虫を実験に供した。1対ずつ、前項の産卵試験と同様の方法で大型ペトリ皿に入れた。ハスモンヨトウ5齢幼虫(450~550mg)を餌として与え、24時間ごとに捕食数を記録した。給餌数は日当たり7頭であった。調査は14日間継続した。

成虫の体重：発育日数の調査で得られた雌成虫のうち羽化後24時間以内の31頭について体重を電子天秤(メトラーAT200)で測定した。また、産卵期における雌の体重の変動を明らかにするため、産卵を始めた雌成虫6頭について産卵数と体重を2週間にわたって24時間ごとに測定した。

結 果

1. 孵 化 率

卵の孵化率は87.6~98.7%であった。全体の平均値は93.9%であった。孵化率と卵塊のサイズとの間には一定の関係は認められなかった(Fig. 1)。

2. 発育所要日数と生存率

合計100頭を飼育した結果33頭の雌と34頭の雄成虫が得られた。Table 1に各齢期の発育日数を示した。若虫の齢別発育期間は1齢において最も短く、5齢において最も長かった。卵から成虫羽化までの平均発育期間は雌で32.3日、雄で32.0日であった。雌雄間の差は認められなかった(Mann-Whitney *U*-test, $p > 0.05$)。

若虫期前半の死亡率は低かったが、後半のそれはやや高く、3、4及び5齢期の齢別死亡率はそれぞれ7.2%、14.4%、13.0%であった(Table 1)。1齢~5齢の累積死亡率は33%であった。

3. 増殖能力

成虫の交尾行動は羽化後2日目以降に観察された。最初の産卵は羽化後7~8日目に認められた。卵は卵塊として産下された。野外で観察したメヒシバの茎に産下された卵塊は2列に規則的に並べられていたが、ペトリ皿内のペーパータオルに産下された卵塊は一層で3~6列からなる不規則な形状を呈した。卵塊当たりの卵粒数の最大は127個であった。卵塊サイズは60~79個が最も多く、80~99個がそれに次いで多かった。これら二つのグループは全体の68%を占めた(Fig. 2)。卵塊当たり卵粒数の平均は 75.4 ± 20.9 (平均値 ± 標準偏差)であった。1頭の雌が生みの間に産下した卵塊数と総産卵数の平均値はそれぞれ、 6.6 ± 1.7 と 499.4 ± 66.6 であった。産卵の間隔(卵塊を産下

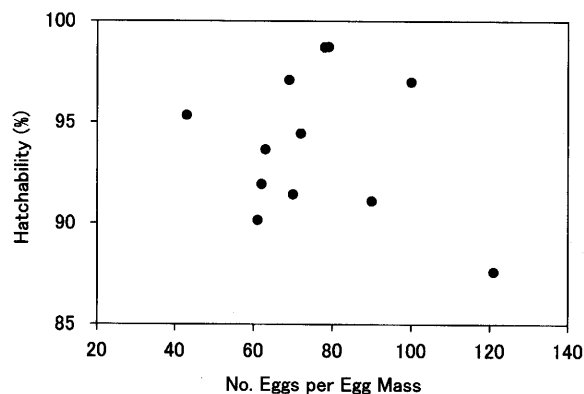


Fig. 1. Relationship between hatchability and size of egg mass in *A. spinidens*.

Table 1. Development period of eggs and nymphs of *A. spinidens* (d) reared on the prey, *Spodoptera litura* larvae kept at 25°C

	Egg	Nymphal instars					Egg to adult	
		1st	2nd	3rd	4th	5th	Female	Male
Development period ^a	11	3.2±0.4	4.8±0.4	3.7±0.5	3.7±0.5	5.8±0.7	32.3±1.1 (33) ^b	32.0±1.1 (34)
Mortality (%)		1.0	2.0	7.2	14.4	13.0		

^a Mean ± S.D.

^b Numbers in parentheses indicate no. of insects emerged. A total of 100 nymphs were studied. They were reared in Petri dishes in groups of 10.

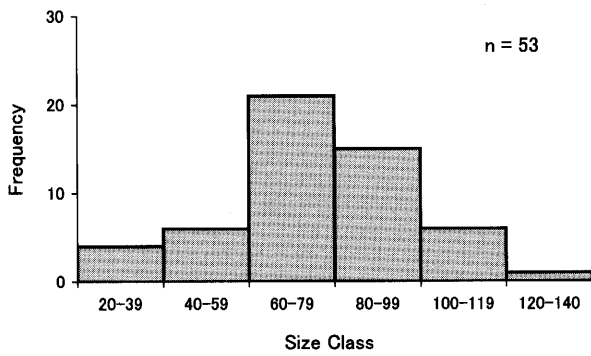


Fig. 2. Size of egg masses in *A. spinidens*.

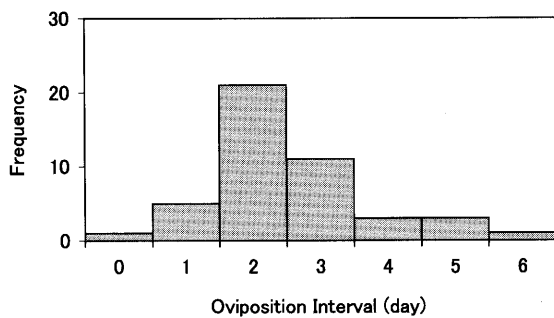


Fig. 3. Intervals between two successive ovipositions in *A. spinidens*.

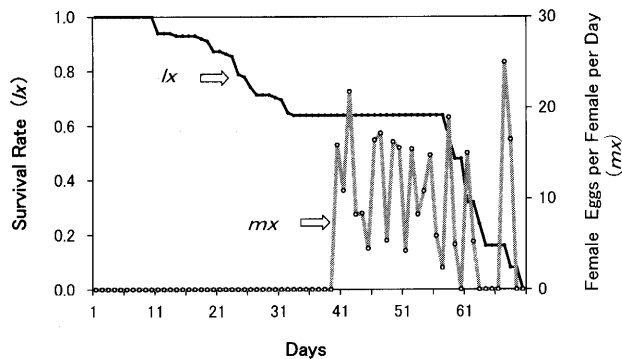


Fig. 4. Age-specific survival and age-specific fecundity curves for *A. spinidens* fed on live *S. litura* larvae in Petri dishes kept at 25°C.

した雌が次の卵塊を産下するまでの時間)は2日の場合が最も多く(46.7%),3日の場合(24.4%)がそれに次いで多かった (Fig. 3).

Fig. 4はシロヘリクチプトカメムシの齢別生存率曲線(l_x)と齢別出生率曲線(m_x)を示したものである。一世代当たり純繁殖率(R_0)は1雌が次世代に残す雌成虫数であり、 $R_0 = \sum l_x \cdot m_x$ で求めることができ、また、一世代の平均時間(T)は $T = \sum x \cdot l_x \cdot m_x$ で近似的に求められる。さらに、内的自然増加率(r)は $r = \ln R_0 / T$ で算出される (Birch, 1948)。これらの方法で求めた本種の一世代当たり純繁殖

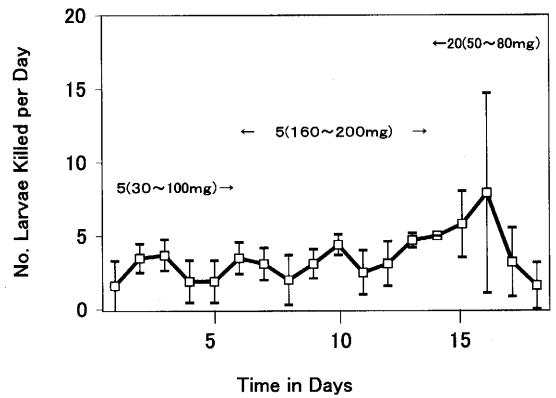


Fig. 5. Changes in the number of *S. litura* larvae killed by groups of 10 *A. spinidens* reared in Petri dishes from the 2nd instar nymph stage until adult emergence. Values indicate the mean of 10 groups. Vertical bars show SE. Values above the curve indicate the number and weight ranges of *S. litura* larvae presented to the predators per day.

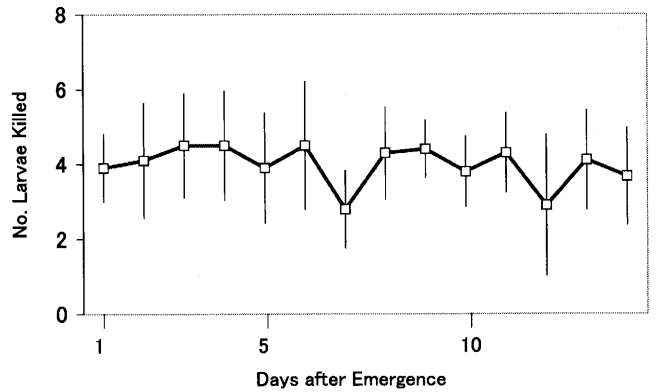


Fig. 6. Daily changes in the number of *S. litura* larvae weighing 450~550 mg killed by one pair of adult *A. spinidens*. Vertical bars show SE.

率は153.8であった。また、一世代の平均時間は49.8日と計算されたので、内的自然増加率は0.101/日/雌と推定された。

4. 捕食数と産卵雌の体重

10頭からなる2齢若虫の集団が成虫に達するまでに攻撃した幼虫数の推移を Fig. 5に示した。4~5日目、8日目、11~12日目、及び17~18日目の捕食量の落ち込みはいずれも若虫の脱皮に伴う捕食行動の一時的な中断によるものである。本実験では各集団に6日目までは30~100 mgの幼虫を日当たり5頭、7日目~14日目には160~200 mgの幼虫を5頭、15日目~18日目には50~80 mgの幼虫を20頭与えており、餌の数とサイズを揃えることができなかったが、若虫集団は脱皮時を除くと日当たり4~8頭を攻撃捕食した。

成虫は羽化後1日目から捕食活動を始めた。雌雄1対の成虫が捕殺した日当たりの捕殺数は3~5頭であった。 Fig.

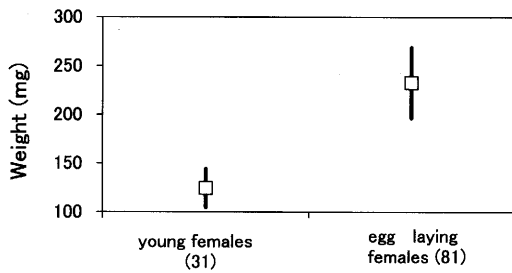


Fig. 7. Comparison of weights between the young adult females within 24 h after emergence and sexually matured females in the middle of the egg-laying period, 8–24 d after emergence. Vertical bars show SE. Numbers in parentheses indicate sample sizes. The two groups were significantly different at the 1% level when compared using the Mann-Whitney *U*-test.

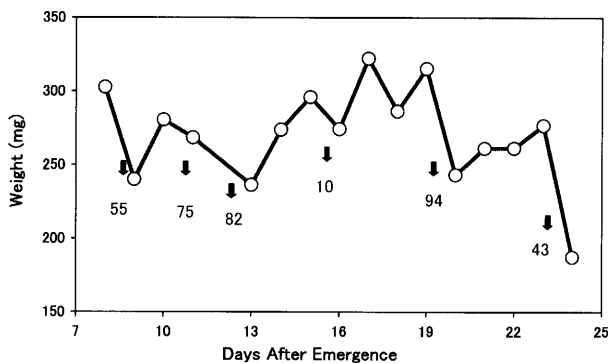


Fig. 8. Daily changes in weight of sexually matured, egg-laying *A. spinidens* females. Arrows indicate egg-laying events. Values below the arrows show the number of eggs deposited.

6は雌雄1対の成虫が羽化後2週間の間に捕食した幼虫数の推移を示したものである。

Fig. 7は羽化後間もない雌成虫の体重と産卵期のそれを比較したものである。前述のとおり、雌成虫は羽化後7~8日目頃から産卵を始め、その後2~3日に1度の頻度で産卵したが、これら産卵期の雌成虫の腹部の肥大は顕著で、若い雌に比べ明らかに大きかった (Mann-Whitney *U*-test, $p < 0.01$)。とくに産卵後の体重の減少とその後の捕食による体重の増加は顕著で、きわめて規則的であった (Fig. 8)。ちなみに、63個の卵粒からなる1卵塊の重量は30.3 mgであった。

考 察

シロヘリクチプトカメムシは南方系の昆虫で、マレーやインドでしばしば多発することから、これらの地域では早くから天敵として注目され、その生活史や捕食数についてはすでにかなりの報告がある (Cherian and Brahmachari, 1941; Rajendra and Patel, 1971; Rao and Rao, 1979; Manley, 1982; Singh and Singh, 1989; Mohaghegh and Najafi, 2003)。ここでは本研究で得られた主な結果をそれらと比較しながら、

本種の天敵としての特性を評価したい。

卵の孵化率は卵塊によって少しばらついたが変動の幅は小さく、平均孵化率は93.9%であった。Rao and Rao (1979) や Singh and Singh (1989) もそれぞれ84.5%と95~100%と報告しており、本種の卵の孵化率は概ね90%前後で安定しているように思われる。ただし、Rajendra and Patel (1971) は湿度が低いほど孵化率が低下すると報告しており、著しい乾燥は孵化率の低下の原因となるかもしれない。

若虫期の死亡率は後半で高く、4齢と5齢のそれはそれぞれ14.4%と13.0%であった。本種では若虫期の死亡要因として、細菌病や共食いが知られているが (Cherian and Brahmachari, 1941)、本研究ではこれらの点については明らかにすることができなかった。捕食性昆虫では餌不足や過密は通常共食いの頻度を高めるが、本実験では、餌を十分に与えたので、共食いによる死亡は小さかったと思われる。

産下された卵が成虫として羽化するまでの発育期間は雌では32.3日、雄では32.0日で、性による差は認められなかった。これらの値は高井 (1993) の35日よりやや短い。インドで雨季に *Prodenia litura* を餌として室温下で調べられた18~21日 (Cherian and Brahmachari, 1941) や、さまざまな鱗翅目幼虫を餌として室温下で調べた Manley (1982) の26日と比べると、はるかに大きかった。また、本研究での産卵前期間 (7~8日) も Cherian and Brahmachari (1941) の2~3日より著しく長かった。昆虫の発育期間は飼育温度や餌の種類によって影響されるため、これらの差は飼育条件の違いによるものと思われる。

シロヘリクチプトカメムシが産下した卵塊の平均サイズは75.4個であった。この値は Manley (1982) の50個、Rao and Rao (1979) の58個、Rajendra and Patel (1971) の54.5個よりいくぶん大きかった。また、本実験における雌の総産卵数は平均499.4個であったが、この値も Cherian and Brahmachari (1941) の256個未満や Rajendra and Patel (1971) の370個より明らかに大きかった。一般に産卵数は成虫のサイズに依存して変化する例が多く、今回認められた不一致は供試した個体の大きさの違いを反映したものであろう。

14L10D, 25°Cの恒温条件下での本種の一世代当たり純繁殖率、一世代の平均時間、及び、内的自然増加率はそれぞれ、153.8, 49.8日, 0.101/日/雌と推定された。捕食性カメムシにおけるこれらの個体群パラメータに関する報告は少ないが、*Podisus maculiventris* では詳細なデータが得られている。*P. maculiventris* はカメムシ科に属する北アメリカ原産の多食性捕食者で各種農業害虫の天敵として著名であり、現在、大量増殖のための代替餌の研究が精力的に進められている (De Clercq et al., 1998; Thompson, 1999; Wittmeyer and Coudron, 2001)。Wittmeyer and Coudron (2001) は26.5°Cでイラクサギンウワバ (*Trichoplusia ni*) を餌として与え、

P. maculiventris の一世代当たり純繁殖率を 30.39, 一世代の平均時間を 35.87 日, 内的自然増加率を 0.0977/日/雌と報告している。シロヘリクチプトカメムシの一世代の平均時間 49.8 日は *P. maculiventris* のそれよりかなり長く, ほぼ 1.4 倍に相当する。長い世代時間は必然的に内的自然増加率を小さくするが, 一世代当たり純繁殖率ではシロヘリクチプトカメムシの方が *P. maculiventris* の約 5 倍と大きい。そのため, それらが互いに相殺して, 結果的に両種の内的自然増加率はほぼ同じくらいの大きさになっている。本研究でのシロヘリクチプトカメムシの飼育温度が *P. maculiventris* のそれより低いこと, そして, 世代時間は環境温度に強く支配されることを考慮すると, 同じ飼育温度で比較したシロヘリクチプトカメムシの内的自然増加率は *P. maculiventris* のそれよりむしろ大きいかもしれない。

カメムシの捕殺数は, 餌の大きさと捕獲に要する時間, 及び, カメムシの摂食量の上限によって決まると言われている。また, 群れを形成する本種では, 群れのサイズが餌の捕獲成功率に影響することが示唆されている (Manley, 1982)。さらに, 単独で生活する成虫期でさえ, 攻撃を受けた餌個体の存在は攻撃に関与していなかった他個体を誘引し, その結果, 複数の個体がひとつの餌と一緒に捕食する現象も観察されている (Manley, 1982)。このように捕食数はいろいろな要因によって影響され, また, 捕食形態も多様であるため, シロヘリクチプトカメムシの個体当たりの捕食能力を定量的に推定することはきわめて難しい問題である。ここでは, 本研究での結果を既往の報告と比較しながら, 本種の捕食能力のおおよその評価を試みたい。

10 頭からなる若虫の集団は成虫に達するまで, 平均すると日当たり 4~8 頭のアスモンヨトウを捕食した。一方, 雌雄 1 対の成虫は約 2 週間の間, 日当たり 3~5 頭の幼虫を捕食した。Cherian and Brahmachari (1941) は *P. litura* の成熟した幼虫を与え, 成虫の捕食量を, 日当たり 2~3 頭であったと報告している。また, Rajendra and Patel (1971) は *P. litura* の 3~4 齢幼虫を餌としたときのクチプトカメムシの捕食量を調べ, 成虫期の捕食量を 53~133 頭 (平均 100.55 頭) と報告している。一方, Singh and Singh (1989) はダイズの害虫, *Rivula* sp. を餌として調査し, 産卵期の雌成虫は日当たり 4.66 頭捕食したと報告している。さらに, 近年, Mohaghegh and Najafi (2003) はイネの害虫, *Naranga aenescens* の終齢幼虫を餌として本種の捕食量を詳細に調べ, 雌雄 1 対の成虫の捕殺数は温室の中では日当たり 4.06 頭, 屋外では 3.55 頭であったと報告している。これらの報告はいずれも筆者の観察結果と大きな隔たりはないように思われる。

シロヘリクチプトカメムシの若虫期は群れで捕食し, また, 体も小さいので, 1 頭当たりの捕食数は決して大きいとはいえない。しかし, 成虫期は単独での捕食活動が可能

であり, 移動能力も若虫期に比べはるかに大きく, また, 捕食量も大きいので, 餌種の体サイズが小さい場合には大きな捕食数が期待される。さらに, シロヘリクチプトカメムシは既に述べたように高い増殖能力も有しているため, 畑地において有望な多食性の土着天敵として働き得るようになる。

摘 要

シロヘリクチプトカメムシはさまざまな鱗翅目幼虫の捕食性天敵である。筆者は本種の天敵としての特性を評価するため, ハスモンヨトウ幼虫を餌として 25°C, 14L10D の恒温器内で発育日数, 生存率, 産卵数, 捕食数を調べた。卵~成虫の発育期間は雌雄に差はなく約 32 日であった。卵の孵化率は 93.9% であった。若虫期 (1 齢~5 齢) の累積死亡率は 33% であった。産卵前期間は 7~8 日であった。卵は卵塊として 2~3 日に一度産下された。卵塊当たり平均卵数は 75.4 であった。一雌が産下した総産卵数の平均値は 499 個であった。本種の一世代当たり純繁殖率は 153.8, 一世代の平均時間は 49.8 日, 内的自然増加率は 0.101/日/雌と推定された。10 頭の若虫集団は 3~5 齢のアスモンヨトウ幼虫を日当たり 4~8 頭捕殺した。雌雄 1 対の成虫は 5 齢 (450~550 mg) の幼虫を日当たり 3~5 頭捕殺した。これらの結果はシロヘリクチプトカメムシが有望な多食性土着天敵として働き得ることを示唆した。

引用文献

- Birch, L. C. (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- Cherian, M. C. and K. Brahmachari (1941) Notes on three predatory hemipterons from South India. *Indian J. Ent.* 3: 115-119.
- De Clercq, P., F. Merlevede and L. Tirry (1998) Unnatural prey and artificial diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol. Control* 12: 137-142.
- Manley, G. V. (1982) Biology and life history of the rice field predator *Andrallus spinidens* F. (Hemiptera: Pentatomidae). *Ent. News* 93: 19-24.
- Mohaghegh, J. and I. Najafi (2003) Predation capacity of *Andrallus spinidens* (F.) (Het.: Pentatomidae) on *Naranga aenescens* Moore (Lep.: Noctuidae) under semi-field and field conditions. *Appl. Ent. Phytopath.* 71: 57-68.
- Rajendra, M. K. and R. C. Patel (1971) Studies on the life history of a predatory pentatomid bug, *Andrallus spinidens* (Fabr.). *J. Bom. Nat. Hist. Soc.* 68: 319-327.
- Rao, Y. R. V. J. and V. N. Rao (1979) Bionomics of *Andrallus spinidens* (Fab.), a predator on some insect pests of rice. *J. Ent. Res.* 3: 106-108.
- Singh, K. J. and O. P. Singh (1989) Biology of a pentatomid predator, *Andrallus spinidens* (Fab.) on *Rivula* sp., a pest of soybean in Madhya Pradesh. *J. Insect Sci.* 2: 134-138.
- 高井幹夫 (1993) III. 天敵としてのカメムシ, 日本原色カメムシ

- 図鑑 (友国雅章 監修). 全国農村教育協会, 東京, pp. 303-306. [Takai, M. (1993) III. Bugs as natural enemies. In *A Field Guide to Japanese Bugs* (M. Tomokuni ed.). Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai, Publishing Co., Ltd., Tokyo, pp. 303-306.]
- Thompson, S. N. (1999) Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 561-592.
- Wittmeyer, J. L. and T. A. Coudron (2001) Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase, and estimated cost of rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet. *J. Econ. Entomol.* 94: 1344-1352.
-