

Kontyû, Tokyo, 49 (1): 183-191. March 25, 1981

異なる食物条件下におけるヒメカメノコテントウの産卵数、 孵化率および産卵期間

河 内 俊 英

久留米大学医学部生物学教室
〒830 福岡県久留米市御井町 1635

The Number of Oviposition, Hatchability and the Term of Oviposition of *Propylea japonica* THUNBERG (Coleoptera, Coccinellidae) under Different Food Condition

Shun-ei KAWAUCHI: Biological Laboratory, Kurume University,
Mii-machi, Kurume, Fukuoka 830, Japan

Synopsis Adults of an aphidophagous ladybird were reared at 25°C and with 14 hr illumination to investigate the effect of feeding regimes on their reproduction. The number of eggs deposited per female increased linearly with increasing prey density. The pre-oviposition period decreased with increasing prey density. When a sufficient number of prey was supplied, the daily oviposition rate was maintained at a relatively constant level throughout the oviposition period. When the number of prey supplied was small, the length of oviposition period became longer to compensate the reduced rate of oviposition.

はじめに

被食者に対する捕食者の働きを解明するには、捕食者が自種を維持するために被食者の密度に対して、どのように反応しているかを明らかにすることが重要である。捕食性昆虫の餌密度の変化に対する反応については、MORRIS (1953), HAYNES & SISOJEVIC (1966), MORI & CHANT (1966) などの室内実験やモデルによる解析等多くの研究があり、また ROYAMA (1971), MURDOCH & OATEN (1975) の総説がある。しかしこれらの研究は捕食者の個体当りの捕食量の変化を主に取り扱っており、その結果として示されるであろう生存率や産卵数、孵化率および卵塊サイズ等についての研究は少ない。捕食性節足動物のうち、クモ類の餌密度と産卵数の関係については TURNBULL (1962), 鈴木・桐谷 (1974), 吉田 (1974, 1975) の報告がある。クモとは異なる捕食・産卵様式を示す食蚜性テントウムシについては、McMULLEN (1967) が *Coccinella novemnotata* で餌密度と産卵数について報告しているが詳細は知られていない。筆者 (1979a) はヒメカメノコテントウ *Propylea japonica* 幼虫の捕食率、発育および生存に及ぼす餌密度の影響を明らかにした。そこで本報ではヒメカメノコテントウ成虫について、餌密度が産卵数、孵化率、産卵期間、卵塊サイズおよび生存期間にどのように影響するかについて検討したので、その結果を報告する。

材料および方法

実験に用いたヒメカメノコテントウは1973年11月に久留米大学周辺に自生するオオアワダチソ

ウ *Solidago serotina* から採集した越冬成虫の子孫である。越冬成虫は 10~15°C, 短日条件下 (10 時間照明) でミツバチ幼虫の粉末で飼育 (岡田, 1971) し, 翌年 2 月上旬以後は 25°C, 14 時間照明下においてキクで増殖したワタアブラムシ *Aphis gossypii* を十分に与えて産卵させた。孵化後の幼虫は 25°C, 14 時間照明下で個体飼育し, 羽化 2~5 日後の成虫を実験に供した。雌は羽化時生体重 7.5 mg 以上, 雄は 5.5 mg 以上の大型個体を選び, 体の大きさの変異が小さくなるようにした。給餌アブラムシはキクで増殖した 3・4 令のワタアブラムシを用いた。餌密度は 20, 40, 60 および 100 匹以上の 4 段階とした。飼育は 25°C, 14 時間照明下で行ない, 直径 90 mm, 高さ 15 mm のプラスチックシャーレを用い, 上部を透明なサランラップで覆った。雌雄を対にしてシャーレに入れ毎日一定時刻に餌をとりかえ, 捕食数, 産卵数を調べた。実験途中で雄が死亡した場合には, 別に餌を十分に与えて飼育しておいた雄個体を補充して雌が死亡するまで実験を継続した。卵は上記のプラスチックシャーレに入れ, 適当に水を含ませた脱脂綿で乾燥を防ぎ, 25°C の恒温器に入れて, 毎日一定時刻に孵化数を調べた。孵化率調査の際に 1 日当りに産まれた卵を単位とした 50 組の卵塊を無作為にとり出し, 孵化した幼虫を順次取り除いた場合の孵化率を調べ, 卵捕食の割合を明らかにした。

結 果

1. 捕食および卵捕食

異なる餌密度下での 1 日あたり平均捕食数は表 1 に示した。捕食数は雌雄対にした場合の結果であるが, 餌密度の増加とともに増加していることがわかる。餌密度 20, 40 匹区ではほとんど食い尽されるが, 60 匹区と 100 匹区では食べ残しがみられる。20 匹区, 40 匹区のような餌の食い尽しが起こる餌密度下では, 前日の定刻調査から翌日までに一部で成虫による卵捕食が観察された。しかし, 成虫による卵捕食はそれほど頻繁ではなく, 調査期間中を通じて 20 匹区で 1100 回中 5 回, 40 匹区で 1900 回中 5 回確認されたにすぎない。これに対して幼虫による卵捕食は卵塊の中で先に孵化した幼虫により引き起こされる。10~20 卵よりなる 1 卵塊の孵化完了には 4~6 時間を要する。孵化幼虫を取り除いた場合の孵化率は 67.3% であった。一方先に孵化した幼虫を取り除かない場合の孵化率は表 2 に示すように約 50% であり, 孵化幼虫を取り除いた場合より約 17% 低かった。この差は孵化可能で捕食される卵の割合とみなすことができよう。

Table 1. Number of aphids eaten by the adult of *P. japonica* at various prey densities. (per a couple of ladybirds)

Prey density/day	20	40	60	100
No. of aphids captured/day	19.2±1.2	37.1±2.3	49.0±6.9	73.0±7.1

Table 2. Response of *P. japonica* to prey density in the adult stage.

Prey density/day	20	40	60	100
Oviposition period (day)	75±7.2	103.5±13.4	94.3±7.8	76.6±5.0
Pre-oviposition period (day)	9.6±1.4	8.2±1.3	5.2±0.3	4.3±0.4
No. of eggs laid	108.7±18.7	428.8±18.7	777.9±111.6	1481.3±178.2
Hatchability (%)	42.0	53.6	53.9	51.7
No. of replication	15	19	17	9

2. 産卵数、卵塊サイズおよび孵化率

各餌密度下における平均総産卵数は表2のようである。産卵数は餌密度の増加とともに増加し、図1に示すような直線関係が成立する ($r^2=0.999$)。つぎに餌密度と卵塊サイズの関係を知るために産卵期間中に産下された卵塊の卵粒数の頻度分布を図2に示した。20匹区では卵粒数2~3卵の卵塊が最も多く、平均卵粒数は6.7卵であった。40匹区ではモードは4~5卵、平均は7.3卵、60

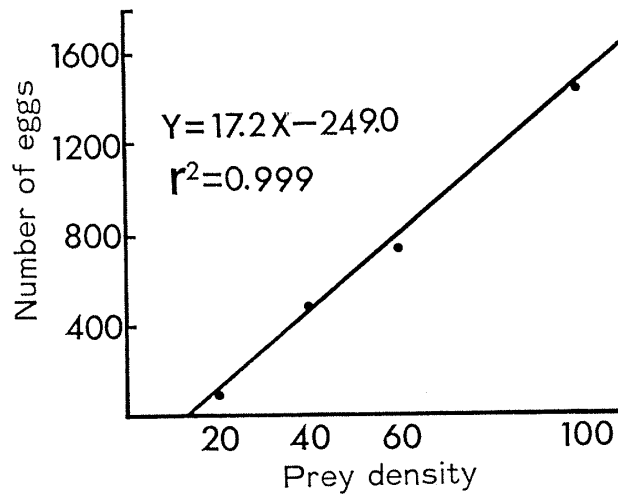


Fig. 1 The relationship between prey density and the number of eggs deposited by *P. japonica*.

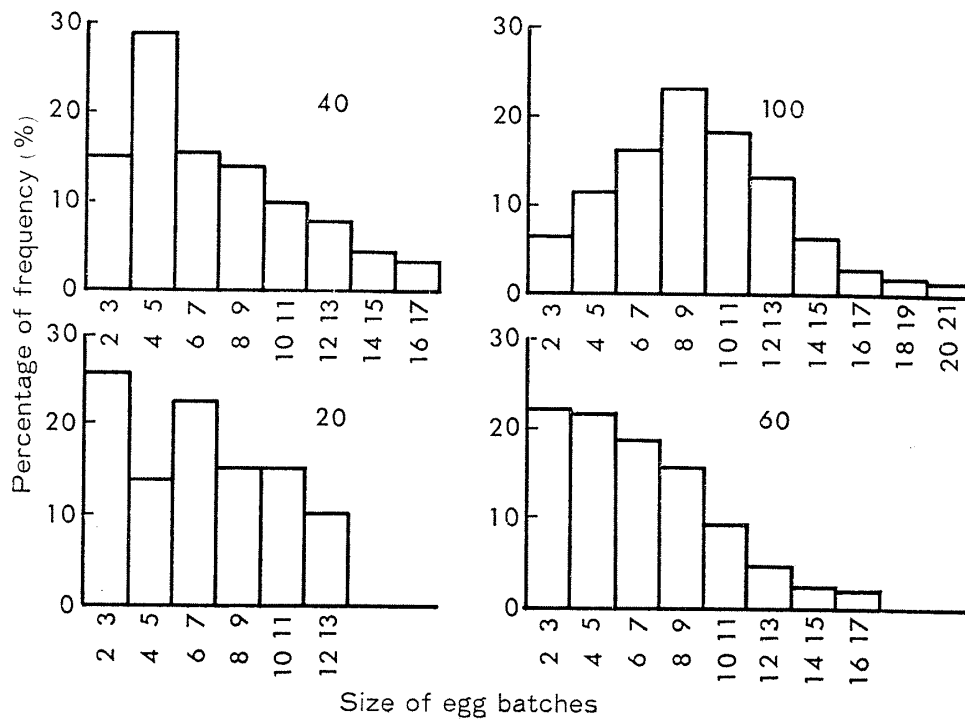


Fig. 2. The frequency of the size of egg batches in different prey densities.

匹区はモードは 2~3 卵, 平均 7.5 卵, また 100 匹区ではモード 8~9 卵, 平均 9.4 卵であった.

各餌密度における孵化率は表 2 のようになる. 表に示すように孵化率は 20 匹区が 42.0% であるが, 他の餌密度間では顕著な差は認められず, 約 50% であった. また各餌密度下における卵塊サイズと孵化率の関係をみると, 図 3 のように各餌密度とも卵塊サイズと孵化率の間には有意な相関々係は認められなかった. このように平均的にみれば卵の約 50% は孵化しないが, すでに述べたように, 孵化が遅れたために捕食される卵の割合は 20% 前後と推定され, 残り約 30% は他の原因による不孵化卵であると考えられる.

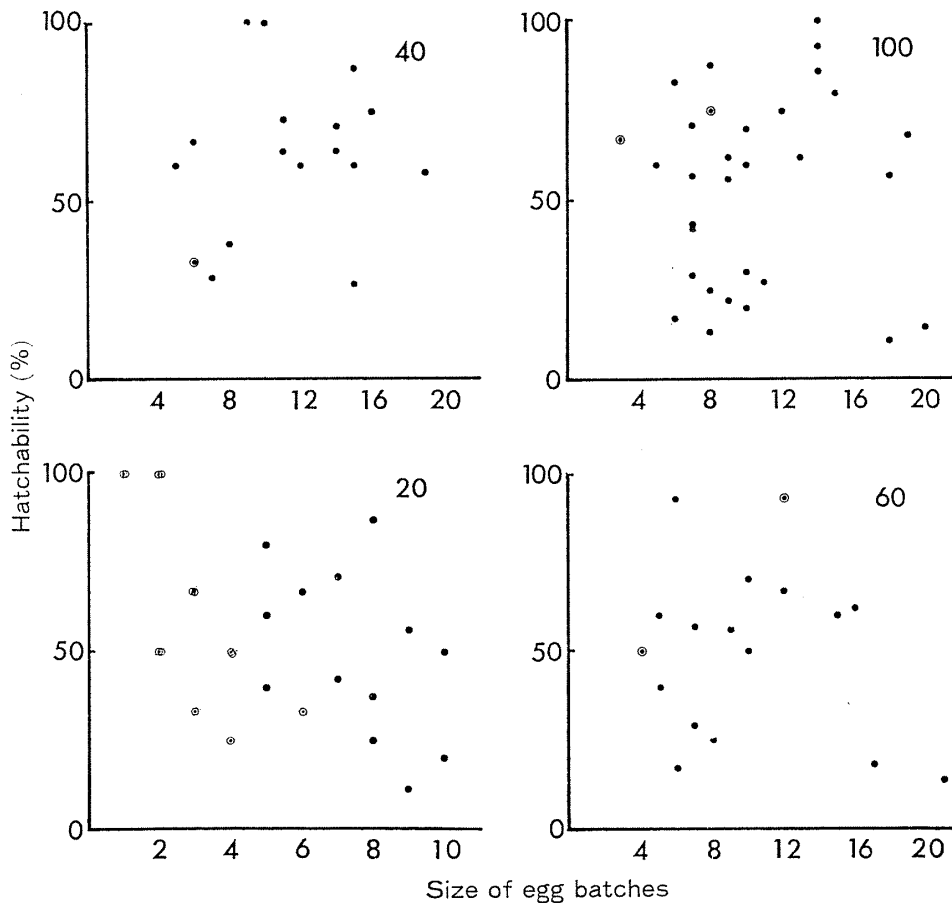


Fig. 3. Relationships between the size of egg batches and the hatchability of eggs in different prey densities.

3. 産卵期間と産卵数の累積経過

産卵前期間は表 2 に示すように餌密度の増加にともなって短縮される傾向がみられる. 産卵期間 (成虫の生存期間から産卵前期間を減じた期間) は表のように, 最も長いのは 40 匹区であり, 次いで 60 匹区が長く, 20 匹区は最も短い. 餌密度ごとの日当たり平均産卵数の累積経過は図 4 に示した. 20 匹区の産卵は 1 回の産卵から次回の産卵まで 3 日から 10 日の間隔があり, 産卵数は常に少ない. これに対して 40 匹区と 60 匹区は産卵開始から 25 日までは, 日当たり産卵数に大差がみられなかった. しかし 25 日以降は, 両餌密度間の産卵数の差が顕著になった. 100 匹区では産卵開

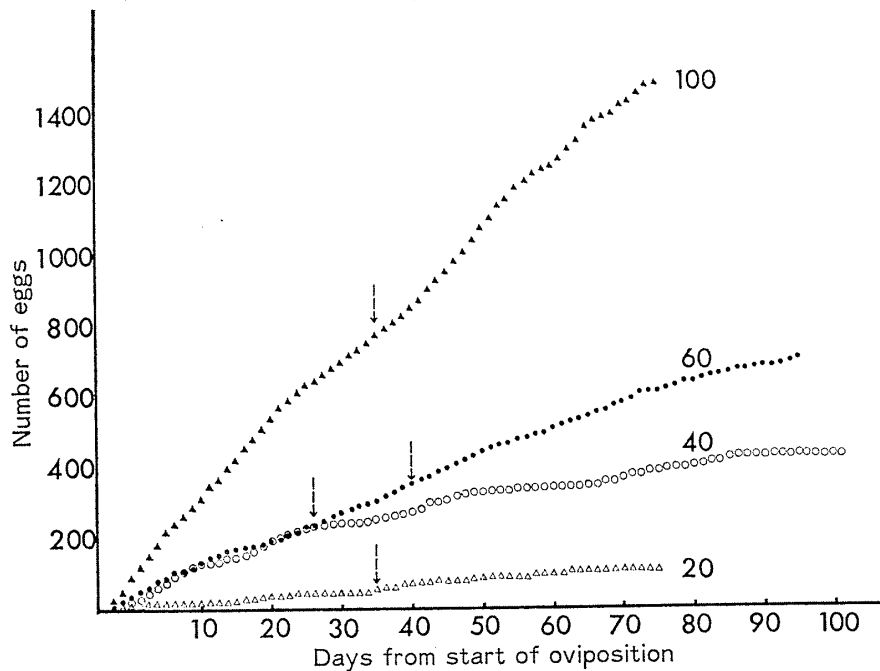


Fig. 4. The egg-laying pattern of *P. japonica* females at different prey densities. Arrow indicates the time at which 50% of eggs were laid.

始から終了まで連続した産卵が行なわれた。総産卵数の50%が産下されるまでの日数を比較すると(図4), 40匹区では産卵期間103日の25%に当たる26日目までに全産卵数の50%が産下されているのに対し, 20匹区, 60匹区, および100匹区では産卵期間の40~50%の日数で50%の産卵数に達している。

4. 生残率

各餌密度下でみられる雌の生残曲線は図5のようになる。20匹区における雌の生残率は実験開

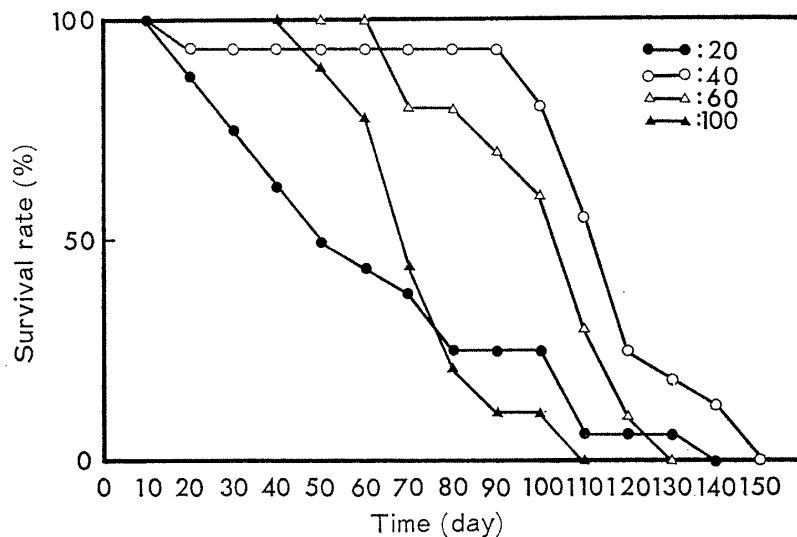


Fig. 5. The relationship between the survival rate of female ladybirds and the passage of time in different prey densities.

始後 10 日から 80 日にかけて直線的な減少が示されたが、135 日生存した個体もみられる。40 匹区、60 匹区では 90 日までは各々 70% 以上の生残率であるが、以後は急激な減少がみられる。これに対して 100 匹区では 50 日以後急激な直線的減少がみられ、110 日までに全ての個体が死亡する。雄は 20 匹区で羽化後 1~10 日で 47% が死亡し、20 日までに 60% の個体が死亡し、20 日までに全個体の死亡がみられた。40 匹区においては、羽化後 10 日までに 26% の雄が死亡し、20 日までに 39% が死亡し、さらに 30 日までに 50% の雄が死亡した。

考 察

ヒメカメノコテントウ幼虫の捕食数は餌密度の増加にともなって増加する (河内, 1979a) が、成虫でも同様の傾向がみられた。ところが 60 匹区では飽食餌数以下であるにもかかわらず、餌の食べ残しがみられた。これは捕食によって餌が減少して餌の発見確率が低下したことと、一定数 (49 ± 6.9 匹) の餌の捕食によって探索に対する刺激が低下したためと思われる。一方 20 匹、40 匹区で餌の食い尽しがみられるのは、空腹度が高いことによって探索刺激が強い結果と考えることができる。

餌密度と産卵数の間に正の相関関係のみられることはナミテントウ *Harmonia axyridis* (茂木, 1969), キクズキコモリグモ *Lycosa pseudoanulata* (鈴木・桐谷, 1974), チリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* (芦原ら, 1976) で報告されている。ヒメカメノコテントウ成虫でも同様に正の相関がみられた。また餌密度が高いほど平均卵塊当り卵粒数も多くなる傾向がみられた。このことを野外のアブラムシの分布および産卵状況との関連で考えてみると、松良 (1976) はカメノコテントウでは枝を単位にすると、餌のいる枝に産卵する傾向が強く、餌のいない木には全く産卵のみられないことを報告している。またヒメカメノコテントウ、ナナホシテントウ (河内, 1979b) でも同様に餌のあるところに産卵がみられる。ヒメカメノコテントウ (河内, 未発表) では餌を 1 日おきに与えた場合、1 日おきに産卵がみられる。これらのことから考えると、ヒメカメノコテントウ成虫は、一定量の餌を捕食すると産卵刺激が高くなり、餌を捕食した付近で産卵するために餌の全くいないところに産卵が行われることは少ないものと思われる。このように餌があるところには産卵し、ないところでは産卵しないという餌の存在に対応した産卵習性をもつことは、孵化した幼虫の餌を保証する機構と関係した性質と考えることができる。

各餌密度における総産卵数の 50% に達するまでの時期を比較すると 40 匹区が 20 匹、60 匹および 100 匹区より著しく産卵期間の前半に片寄っている。この理由は現在のところ不明であるが、羽化後 30 日目くらいまでは 60 匹区とほぼ同様の率で産卵していくが、それ以後日当り産卵数が低下していることからみて、餌不足の影響が産卵期後半になって顕著に現れたのではないかと推察される。テントウムシ類の幼虫の発育期間は総捕食数と関係があり、捕食数が少ないほど令期間が延長されることは *Hippodamia quinquesignata* (KADDOU, 1960), *Pharoscyrnus numidicus* (KEHAT, 1968), ナミテントウ (茂木, 1969) およびヒメカメノコテントウ (河内, 1979a) で報告されている。ヒメカメノコテントウの産卵前期間は同様に餌密度が低く捕食数が減少すると延長される傾向のみられることが示唆された。

吉田 (1975) はオオシロカネグモ *Leucauge magnifica* では給餌量の少ない場合には長期間生存し、小さい卵囊を何度もつくって産卵数の減少をおさえ、餌密度が高い場合には旺盛な摂食を行なって、早期に産卵を完了して死亡すると報告している。ヒメカメノコテントウの場合も飽食条件の 100 匹区の産卵期間は 40、60 匹区に比べて短かく、また大きな卵塊 (8~9 卵以上) の割合が高くな

り、早期に死亡する。また 40 匹区や 60 匹区のように給餌数が飽食状態に比べて少ない場合には、小さい卵塊 (8~9 卵以下) の割合を増やしてクモと同様に生存期間を延長して産卵数の減少をおさえるような機構もっていることが示唆された。20 匹区のように著しく餌密度が低い場合には産卵から次の産卵までの間隔が長くなる傾向がみられる。これは卵成熟と産卵のためのエネルギー蓄積に時間を要するためと考えられ、河内 (1979a) がヒメカメノコテントウ幼虫で報告している場合と同様に日当たり捕食数の不足を日数を延長することで補なっているものとみることができよう。しかし 40 匹区、60 匹区ほど長期間は生在できず産卵数は著しく減少する。成虫および孵化幼虫による卵捕食の孵化率に及ぼす影響をみると、今回の実験条件のように産卵後 24 時間以内に卵を取り除いた場合には成虫による卵捕食は少ない。成虫は低餌密度で空腹であっても、すぐに卵捕食をすることは少なく、より多くの卵を残すための最大限の努力をしているものと思われる。一方先に孵化した幼虫による卵捕食がしばしば観察されるのは、成虫の場合と異なる意味を持つものと思われる。BANKS (1956) は *Coccinella septempunctata* の幼虫で、KADDOU (1960) は *Hippodamia quinquesignata* の幼虫でまた PINKOWSKI (1965) は *Colleomegilla maculata* の幼虫で実験的に卵を捕食させた個体では、寿命の長くなることおよび行動力が大きくなる傾向のみられることを報告している。孵化直後の幼虫が餌にたどりつくまでに死亡する割合を低くおさえ、絶滅を防ぐという点を考慮すると、卵捕食は必ずしもマイナスとは言えない。KADDOU (1960) は *H. quinquesignata* では卵の 15% が捕食されると報告しているが、この値はヒメカメノコテントウにおいて観察された卵の捕食率 17% と近似した結果である。テントウムシ卵の孵化率について HAMALAINEN (1976) は、*C. septempunctata* および *A. bipunctata* の 1~10 世代を通じての孵化率は 39~83% と報告している。今回のヒメカメノコテントウの孵化率は上記の範囲内に含まれている。これらのことから、あらかじめ孵化しないか、あるいは孵化の遅れる卵を餌として卵塊内に産みつけておくことは、とくにアブラムシ密度の低いところで孵化したヒメカメノコテントウ幼虫にとって、大きな意味を持つものと思われる。松良 (1976) は、卵塊で産卵するカメノコテントウ *Aiolocaria mirabilis* がオニグルミ *Juglans mandshurica* で産卵する場合に枝を単位としてみたら餌があるが、葉を単位としたら餌のない葉に産卵する傾向が強いことを報告しているが、このような産卵を行う場合の卵捕食は幼虫が生き残るためには有効と思われる。幼虫では短時間に卵捕食がみられるのに対して、成虫では空腹状態でもすぐには卵捕食を行わない。これは餌を探索するとき成虫と幼虫では飛翔も含めて移動力に顕著な差がみられ、結果として餌の探索可能範囲も幼虫の方が著しく狭いことが関係しているものと思われる。しかしこの点については今後検討する必要がある。

ヒメカメノコテントウ成虫の雄は雌と比較して低餌密度条件下の飢餓状態では、早期に死亡する。雌の方が雄よりも飢えに対して強いことはヒメカメノコテントウにとって、餌の不足するような条件下で子孫を残すためには有利なことと思われる。

桜谷 (1977) がトウモロコシの 3 種のアブラムシ (ムギクビレアブラムシ *Rhopalosiphum padi*, トウモロコシアブラムシ *Rhopalosiphum maidis*, ムギヒゲナガアブラムシ *Macrosiphum akebiae*) について報告しているように、野外では餌となるアブラムシは低密度の場合も少なくないものと思われる。日当たり 20 匹、40 匹あるいは 60 匹という十分に餌を捕食できない条件下でも、ヒメカメノコテントウ成虫は産卵し、子孫を残せるような低餌密度に耐えられる性質を有していることが示唆された。ヒメカメノコテントウの個体群維持と被食者に対する捕食者の働きを解明するためには、今後シャーレによる実験から野外条件にさらに近い条件を設定した室内実験や、野外における餌の分布状態、餌密度と産卵数の関係、生命表の作成等も必要と思われる。

要 約

ヒメカメノコテントウ成虫が餌密度の高低によって産卵数、孵化率、卵塊サイズ、産卵期間に対してどのような影響をうけるかを実験条件下で比較検討し、次のような結果を得た。

(1) ヒメカメノコテントウ成虫の捕食数は幼虫と同様に餌密度の増加にともなった増加がみられる。しかし、60 匹区と比較的高い餌密度下では、飽食数以下の捕食数の段階で餌の発見確率が低下した結果として餌の食べ残しがみられる。

(2) 産卵数は餌密度の増加とともに直線的に増加する。また卵塊当りの平均卵粒数も 20 匹区、40 匹区、60 匹区および 100 匹区の順に 6.7 卵、7.3 卵、7.5 卵および 9.4 卵と餌密度と対応して多くなる傾向がみられる。

(3) 孵化率は 20 匹区が 42.4% であるが、他の餌密度区では顕著な差はみられず約 50% である。未孵化卵 50% のうち約 17% は幼虫による卵捕食が原因であると推定された。このように幼虫による卵捕食は高い割合でみられるが、成虫による捕食は 1 日という時間単位では少ない。

(4) 産卵前期間は餌密度が高いほど短縮される傾向がみられるが、産卵期間は 40 匹区が最も長く次いで 60 匹、100 匹区となり 20 匹区は最も短い。このことは、餌密度が高い場合に卵は短期間に多数産まれて早期に完了するが、餌密度が低い場合には小さい卵塊で産卵期間を延長することによって産卵数の減少をおさえていることを示唆している。

参 考 文 献

- 芦原 亘・真梶徳純・浜村徹三, 1976. チリカブリダニの捕食数と産卵数について. 果樹試報, **E1**: 135-144.
- BANKS, C. J., 1956. The distributions of coccinellid egg batches and larvae in relation to numbers of *Aphis fabae* SCOP. on *Vicia fabae*. *Bull. ent. Res.*, **47**: 47-56.
- HAYNES, D. L. & P. SISOJEVIC, 1966. Predatory behaviour of *Philodromus rufus* WALCKENAER (Avanae: Thomisidae). *Can. Ent.*, **98**: 113-133.
- KADDOU, I. K., 1960. The feeding behaviour of *Hippodamia quinquesignata* (KIRBY) larvae. *Univ. Calif. Publ. Ent.*, **16**: 181-230.
- 河合 章, 1975. ナミテントウ 1 令幼虫の卵捕食について. 第 19 回応動昆大会講演要旨. p. 299.
- 河内俊英, 1979a. ヒメカメノコテントウの捕食率, 発育及び生存率に及ぼす餌密度の影響. 昆虫, **47**: 204-212.
- 1979b. 食野性テントウムシ類のエサをめぐる種間関係. 第 23 回応動昆・昆虫学会第 39 回合同大会講演要旨. p. 12.
- KEHAT, M., 1968. The feeding behaviour of *Pharoscyrnus numidicus* (Coccinellidae), predator of the date palm scale *Parlatoria blanchardi*. *Ent. exp. appl.*, **11**: 30-42.
- McMULLEN, R. D., 1967. The effects of photoperiod, temperature, and food supply on rate of development and diapause in *Coccinella novemnotata*. *Can. Ent.*, **99**: 578-586.
- 松良俊明, 1976. カメノコテントウの生態学的研究. I. カメノコテントウとその餌種クルミハムシの野外個体群の相互関係. 日生態, **26**: 147-156.
- 茂木幹義, 1969. 捕食者ナミテントウ幼虫の餌密度のちがいに對する反応. 応動昆, **13**: 9-16.
- MORI, H. & D. A. CHANT, 1966. The influence of prey density, relative humidity, and starvation on the predacious behaviour of *Phytoseiulus persimilis* ATHIAS-HENRIOT (Acarina; Phytoseiidae). *Can. J. Zool.*, **44**, 483-491.
- MORRIS, R. T., 1963. The effects of predator age and prey defence on the functional response of *Podisus maculiventris* SAY to the density of *Hyhantria cunea* DLURY. *Can. Ent.*, **95**: 1009-1020.
- MURDOCK, W. W. & A. OATEN, 1975. Predation and population stability. *Adv. Ecol. Res.*, **9**: 1-125.

- 岡田一次・干場英弘・丸岡健良, 1971. ミツバチ雄蜂児生餌によるナミテントウの人工飼育. 玉川大農報, **13**: 63-71.
- PINKOWSKI, R. L., 1965. The incidence and effect of egg cannibalism in first-instar *Coleomegilla maculata lengi*: (Coleoptera: Coccinellidae). *Ann. ent. Soc. Amer.*, **58**: 150-153.
- ROYAMA, T., 1971. A comparative study of models for predation and parasitism. *Res. Popul. Ecol., Suppl.* No. 1, 91 pp.
- 桜谷保之, 1977. トウモロコシ畑における食餌性天敵の個体数消長と空間分布. 日生態誌, **27**: 291-300.
- 鈴木芳人・桐谷圭治, 1974. 異なる食物条件下におけるキクズキコモリグモの増殖. 応動昆, **18**: 166-170.
- TURNBULL, A. L., 1962. Quantitative studies of the food of *Linyphia triangularis* Clerck (Aranea: Linyphiidae). *Can. Ent.*, **94**: 1233-1249.
- 吉田 真, 1974. オオシロカネグモの卵の成熟と産卵の過程の分析. 第 21 回日生態大会講演要旨. p. 210.
- 1975. オオシロカネグモの産卵に及ぼす餌量の影響. 第 22 回日生態大会講演要旨. 1A 07.