

ることが考えられる。

KAWADA and KITAMURA (1983) は、クサギカメムシ *Halyomorpha mista* の配偶行動では、雄成虫が触角で頻りに雌成虫に触れるなど積極的に働きかけ、交尾に至ることを報告しているが、チャバネアオカメムシでも同様の行動を確認している(山中, 未発表)。雌成虫に分生子を接種した場合には、この過程において非接種雄成虫の触角および腹部末端に分生子が付着するものと考えられる。一方、雄成虫に接種した場合には、分生子が付着した触角で触れる時や交尾における腹部末端同士の接触により、非接種雌成虫へ分生子が伝播するものと考えられる。スギカミキリ (SHIBATA and HIGUCHI, 1988) およびキボシカミキリ (堤・山中, 1995) では、雌雄成虫の交尾行動により *Beauveria brongniartii* が高率に伝播することが確認されており、キボシカミキリでは虫体の holding による接触の過程で接種個体の分生子が非接種個体へ伝播することが示唆されている(堤・山中, 1995)。しかし、チャバネアオカメムシの配偶行動では holding は認められていない(山中, 未発表)ことから、カメムシでは触角が雌雄成虫間の伝播に重要な役割を有すると考えられる。本研究で確認したとおり、触角は糸状菌の感染部位として重要である。また、チャバネアオカメムシでは、前脚(跗節)で触角をしごく行動がしばしば観察される(山中, 未発表)。これは触角の感覚機能を高めるための行動であると考えられるが、この行動を通して分生子が触角から跗節に移動して感染する可能性も考えられる。

一方、交尾を行わない同性同士の組合せでも接種個体の分生子が非接種個体へ伝播する可能性が示唆された。KAWADA and KITAMURA (1983) は、クサギカメムシの雄個体が他の雄個体に対しても交尾を試みることがあることを報じており、チャバネアオカメムシでも同様の行動が観察されている(山中, 未発表)。ただし、雌ではそのような行動は観察されていない。この行動

が一般的なものであれば、同性同士の組合せでは、雄同士の方が雌同士の場合よりも非接種個体の感染率が高くなると考えられるが、本研究では差が認められなかった(FISHERの正確確率検定)。今後の検討が必要であるが、いずれにしても同性に対する配偶行動の頻度は低い。またこれらの行動は狭い空間での事例であり、自然条件下でどの程度起こりうるかも不明である。同性同士の組合せでの感染率は異性同士の組合せより低いことから、成虫間の伝播としては主流ではないと考えられる。

本研究では、*B. bassiana* が配偶行動によって接種個体から非接種個体へ伝播することが認められた。このことは、接種個体を放飼して他個体への感染を拡大させる利用法が可能であることを示唆している。昆虫病原糸状菌を接種した個体を放飼する利用法では、既にゴマダラカミキリについて *B. brongniartii* を接種した雄個体を放飼する野外試験が実施されている(楢原, 未発表)。しかし、カメムシでは放飼した個体が直接果実を加害することが懸念されることから、接種個体を放飼する場合には、加害を回避できる場所や時期等を検討する必要がある。

引用文献

- KAWADA, H. and C. KITAMURA (1983) *Appl. Entomol. Zool.* **18**: 234-242.
 SHIBATA, E. and T. HIGUCHI (1988) *Appl. Entomol. Zool.* **23**: 199-201.
 津田勝男・吉岡哲也・堤 隆文・山中正博・河原畑勇 (1996) 応動昆 **40**: 318-321.
 津田勝男・吉岡哲也・堤 隆文・山中正博・河原畑勇 (1997) 応動昆 **41**: 95-98.
 堤 隆文・山中正博 (1995) 応動昆 **39**: 264-266.

ブラインシュリンプ耐久卵を用いた ナミテントウ用人工飼料

本郷智明*・大林延夫**

* サンケイ化学株式会社バイテク組合

** 愛媛大学農学部

Use of Diapause Eggs of Brine Shrimp, *Artemia salina* (LINNÉ) for Artificial Diet of Coccinellid Beetle, *Harmonia axyridis* (PALLAS). Tomoaki HONGO (Biotechnology Association, Sankei Chemical Corporation, Hatara, Fukaya, Saitama 366, Japan) and Nobuo OBAYASHI (Faculty of Agriculture, Ehime University, Tarumi,

Matsuyama, Ehime 790, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **41**: 101-105 (1997)

Key words: *Harmonia axyridis*, artificial diet, *Artemia salina*, diapause eggs of brine shrimp

緒 言

ナミテントウ *Harmonia axyridis* (PALLAS) は幼虫、成虫ともアブラムシを捕食し、クサカゲロウ類やヒラタアブ類とともに、果樹や野菜類の重要害虫であるアブラムシ類の有力な天敵である。現在ヨーロッパやアメリカ、オーストラリアなどでは天敵としてテントウムシ類が販売されているが、いずれも越冬成虫を採集したものを販売しているにすぎず、農業生産用の天敵と

して利用するためには、大量増殖と安定供給を可能にする飼料の開発が不可欠である。

テナントウムシ類の飼育については、ATALLAH and NEWSOM (1966) が様々な材料で人工飼料を作成し、第 8 世代までの累代飼育に成功しており、また、国内では雄蜂児の凍結乾燥粉末を用いたナミテントウの累代飼育技術が確立されている(岡田ら, 1972 a)。しかし、いずれも調合が複雑であったり入手が困難なため、大量増殖の技術としては一般化されていない。

ブラインシュリンプ *Attemia salina* (LINNÉ) 耐久卵は、熱帯魚用の餌としてペットショップ等でブラインシュリンプエッグスの商品名で販売されている生きた耐久卵で、安定的な供給が可能であり、長期間の室温保存にも耐える。これをナミテントウの人工飼料として利用できれば、大量増殖技術に結びつくこと期待されることから飼育試験を行い、その有効性を確認したので報告する。

本研究に対する有益な助言をいただいた名城大学農学部の有田 豊教授、京都大学農学部の高橋正三教授、雄蜂児粉末を快く提供して下さった玉川大学農学部の新島恵子助教授、ウリミバエ凍結幼虫を提供して下さった沖縄県農業試験場の仲森広明室長に厚くお礼申し上げます。

材料および方法

1. 供試虫

ナミテントウは 1994 年の秋に埼玉県深谷市、神奈川県箱根町および愛知県名古屋市で集団越冬のために集まってきた成虫を採集した。これらをアブラムシを餌として飼育交配し、得られた幼虫は雄蜂児粉末で飼育し成虫 (F1) を得た。この成虫をアブラムシで飼育し、循環交配して得られた第 2 世代 (F2) から第 7 世代 (F7) の成虫ならびに幼虫を一連の試験に用いた。

2. 飼料材料

人工飼料の材料としては、ブラインシュリンプ耐久卵(以下耐久卵)、ウリミバエ *Dacus cucurbitae* COQUILLET 幼虫凍結乾燥粉末(以下ミバエ粉末)およびセイヨウミツバチ雄幼虫の粉末(以下雄蜂児粉末)を使用した。耐久卵は、商品名ブラインシュリンプエッグス(販売元: 日本動物薬品株式会社)としてペットショップ等で販売されているものを購入した。耐久卵の形状は直径約 0.3 mm で茶褐色を呈し、含水率は重量比 6% であった。ミバエ粉末は、沖縄県ミバエ対策事業所増殖施設から入手したウリミバエ凍結幼虫 500 g を真空凍結乾燥機で冷却トランプ温度 -50°C、約 48 時間乾燥した後乳鉢ですりつぶして粉状にした。雄蜂児粉末は、凍結乾燥して粉碎したものを玉川大学農学部から分譲いただいた。

飼料の添加材料には、ニワトリのレバー凍結乾燥粉末(以下トリレバー粉末)および酵母を用いた。トリレバー粉末は、生のニワトリのレバー 400 g に少量の水を加えてミキサーで 4 分間磨砕し、ミバエ粉末と同様に真空凍結乾燥機で乾燥して粉末状にした。酵母は、アサヒビール株式会社より入手した

Y2A(自己消化率 0% のビール酵母)、AY65(自己消化率 65% の発酵酵母エキス)および P2G(自己消化率 100% の発酵酵母エキス)を使用した。対照区の餌には、クリオオアブラムシ *Lachnus tropicalis* (VAN DER GOOT) を冷凍庫で凍結保存していたものを使用した。

3. 耐久卵に酵母とショ糖を添加した人工飼料による幼虫の飼育

試験区は、耐久卵単用区、耐久卵に同重量のショ糖と酵母の等量混合物を加えた区、および比較対照のために雄蜂児粉末の区を設けた。酵母は、Y2A、AY65 および P2G の 3 種を用いた。

飼育容器はガラスシャーレ(φ90×20 mm)を用い、底面に濾紙(90 mm)を敷き、餌(約 1 g)と給水のための湿った脱脂綿を詰めたフィルムケースのキャップを入れた。これに孵化直前のナミテントウの卵塊を 1 卵塊(卵数 15~30 個)接種し、濾紙(90 mm)を挟んで蓋をして、25°C、全暗の飼育室内で飼育した。餌は適宜取り替え、1 日おきに脱脂綿に給水した。卵の孵化数、孵化から羽化までに要した日数、羽化した成虫の数を調べ、得られた成虫の体重を雌雄別に量った。実験は 5 反復で実施した。

4. ミバエ粉末とトリレバー粉末を添加した人工飼料による幼虫の飼育

耐久卵、ショ糖、酵母 P2G の混合物にミバエ粉末あるいはトリレバー粉末を添加した餌を試験区とした。混合割合はいずれも 5:2:2:1 と 1:1:1:1 の 2 種類とし、耐久卵、ショ糖および酵母 P2G を 5:2:3 の割合で混合したものを対照区とした。

飼育はプラスチック容器(170×230×90 mm、白色半透明)を用い、底面に藁半紙を敷き、餌(約 5.5 g)と湿った脱脂綿を詰めたフィルムケースのキャップ 4 個を設置した。これに孵化直前のナミテントウの卵 100 個を接種し、クッキングペーパーを挟んで蓋をして、25°C、60% RH、全暗の室内で飼育した。餌は卵接種 7 日後に追加し、1 日おきに脱脂綿に給水した。卵の孵化数、孵化から羽化までに要した日数、羽化した成虫の数を調べ、得られた成虫の体重を雌雄別に量った。実験は 5 反復で実施した。

5. 人工飼料による幼虫飼育密度の検討

飼育条件は前記試験と同様とし、耐久卵、ショ糖、酵母 P2G およびトリレバー粉末を 1:1:1:1 の割合で混合した餌を用いた。ナミテントウ孵化幼虫を 1 容器あたり 10、25、50、75 および 100 頭接種して成育を記録した。調査も前記試験と同様に行った。実験は 5 反復で実施した。

6. 耐久卵による成虫の飼育密度の検討

90 cc のプラスチックカップを用い、ナミテントウ成虫の雄雌を 1 対、2 対、3 対および雄 1 頭雌 3 頭、雄 2 頭雌 3 頭の組合せで飼育した。カップにはプロピオン酸ナトリウム 2% 水溶液で湿らせた濾紙(55 mm)を敷き、この上に餌の耐久卵を直接置

Table 1. Larval development of *H. axyridis* reared on artificial diets

Diet ¹⁾	No. of larvae	Developmental ²⁾ time (days)	Emergence ratio (%)	Weight of newly-emerged adults (mg)	
				Male	Female
BSE + Sucrose + Y2A (2 : 1 : 1)	65	19.2 a ³⁾	60.9 b ³⁾	27.0 ± 5.8 b ³⁾	30.8 ± 3.6 a ³⁾
BSE + Sucrose + AY65 (2 : 1 : 1)	46	22.5 b	36.9 ab	20.5 ± 5.1 a	27.6 ± 6.4 a
BSE + Sucrose + P2G (2 : 1 : 1)	65	18.9 a	62.9 b	26.7 ± 3.2 b	30.0 ± 3.8 a
BSE DP	98	18.5 a	18.0 a	22.8 ± 2.5 a	27.6 ± 2.7 a
	81	18.2 a	57.8 b	26.6 ± 3.8 b	29.7 ± 4.9 a

1) BSE: brine shrimp eggs, DP: drone powder, Y2A, AY65, P2G: yeast.

2) Days from hatch to adult emergence.

3) Means in the same column followed by different letters are significantly different at the 5% level using DUNCAN's New Multiple Range Test.

Table 2. Larval development of *H. axyridis* reared on brine shrimp eggs (BSE) mixed with powdered melon fly larvae (PM) or powdered chicken liver (PL)

Diet	Mixture ratio	No. of larvae	Developmental ¹⁾ period (days)	Emergence ratio (%)	Weight of newly-emerged adults (mg)	
					Male	Female
BSE + Sucrose + P2G + PM	5 : 2 : 2 : 1	435	21.1 d ²⁾	42.3 a ²⁾	27.0 ± 3.8 b ²⁾	31.7 ± 3.7 b ²⁾
BSE + Sucrose + P2G + PM	1 : 1 : 1 : 1	324	19.3 b	67.2 b	29.2 ± 3.0 c	32.9 ± 4.1 c
BSE + Sucrose + P2G + PL	5 : 2 : 2 : 1	456	21.3 d	34.3 a	25.3 ± 2.9 a	28.9 ± 3.9 a
BSE + Sucrose + P2G + PL	1 : 1 : 1 : 1	242	18.8 a	68.2 b	27.8 ± 3.5 b	33.4 ± 4.5 c
BSE + Sucrose + P2G	5 : 3 : 2	317	20.8 c	39.2 a	28.2 ± 2.8 bc	32.8 ± 4.1 bc

1) Days from hatch to adult emergence.

2) Means in the same column followed by different letters are significantly different at the 5% level using DUNCAN's New Multiple Range Test.

き、産卵用のマサキの葉を1枚入れた。給水は行わなかった。容器の蓋には小さな穴(φ2mm)を1個あけ、25°C、日長16L8Dの室内に置いた。餌と容器は3日ごとに新しいものと取り替え、産卵用のマサキの葉は産卵されたもののみを新しいものと取り替えた。調査は毎日行い、産卵数と産卵した個体を記録し、19日後に雌を解剖して卵巣の発達程度を記録した。卵巣の発達度は、田中・前田(1965)の判定基準に従い1~4の段階に分けた。

結果および考察

1. 幼虫用飼料と飼育密度の検討

Table 1に耐久卵に各種の酵母やシヨ糖を添加した餌を与えてナミテントウ幼虫を飼育した結果を示す。耐久卵単用で飼育した場合、孵化から羽化までに要した発育日数は約19日で、雄蜂児粉末単用での飼育と差は見られなかった。しかし、耐久卵単用での羽化率は18%で、雄蜂児粉末単用の57.8%と比べて極めて低かった。耐久卵に酵母とシヨ糖を添加した場合、酵母の種類にかかわらず羽化率の向上が認められ、特に、耐久卵に酵母P2Gとシヨ糖を添加した混合餌の羽化率は62.9%まで上昇し、雄蜂児粉末のみで飼育したときとほぼ同等のレベルまで

上昇した。同様に羽化した成虫の体重も雄蜂児粉末と同等のレベルまで達した。

試験期間中雄蜂児粉末は吸湿しやすく、短期間でカビも発生してくるため、3日ごとの交換を行わなければならず飼育に多くの労力を必要とした。また、耐久卵はそれ自体は生きているため黴びることもないが、シヨ糖と酵母を添加すると、酵母P2Gが微粉末で吸湿性が高いため、飼料がゲル状になり、孵化幼虫が飼料中に埋もれて死亡する例が多く観察された。岡田ら(1972b)はトリレバーと酵母ならびに雄蜂児粉末の混合餌でナミテントウ幼虫の飼育を行い、雄蜂児単独での飼育よりも大きな成虫が得られることを報告している。仲島ら(1996)はミバエ粉末を使用してナミヒメハナカムシ *Orius sauteri* (POPPIUS)を飼育し、良好な成績を得ている。そこで耐久卵、シヨ糖ならびに酵母P2Gにミバエ粉末あるいはトリレバーを加え、幼虫の発育について検討を行った(Table 2)。

耐久卵、シヨ糖、酵母P2Gにミバエ粉末あるいはトリレバー粉末を5:2:2:1の比で混合した場合、飼料のゲル化を十分に抑えることはできなかったが、等量混合すると、酵母P2Gが吸湿した水分を受け入れる受容体が増加し、ゲル化は回避できた。混合比が5:2:2:1では対照区と差がなかったが、等量

Table 3. Relationship between larval density and developmental period

No. of larvae in 3.5-liter plastic case	Replicates	Developmental ¹⁾ period (days)	Emergence ratio (%)	Weight of newly-emerged adults (mg)	
				Male	Female
10	5	17.3 a ²⁾	74.0 c ²⁾	26.7±3.3 ab ²⁾	28.6±3.4 a ²⁾
25	5	17.5 a	88.8 c	27.8±2.4 b	31.4±3.0 b
50	5	17.5 a	75.6 c	26.2±2.8 a	31.2±3.3 b
75	5	18.7 ab	40.0 b	27.1±3.3 ab	29.9±4.5 a
100	5	19.1 b	22.2 a	26.1±4.3 a	31.2±4.3 b

1) Days from hatch to adult emergence.

2) Means in the same column followed by different letters are significantly different at the 5% level using DUNCAN's New Multiple Range Test.

Table 4. Oviposition and survival of adult *H. axyridis* reared at different densities in plastic cup

No. of adults			Replicates	No. of females surviving 19 days	Pre-oviposition period (days)	Total no. of eggs	No. of females laying eggs	Ave. no. of eggs laid
♂	♀	Total						
1	1	2	30	29	11.4	1771	19	93.2
2	2	4	15	29	13.6	297	13	21.2
3	3	6	10	27	—	0	0	0
2	3	4	10	28	11.0	1	1	1.0
1	3	3	10	27	13.0	9	3	3.0

Table 5. Ovarian development of adult *H. axyridis* reared at different densities in plastic cup

No. of adults			Replicates	No. of females surviving 19 days	No. of females				
♂	♀	Total			Ovarian development ¹⁾				
1	1	2	30	29	11	3	4	11	
2	2	4	15	29	15	6	0	8	
3	3	6	10	27	22	4	0	1	
2	3	5	10	28	22	1	2	3	
1	3	4	10	27	18	1	1	7	

1) Degree of ovarian development scored according to TANAKA and MAEDA (1965).

混合では羽化率が高くなり、発育期間も約2日短縮された。ミバエ粉末とトリレバー粉末の比較では、得られた成虫の体重ならびに羽化率には大きな差は認められなかったが、幼虫の発育期間がトリレバー粉末を混合した餌で若干ではあるが有意に短くなった。従って、ナミテントウ幼虫用の人工飼料は、耐久卵、シヨ糖、酵母 P2G ならびにトリレバー粉末を等量ずつ混合したものが適していると判断した。なお、この人工飼料は粉末であり、水は加えていないため、飼育に際しては給水する必要がある。また、本飼料は防腐剤も含んでいないため、湿度によってはカビの発生が観察されたが、飼育室内の湿度を約60%に管理し、飼育容器内の通気性を確保することでカビの発生を防ぐことが可能である。

この人工飼料を使って、プラスチック容器内に接種する孵化幼虫数について検討を行った結果を Table 3 に示す。成虫の羽化率は、10~50頭の密度の間では差がないが、これより高密度では低下し、100頭区では22.2%になった。容器当たりの羽化

数は、孵化幼虫10頭区で7頭、25頭区で22頭、50頭区で38頭、75頭区で30頭、100頭区で22頭となり、50頭の幼虫密度のときに最も多くの成虫を得ることができた。羽化までに要した日数は10頭~50頭区で約17日であり、75頭、100頭区では約19日であった。得られた成虫の体重には大きな差は認められなかった。従って、本実験に用いた容器に接種する幼虫数は50頭が適していると判断した。

2. 耐久卵による成虫の飼育密度の検討

耐久卵を餌としたときの、成虫の飼育密度と産卵数の関係を Table 4 に示した。供試虫すべてが耐久卵を餌として採餌し、そのうち複数頭の成虫が産卵を行った。総産卵数は雌雄1対放飼区で1,771個と最も多く、2対放飼区では297個、3対放飼区では0であった。産卵個体の割合も産卵数と同じ傾向を示し、放飼対数が少ないほど産卵した雌の割合が増加し、雌個体当たりの産卵数も増加する傾向が認められた。

19日後の雌の卵巣の発達程度は、指数4すなわち、卵巣内

に成熟卵を持った個体が、1 対放飼区では 11 頭であるのに対し、2 対放飼区では 8 頭、3 対放飼区では 1 頭と減少した (Table 5)。容器内に複数対の成虫を放飼すると雌の卵巣は発達しなくなり、そのため産卵数が減少するようである。しかし、容器内に放飼する雄数を減らすと、発達した卵巣を持つ雌の数は増加し、雄 1 雌 3 放飼区では 7 頭となり、2 対放飼区とほぼ同じ値になった。同時にまったく卵巣の発達していない個体数も減少した。このように、容器内に放飼する成虫数によって産卵数ならびに卵巣の発達が変化する現象が認められた。HEMPTINNE et al. (1992) は同種の幼虫の存在によって雌の産卵数が低下することを示し、DIXON (1996) は、産卵抑制フェロモンとして機能していると思われる化学物質の存在を示唆している。今回の実験で、卵巣発育の調査から産卵数の減少が、卵巣の発達した個体数の減少に起因していることは明らかである。しかし、卵巣の発達が産卵抑制物質があるいは、その他の要因に制御されているのかは今回の実験では明らかではない。

これらの結果より、耐久卵は成虫用の餌として有効であるこ

とが明らかとなった。この耐久卵を餌として採卵を行う場合、90 cc の小さな容器では、雌雄 1 対で最も採卵効率がよいものの、この方法では採卵コストが高くなるため、今後これらの点を改善する必要がある。

引用文献

- ATALLAH, Y.H. and L.D. NEWSOM (1966) *J. Econ. Entomol.* **59**: 1173-1179.
- DIXON, A.F.G. (1996) 応動昆 **40**: 185-190.
- HEMPTINNE, J.-L., A.F.G. DIXON and J. COFFIN (1992) *Oecologia* **90**: 238-245.
- 仲島義貴・広瀬義躬・金城邦夫 (1996) 応動昆 **40**: 80-82.
- 岡田一次・干場英弘・前原敏雄 (1972 a) 玉川大農研報 **12**: 39-47.
- 岡田一次・松香光夫・下鳥大作 (1972 b) 農業および園芸 **47**: 747-752.
- 田中 学・前田泰生 (1965) 園試研報 **D3**: 17-35.

アオダモ幼齢造林地におけるトドノネ オオワタムシの寄生分布におよぼす 高木寄主の影響¹⁾

福 山 研 二

森林総合研究所北海道支所

Effects of Mature Host Trees on Distribution of *Prociophilus oriens* MORDVILKO (Homoptera: Aphididae) on *Fraxinus lanuginosa* KOIDZ. Saplings. Kenji FUKUYAMA (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Hitsujigaoka-7, Sapporo 062, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* **41**: 105-107 (1997)

Abstract: To test the JANZEN hypothesis, I investigated the proportion of injuries caused by *Prociophilus oriens* MORDVILKO on *Fraxinus lanuginosa* KOIDZ. saplings planted with mature host trees in Sapporo, Japan, in 1993. There is a significant negative relationship between the proportion of injuries caused by *P. oriens* and the distance from mature trees, supporting part of the JANZEN hypothesis.

Key words: *Prociophilus oriens* MORDVILKO, *Fraxinus*, JANZEN hypothesis, mother-tree effect

JANZEN (1970) は、熱帯林の樹木の多様性を説明するために、以下の仮説を提案した。1) 母樹に近いほど種子の供給は多い。

2) 母樹の近くでは母樹由来の捕食者や病気などにより、あるいは、密度依存的な死亡が起こって、種子や稚樹の死亡率が高くなる。3) その結果、次世代の分布は母樹からある程度離れた場所に分布し、親木の近くには更新しない。以上の仮説に基づくモデルによれば 4) その母樹の近くには別の種の樹木が侵入することができるため、多様性が維持される。

このモデルは基本的には温帯や亜寒帯にも適用できるが、JANZEN (1970) は温帯や亜寒帯地域では熱帯に比べ捕食者の働きに年による変動があるためいわゆる母樹効果は不十分であると示し、これまでは主に熱帯林において実証研究が行われてきた (JANZEN, 1971; CONDIT et al., 1992; CLARK and CLARK, 1984)。しかし、温帯や亜寒帯の森林においてもアブラムシなどの吸汁性の昆虫は食葉性の昆虫に比べて個体数が安定しているといわれている (山口, 1973; 古田, 1976, 1981) ことから、これらの昆虫が種子、稚樹の主要な死亡要因となっている場合には JANZEN の仮説が適用できる可能性がある。亜寒帯地域に関していえば 1) の仮説については多くの研究結果が支持をしている (HOWE and SMALLWOOD, 1982; 中西, 1994) が、2) の仮説については、支持している結果と支持していない結果が報告されており、必ずしもはっきりした結論がでていない (CLARK and CLARK, 1984)。

トドノネオオワタムシ (*Prociophilus oriens* MORDVILKO) はヤチダ

1) 本研究は大型別枠研究「生態秩序」BCP-97B-01 によって行った。
日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第 41 巻 第 2 号: 105-107 (1997)
1996 年 11 月 11 日受領 (Received 11 November 1996)
1997 年 3 月 6 日登載決定 (Accepted 6 March 1997)