

ハダニ捕食性昆虫の生存・産卵に対するショ糖の効果

(独)農研機構 果樹研究所カンキツ研究領域 ^{きし}岸 ^{もと}本 ^{ひで}英 ^{なり}成

は じ め に

近年, 生物的防除法の研究は, さらなる害虫密度抑制効果の向上・安定化を目指して, 農生態系内や作物上に生息する土着天敵個体群の保護・増強, および施設内に放飼した天敵類の活動性を高めるといった, 積極的な天敵活用技術の開発に重点がおかれている。そのなかで, 代替餌の供給は, 天敵類が, ターゲットとする害虫類が低密度期においても, 生存や繁殖能力を維持するのに重要な役割を果たす中心技術の一つである。糖類は自然界に広く存在する代表的な代替餌源として知られており, 特に寄生蜂類ではその重要性が古くから指摘されてきた。さらに, 近年では, 捕食性昆虫類においても, 糖類を摂取している観察例や糖類が生存や繁殖に及ぼす効果に関する研究例が蓄積されつつあり, 代替餌としての糖類の重要性に注目が高まっている (WÄCKERS et al., 2008)。

キアシクロヒメテントウ *Stethorus japonicus* H. Kamiya, ヒメハダニカブリケシハネカクシ *Oligota kashmirica benefica* Naomi, およびハダニアザミウマ *Scolothrips takahashii* Priesner は, 難防除害虫であるハダニ類に対する有力な捕食性昆虫天敵として知られている。これらの捕食性昆虫類は, いずれもカブリダニ類と比較して高い捕食能力をもち, 高密度となったハダニ類の迅速な密度低下に有効とされている (下田, 1993; 後藤, 2007)。一方で, その捕食能力の高さゆえ, ハダニの低密度時には作物上への定着性がカブリダニ類よりも劣るとされている。これらの捕食性昆虫成虫は, これまで狭食性でハダニへの依存度が高いと考えられており, また, 翅を持ち, 移動能力が高いことから, ハダニ密度が高くなった植物を順次移動しながら利用することで個体群を維持していると考えられてきた (SHIMODA and TAKABAYASHI, 2001)。しかし, ハダニ類の局所個体群は極めて不安定で餌資源としては一時的なものにすぎないことから (SABELIS and JANSSEN, 1994), これらの捕食性昆虫類は, しばしばハダニ不足に直面していると考えら

れる。そこで, これらの捕食性昆虫類のハダニ枯渇時における代替餌を明らかにする手始めとして, ショ糖の摂取が雌成虫の生存と産卵に及ぼす効果を室内実験により明らかにした (KISHIMOTO and ADACHI, 2010)。本稿ではその概要を紹介するとともに, 代替餌を利用した農生態系内での天敵の維持・増強技術に関する今後の展望と課題についても論じる。

I ショ糖摂取が生存に及ぼす効果

まず, これらの捕食性昆虫が, ハダニを捕食できない場合でも, ショ糖を摂取することによってどの程度の期間生存可能かを調査した。管ピン (直径 1 cm, 長さ 6 cm) の底面に蒸留水で湿らせた脱脂綿をセットし, 内壁にショ糖飽和溶液 (約 1 μ l) を 6 滴滴下した後, ナミハダニ (全発育ステージ) を与えて飼育していた各種捕食性昆虫雌成虫 (産卵開始後 3 ~ 5 日) を導入して個体飼育した。これらを 25℃ もしくは 20℃ (16 時間日長) 条件に移して生存日数を調べ, 蒸留水のみで飼育した場合, および本来の餌であるナミハダニ (全発育ステージ) を充分量与えた場合と比較した。

いずれの種でも, ハダニ絶食条件下でショ糖を与えると, 蒸留水のみで飼育した場合に比べて, 生存日数が著しく長くなった (表-1)。キアシクロヒメテントウでは, ショ糖を与えたときの平均生存期間は 25℃ で約 2 か月, 20℃ で約 4 か月で, 蒸留水のみの場合と比べると 10 倍以上長く生存し, 特に 20℃ では約半年も生存する個体も見られた。ヒメハダニカブリケシハネカクシでも, 25℃ での平均生存日数は 20 日以上, 20℃ で 40 日以上で, 蒸留水のみの場合と比べると 4 倍程度長く生存した。ただし, 両種ともショ糖を与えたときの生存日数はナミハダニを餌とした場合と比べると短かったことから, ショ糖は生存にとっても補助的な餌でしかなく, ハダニの捕食が重要であることを示唆している。ハダニアザミウマでも, ショ糖を与えた場合の平均生存日数は, 25℃ で約 15 日, 20℃ で約 40 日, 蒸留水のみの場合と比べると 4 倍以上となった。また, 本種では, 先述の 2 種と異なり, ショ糖を与えたときの生存期間はナミハダニを与えた場合と有意差がなく, ショ糖が生存に及ぼす効果が大きいことが示唆された。以上, 種によってやや生存状況は異なるものの, いずれの種もショ糖を摂取することに

Effect of Sucrose on Survival and Oviposition of Three Predacious Insect Species of Spider Mites. By Hidenari KISHIMOTO

(キーワード: キアシクロヒメテントウ, ヒメハダニカブリケシハネカクシ, ハダニアザミウマ, ショ糖, 代替餌)

表-1 ショ糖がハダニ絶食条件下の捕食性昆虫3種雌成虫の生存日数に及ぼす効果 (KISHIMOTO and ADACHI, 2010 を改変)

キアシクロヒメテントウ

餌条件	20℃			25℃		
	供試個体数	生存日数 ^{a)}	範囲 (日)	供試個体数	生存日数	範囲 (日)
ショ糖+蒸留水	25	119.56 ± 7.19 b	29 ~ 181	24	56.92 ± 2.68 b	24 ~ 77
蒸留水	25	8.76 ± 0.70 a	3 ~ 15	25	5.08 ± 0.26 a	3 ~ 8
ナミハダニ	13	280.54 ± 33.06 c	107 ~ 337	12	176.83 ± 18.64 c	55 ~ 239

ヒメハダニカブリケシハネカクシ

餌条件	20℃			25℃		
	供試個体数	生存日数	範囲 (日)	供試個体数	生存日数	範囲 (日)
ショ糖+蒸留水	24	42.17 ± 1.63 b	30 ~ 56	25	21.00 ± 1.13 b	7 ~ 32
蒸留水	25	9.76 ± 0.74 a	5 ~ 18	25	5.84 ± 0.39 a	4 ~ 13
ナミハダニ	10	155.50 ± 18.43 c	29 ~ 232	10	87.20 ± 8.13 c	34 ~ 115

ハダニアザミウマ

餌条件	20℃			25℃		
	供試個体数	生存日数	範囲 (日)	供試個体数	生存日数	範囲 (日)
ショ糖+蒸留水	24	39.08 ± 4.16 b	14 ~ 91	25	14.60 ± 0.86 b	9 ~ 24
蒸留水	25	9.40 ± 0.51 a	7 ~ 18	17	3.88 ± 0.08 a	3 ~ 4
ナミハダニ	10	38.50 ± 3.45 b	24 ~ 54	10	17.60 ± 2.21 b	10 ~ 28

^{a)} 平均値±標準誤差, 餌条件間において異なる文字間で有意差あり ($P < 0.05$, Scheffé 法)。

よって、ハダニの枯渇時でもかなり長期間生存可能であることが明らかになった。

II ハダニ枯渇期間中のショ糖摂取が産卵再開に及ぼす効果

今回取り上げた捕食性昆虫3種は、いずれも産卵のためにはハダニの捕食が必要であり、ショ糖の摂取のみでは産卵できない。しかし、生息場所でハダニを食いつくした産卵雌成虫において、ハダニ枯渇期間中のショ糖の摂取が、再びハダニパッチにありついた後の産卵状況に何らかの効果を及ぼす可能性は考えられる。そこで、ナミハダニ(全発育ステージ)を与えて飼育していた産卵開始後3~5日の各種雌成虫を、I章と同様の方法でショ糖飽和溶液と蒸留水、もしくは蒸留水のみを与えて5日間飼育した後、再びナミハダニ卵を充分量与えたときの産卵再開状況を比較した。

キアシクロヒメテントウでは、ハダニ絶食条件期間中にショ糖を与えた場合、再びナミハダニ卵を与えると1日以内に約50%の個体が産卵を再開したのに対し(図-1)、蒸留水のみを与えた場合は、ナミハダニ卵を与えて1日以内の産卵再開率は約10%にすぎなかった。その結果、産卵再開に要する日数も蒸留水のみを与えた

場合と比べて大幅に短縮された(表-2)。また、産卵再開までに捕食したナミハダニ卵数も有意に少なくなった(表-2)。ヒメハダニカブリケシハネカクシでも、キアシクロヒメテントウに比べると差は少なかったものの、ハダニ絶食条件期間中にショ糖を与えると、蒸留水の場合に比べると産卵再開が早く(図-1)、産卵再開に要する日数およびその間のナミハダニ卵捕食量も有意差が見られた(表-2)。以上の結果は、これらの2種昆虫において、ハダニ枯渇状況下でのショ糖の摂取が、産卵にもポジティブな効果を与えることを示している。テントウムシ類をはじめとする多くの昆虫類では、餌不足に直面すると限られた資源を有効利用するため、卵巣内で卵吸収が起こり、卵の栄養分を生存のためのエネルギーへ転用することが知られている(BELL and BOHM, 1975)。今後、卵巣の解剖などの詳細な研究が必要であるが、今回の結果からは、ハダニ絶食中にショ糖を摂取したことによって、蒸留水の場合に比べて卵吸収の程度が低く抑えられ、早期の産卵再開につながった可能性が推測される。

なお、ハダニアザミウマでは、ハダニ絶食期間中のショ糖摂取が産卵再開に及ぼす効果は見られなかったものの、ショ糖摂取、および蒸留水のみの場合でも、

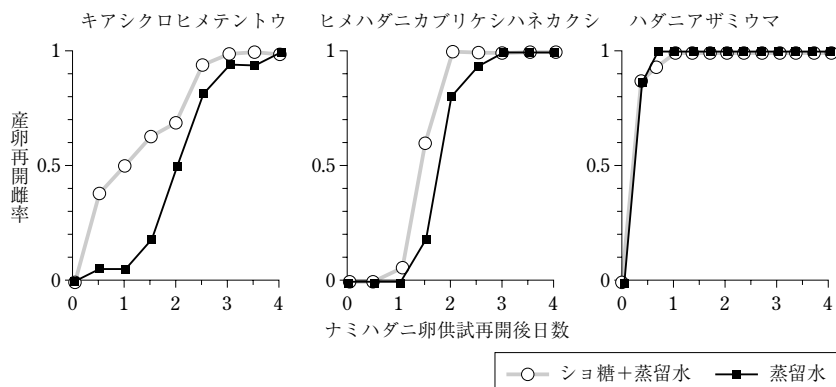


図-1 ハダニ絶食期間中にショ糖を摂取したのち、再びナミハダニ卵を捕食した場合の捕食性昆虫3種雌成虫の産卵再開状況 (20℃, 16時間日長) (KISHIMOTO and ADACHI, 2010より作成).

表-2 ハダニ絶食中のショ糖摂取が捕食性昆虫3種の産卵再開に及ぼす効果 (20℃, 16時間日長) (KISHIMOTO and ADACHI, 2010を改変)

キアシクロヒメテントウ			
餌条件	供試 個体数	産卵再開まで の日数 ^{a)}	産卵再開までの ナミハダニ卵捕食量 ^{a)}
ショ糖+蒸留水	16	1.44 ± 0.23	203.69 ± 29.82
蒸留水	16	2.25 ± 0.19)*	368.00 ± 26.44)*
ヒメハダニカブリケシハネカクシ			
餌条件	供試 個体数	産卵再開まで の日数	産卵再開までの ナミハダニ卵捕食量
ショ糖+蒸留水	15	1.67 ± 0.08	70.80 ± 6.19
蒸留水	16	2.03 ± 0.10)*	103.32 ± 6.56)*
ハダニアザミウマ			
餌条件	供試 個体数	産卵再開まで の日数	産卵再開までの ナミハダニ卵捕食量
ショ糖+蒸留水	15	0.40 ± 0.05	11.44 ± 0.92
蒸留水	15	0.38 ± 0.03)n.s.	11.93 ± 0.86)n.s.

^{a)} 平均値±標準誤差.

* : 5%水準で有意差あり (Mann-Whitney の U 検定).

ナミハダニ卵を与えるとほとんどの個体が直ちに産卵再開した (図-1, 表-2)。

III ハダニ防除効果向上への糖類の利用と課題

今回の結果から、これまでハダニ専門食と考えられてきた捕食性昆虫3種においても、ハダニ枯渇時にショ糖を摂取することによって、長期間生存可能であることが明らかになった。また、これらの捕食性昆虫は幼虫も極めて高いハダニ捕食能力を示すことから、キアシクロヒ

メテントウやヒメハダニカブリケシハネカクシで観察されたショ糖摂取による雌成虫の産卵再開の早期化は幼虫の早期発生につながり、ハダニ密度低下の迅速化にも貢献すると考えられる。さらに、ショ糖の代わりに、ブドウ糖や果糖が主成分である蜂蜜をこれらの捕食性昆虫類に与えた場合でも、同様の効果が得られている (岸本, 未発表)。これまで、捕食性昆虫類は、カブリダニと比較して餌要求量が大いため作物上での定着性が悪く、さらに翅を持ち移動能力が高いためハダニ密度が低くなると圃場外に移出してしまふことから、ハダニの天敵としての役割は限定的と考えられてきた。しかし、今回の結果を受けて、これらの捕食性昆虫類についても、作物上にハダニがいない時期でも、圃場内外に糖類の供給源を整備して成虫個体群および雌成虫の繁殖能力を維持することにより、ハダニ密度抑制効果を高めることが期待できる。

果樹園などの農生態系への糖類の供給方法は、これまで寄生蜂類などを対象に、主に二つの方法が検討されている。一つは、園内下草や周辺植生等に蜜源となる植物種を組み込むことによる糖類の供給が挙げられる (矢野, 2003)。ターゲットとなる天敵種と蜜源植物との適合性については、天敵類の活動時期や本来の餌である害虫の発消長と植物の利用可能時期との関係、天敵類の口器の形態や摂食様式と植物体の形状との関係等の影響を受けると考えられる。しかし、今回取り上げたハダニの捕食性昆虫類の野外での糖類の利用状況については、キアシクロヒメテントウの属する *Stethorus* 属がモモやアメリカンチェリーの花外蜜腺を利用しているという断片的な観察例に限られている (PEMBERTON and

VANDERBERG, 1993; 前田・岸本, 未発表)。今後、これらの捕食性昆虫の農生態系内での個体群維持に向けた蜜源植物の整備を具体化するためには、まず、野外で蜜源として利用している植物種についての知見の蓄積が必要である。

もう一つの方法としては、人工的な糖類の供給が挙げられる。欧米諸国では作物上への糖類の散布が有力な方法の一つとして検討されており、散布によって天敵類が増加した例が多く報告されている (WADE et al., 2008)。しかし、高温多湿な気象条件の日本では、散布によって病害の発生する原因になることが考えられる。また、収穫物の汚損などによる商品価値の低下も懸念される。そのため、散布可能な時期や部位は極めて限定的と考えられる。一方、日本国内では寄生蜂に糖類を供給する小型給餌装置が考案され、栽培施設内への設置により寄生蜂の活動性が高まって害虫密度抑制効果が向上した例が報告されている (浦野ら, 2007)。ハダニの捕食性昆虫についても、このような人工的な給餌装置が利用可能か検討する余地があると考えられる。

なお、糖類は他の様々な捕食者や捕食寄生者も利用すること、それに加えて害虫類にも利用される危険性も指摘されている (矢野, 2003)。特に、日本では欧米諸国に比べると一つの圃場に発生する害虫種が多い傾向にあるので、糖類もしくは蜜源植物自体が害虫類に利用されることも考慮する必要がある (光永, 2005)。そのため、今後、具体的な糖類の供給方法の確立に向けては、実証試験を蓄積し、ターゲットとなる捕食者への効果を高める一方で、他の害虫類などには利用しにくいような工夫を重ねていくことが必要である。

おわりに

ハダニ類の天敵類としては、今回取り上げた捕食性昆虫類と、カブリダニ類等の捕食性ダニ類の二つのグループが挙げられるが、これらを活用した生物的防除体系を構築するうえでは、グループごとに異なった保護・増強技術が必要と考えられる。カブリダニ類は、食性など種ごとに様々な特性の違いが知られるが、いずれも体長 0.5 mm 前後と微小で、翅を持たないことから移動能力が小さく、生息場所を作物などの圃場環境に大きく依存する。そのため、作物への定着の促進技術 (刑部・小川,

2009; 矢野ら, 2009), もしくは下草など作物から近い距離に生息場所を提供する技術が重要となる。一方、捕食性昆虫類では、作物は一時的な生息場所に過ぎず、また、移動能力が大きいことから、圃場周辺の植生まで含めた広い単位を生息場所として考え、そのなかで生息密度を高める技術を考案する必要がある。これまで、捕食性昆虫類の研究は、ハダニ密度抑制能力という観点から、野外調査、室内試験のいずれも主な餌であるハダニ類との関係に重点がおかれていた。しかし、捕食性昆虫類を農生態系内に維持するという観点からは、圃場周辺で天敵の餌源としてハダニを維持することは難しい。今回明らかになったショ糖の効果は、捕食性昆虫類を農生態系で周年維持するための技術素材として重要な役割を果たすと考えられる。さらに、*Stethorus* 属テントウムシでは、野外でハダニ低密度時にはフシダニやナガヒシダニ等の様々なダニ類も捕食していることが明らかになり (KISHIMOTO et al., 2011), これまでハダニ専門食と考えられてきた捕食性昆虫類も、実際には野外で様々な餌を利用している可能性がある。そのため、農生態系でこれら捕食性昆虫を安定して維持する技術開発に向けて、代替餌の探索も検討の余地が残されている。我が国においては天敵類の保護・増強に関する技術開発は始まったばかりであるが、土着天敵各種の特性に応じた、生息・増殖場所や代替餌の供給技術を具体化することにより、多様な土着天敵類を活用する技術の確立が望まれる。

引用文献

- 1) BELL, W. J. and M. K. BOHM (1975): Biol. Rev. Camb. Philos. **50**: 373 ~ 396.
- 2) 後藤哲雄 (2007): 植物防疫 **61**: 218 ~ 223.
- 3) KISHIMOTO, H. and I. ADACHI (2010): Appl. Entomol. Zool. **45**: 621 ~ 626.
- 4) ——— et al. (2011): Internat. J. Acarol. **37** (in press).
- 5) 光永貴之 (2005): 植物防疫 **59**: 341 ~ 344.
- 6) 刑部正博・小川友佳 (2009): 同上 **63**: 44 ~ 48.
- 7) PEMBERTON, R. W. and N. J. VANDERBERG (1993): Proc. Entomol. Soc. Wash. **95**: 139 ~ 151.
- 8) SABELIS, M. W. and A. JANSSEN (1994): Mites: Ecological and Evolutionary Analyses of Life History Patterns (M. A. Houck ed.). Chapman and Hall, London, p. 70 ~ 98.
- 9) 下田武志 (1993): 植物防疫 **47**: 415 ~ 418.
- 10) SHIMODA, T and J. TAKABAYASHI (2001): Popul. Ecol. **43**: 15 ~ 21.
- 11) 浦野 知ら (2007): 植物防疫 **61**: 699 ~ 703.
- 12) WÄCKERS, F. L. et al. (2008): Biol. Control **45**: 176 ~ 184.
- 13) WADE, M. R. et al. (2008): ibid. **45**: 185 ~ 199.
- 14) 矢野栄二 (2003): 天敵 生態と利用技術, 養賢堂, 東京, 296 pp.
- 15) 矢野修一 (2009): 植物防疫 **63**: 635 ~ 640.