

誘引植物を利用した野菜の害虫管理

岡山県農林水産総合センター農業研究所 ^{ながい}永井 ^{かずや}一哉・^{ひかわ}飛川 ^{みつはる}光治

はじめに

生物農業をはじめとした様々な防除技術が環境保全型農業の推進と減農薬や有機野菜の生産拡大のために開発され実用化されている。近年、都市と農村との交流が盛んになり、市民から好感が得られる栽培環境での野菜栽培を推進することが重要視されている。このため、減農薬だけでなく、美しく快適な生産環境も併せて創造することは意義がある。農耕地周辺の法面や境界部分等の非耕作地は、雑草がはびこることによる景観悪化や病害虫の発生源となる恐れなどもある。しかし、欧米では雑草地の持つ負の面だけでなく、土着天敵の発生源などとしての役割が積極的に評価されている (ALTIERI, 1995; GLESSMAN, 1997; NENTWIG, 1998 等)。

ZEHNDER et al. (2007) は植生管理による害虫防除の重要性を、有機農業における輪作、土壌管理、抵抗性品種の利用等の耕種的方法に次ぐ手段として指摘した。これには植物種の多様性を高めて土着天敵の餌や住み場所を増やすことや誘引植物 (trap crop) の利用等が該当する。このうち誘引植物による害虫防除は有機農業や IPM に組込む害虫制御の手段として、近年、関心が高まってきている (SHELTON and BADENES-PEREZ, 2006)。しかし、誘引植物を利用した植生管理による害虫防除の研究は国外では積極的に実施されているが、我が国での研究は比較的少ない。これらのことから筆者らは、植生管理による害虫防除に農耕地の修景機能の付加を考えた。そこで、景観植物の中から害虫防除に利用できそうな種類を探し出し、害虫の誘引植物として野菜害虫防除を試みた筆者らの研究を紹介する。

なお、本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発」の一環として実施した。

I 誘引植物の利用

群集内で近隣に生育する植物間には植食者の攻撃に対して相互に依存して働く防衛ギルドがあり、この近隣の

植物間で作用する植物の防衛メカニズムとして、①餌を提供することで植食者の天敵を引き付けるインセクトリー (insectary)、②刺、有害物質、臭い、遮蔽等で植食者の加害を阻止する忌避 (repellent)、③植食者を引き付け近隣の植物への加害を抑制する誘引 (attractant-decoy) を ATSAIT and O'DOWD (1976) は提唱した。これらの植物の持つ植食者に対する防衛メカニズムは農業害虫の防除にも利用できる。

圃場周辺や圃場内に害虫が選好する植物を栽培して誘引し、農作物へ到達する害虫の個体数を減らす誘引植物の原理は何百年も前から知られており、多くの伝統的農業では現在も利用されている (HOKKANEN, 1991)。そして、近年、有機農業や IPM に組込む害虫制御の手段として、関心が高まっている (HOKKANEN, 1991; GLESSMAN, 1997; ALTIERI and NICHOLLS, 2004; SHELTON and BADENES-PEREZ, 2006; COOK et al., 2007; ZEHNDER et al., 2007)。例えば、ワタを加害するマキバカスミカメの一種 *Lygus hesperus* をアルファルファに誘引して防除する方法 (GODFREY and LEIGH, 1994) やウリ科野菜類を加害するヘリカメムシ科の *Anasa tristis* を誘引性があるカボチャ品種に集めて防除する方法等が知られている (PAIR, 1997)。我が国ではカーネーションを加害するクロウリハムシの野外から施設内への侵入を防ぐため、施設の開口部に誘引性のあるダイアンサスを栽培して侵入を防ぐ技術が開発されている (宇田ら, 2001)。

誘引植物を用いた害虫防除では、害虫の溜まり場 (sink) となり農作物への害虫の移動を阻止する機能に加え、誘引した害虫を死亡させたり次世代の発生を抑制したりできる植物は、害虫防除への利用価値が高い (KHAN and PICKETT, 2004; SHELTON and BADENES-PEREZ, 2006)。一般に植食性昆虫の多くは幼虫の餌に適した植物を選んで産卵するが、幼虫の餌に適さない植物に産卵することもある (SCHOONHOVEN et al., 2005)。WIKLUND (1975) はスカンジナビアで採集したキアゲハを供試し、その地方に生育するセリ科とミカン科の植物への産卵選好性と幼虫の生存率とを比較したところ、産卵選好性は高いが幼虫が全く發育できない植物種が存在することを明らかにした。そして、このような植物種はスカンジナビアには導入されて日が浅く、限られた地域に分布することから、この現象は成虫が幼虫の發育に適さない植物

Use of Trap Plants for Managing of Insect Pests of Vegetables.
By Kazuya NAGAI and Mitsuharu HIKAWA

(キーワード: IPM, 環境保全, 有機農業, 生物機能, 植生管理, 景観植物)

への産卵回避に適応していく進化の途上にあるため起こるのではないかと考えた。SHELTON and BADENES-PEREZ (2006) は誘引植物についての研究を集成した総説の中で、誘引された昆虫が生存できなかつたり、上述のキアゲハのように産卵しても次世代が育たなかつたりする終息型 (dead-end) の誘引植物を紹介した。この終息型の誘引植物を用いた害虫防除の著名な成功例として、東アフリカで実用化している push-pull 法がある。これはモラセグラスの間作でトウモロコシの重要害虫であるズイムシ類の *Chilo partellus* やアフリカズイムシの成虫をトウモロコシの畑から追い出し、終息型の誘引植物であるネピアグラスに誘引して産卵させ、孵化した幼虫をネピアグラスから分泌される粘着物質により殺す方法である (KHAN and PICKETT, 2004; COOK et al., 2007)。

II 害虫防除に利用可能な景観植物の選定

長森ら (2007) は国内で園芸種として流通し入手が容易な景観植物の中から宿根性植物 27 科 69 種、種子性植物 23 科 56 種を選び、それらに発生する節足動物の種類を調査した。この結果に基づき、永井・飛川 (2007) は野菜類害虫の発生が少ない景観植物、野菜の主要害虫であるアザミウマ類の捕食性天敵として重要なヒメハナカメムシ類、アブラムシ類の捕食性天敵として重要なテントウムシ類などの発生が多い景観植物、特定の野菜害虫の発生が多い景観植物など節足動物の発生に特徴がある植物種に低木性花木など数種を加えた 14 科 26 種を岡山農試内露地圃場 (現、岡山県農林水産総合センター農業研究所、岡山県赤磐市) で栽培した。そして、6～12月 (一部は4～12月) に毎月1回ずつこれらの景観植物に生息する節足動物の個体数を見取り調査した。2年間の調査で景観植物 26 種に発生を確認した主な節足動物を害虫と天敵に区分し、目または科単位の分類群に分けて調査期間における発生量の合計値を6段階のグレード (0: 発生なし, 1: 1～9頭, 2: 10～99頭, 3: 100～999頭, 4: 1,000～9,999頭, 5: 10,000頭以上) で示した (表-1)。そして、誘引植物やインセクタリアープランツとして利用可能な植物種を選び出した。

表-1に示した景観植物のうち、アザミウマ類の発生量が2年間ともにグレード3以上と発生が多かった景観植物において、アザミウマ類の发育ステージ別の個体数を比較すると、カリフォルニアポピー (以下、ポピー)、ペチュニアなどではヒラズハナアザミウマ成虫の発生が多かったが、幼虫の発生は比較的少なかった。このことから、これら草種は終息型の誘引植物として利用できる可能性が考えられた。

III 誘引植物を用いたヒラズハナアザミウマ成虫の飛来抑制効果

ヒラズハナアザミウマ成虫はトマトの花に飛来して子房に産卵し白ぶくれ症を発生させる害虫であり、6～7月に収穫される雨除け栽培などで被害が多い (村井, 1988)。本種による被害は野外から飛来した成虫により発生することから、生物防除は困難である。そこで、永井・飛川 (2010) はヒラズハナアザミウマの防除に誘引植物としてポピーおよびペチュニアをトマトに混植する効果を露地栽培で検討した。

岡山農試内 (現、岡山県農林水産総合センター農業研究所) の露地圃場に図-1に示した試験区を設定し、2007年5月18日にトマト (品種: 桃太郎8) の苗を2畝に株間30cmで11株ずつ1条植えした区を2区設けた。このうち1区には、トマトの周囲にペチュニアの苗 (栽植密度30cm×30cm) を植え、さらにペチュニアの外周にはポピー (栽植密度30cm×30cm) を植えた混植区とし、残り1区は誘引植物を植えずにトマトだけを植えた対照区とした。

圃場におけるヒラズハナアザミウマ雌成虫の発生消長は、粘着剤を塗布した白色塩化ビニル板のトラップを試験圃場の外縁に設置して調査した。また、ポピーおよびペチュニアの被度および開花数を調査するとともに、これらの花に生息するヒラズハナアザミウマ雌成虫の個体数を調査した。さらに、トマトでは花に生息するヒラズハナアザミウマ雌成虫の個体数、果実での産卵痕数を調査した。

混植区における誘引植物の株当たり開花数は6月中旬までポピーが多かったが、6月下旬には減少し、この時期からペチュニアの開花数は増加した (図-2)。その結果、ヒラズハナアザミウマの発生が多い6～7月に混植区では誘引植物の開花が連続した状態で持続できた。ヒラズハナアザミウマ雌成虫のトラップへの誘殺個体数が多かった6月下旬～7月上旬には、誘引植物の花でのヒラズハナアザミウマ雌成虫の生息個体数は増加した (図-2)。

対照区のトマトの花では6月上旬～7月上旬にヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数は急激に増加したにもかかわらず混植区のトマトの花での増加は少なく、7月上旬の個体数は対照区に比較して混植区で少なくなった (図-3)。その結果、6月上～下旬に開花結実したトマト果実が対象となった7月上旬のヒラズハナアザミウマの産卵痕数は、混植区が対照区に比較して少なくなるとともに、白ぶくれ症による被害果率も低くなっ

表-1 景観植物における節足動物の個体数^{a, b)}

植物名	天敵 (クモ目以外は科名)				害虫 (科名)						
	クモ	ハナカ メムシ	クサカゲ ロウ ^{c)}	テント ウムシ	ハダニ	アザミ ウマ	カメ ムシ	カスミカ メムシ	アブラ ムシ	コナジ ラミ	ヤガ
カリフォルニアポピー	3/2	2/1	0/0	1/2	1/0	3/3	0/0	0/1	0/0	1/0	2/1
虞美人草	3	0	0	2	0	3	0	0	1	0	0
アイスランドポピー	3	1	0	1	0	3	2	0	0	0	0
ヒベリカムカリシナム	3/4	0/1	0/2	2/2	1/0	0/3	0/0	0/0	4/4	1/2	2/2
メキシコマンネングサ	3/2	0/0	0/0	0/2	0/0	1/3	0/0	0/0	0/0	0/1	2/0
スイートアリッサム	3	2	0	0	0	4	1	2	1	0	2
クルメツツジ	3/0	0/0	2/2	2/2	2/2	2/0	0/0	0/0	1/3	1/1	1/0
サツキ	2/3	0/0	0/0	1/0	0/0	2/0	0/0	0/0	2/0	0/0	1/0
ヒメクチナシ	3/3	0/0	0/0	2/2	3/1	2/0	0/0	0/0	3/2	4/5	2/0
センニチコウ	3/3	2/1	2/0	1/0	0/2	3/3	2/1	1/2	3/0	1/2	2/0
オシロイバナ	3/3	3/1	0/2	1/0	3/4	3/2	0/0	1/2	2/2	1/1	2/0
キキョウナデシコ	3	1	0	0	2	3	2	0	2	1	2
ソバ	3	3	1	3	3	4	0	2	4	1	2
イブキジャコウソウ	2/4	1/3	0/0	0/2	2/0	1/4	0/0	0/2	0/1	1/1	2/1
モナルダ・シトリオドラ	3	3	0	1	2	2	2	2	2	3	2
カリブラコア	2/2	0/0	0/0	0/0	1/0	3/4	0/0	0/0	0/0	1/0	2/1
ペチュニア	2/2	2/1	0/0	0/1	3/0	4/3	1/1	0/0	0/0	0/0	3/3
アゲラタム	3/3	2/3	2/0	2/0	2/0	3/3	2/0	1/0	3/2	3/3	2/0
キバナコスモス	3	2	1	1	4	3	0	0	3	3	2
サンビタリア	3	3	0	1	4	3	3	0	2	2	2
ヒヤクニチソウ	3/3	2/2	2/3	0/0	1/1	2/3	1/1	1/2	2/3	3/3	2/3
ヘリクリスサム	3/3	2/2	3/3	2/2	1/0	4/4	2/2	2/2	2/2	2/3	2/2
マリーゴールド・フレンチ	4/4	3/3	1/2	0/0	2/4	4/4	0/0	0/0	2/1	3/0	2/3
メランポディウム	4	3	1	3	4	3	0	3	3	3	2
ルドベキア	4/3	3/3	2/3	2/3	0/0	3/3	2/2	0/0	2/3	3/3	3/2
ユリオプシスデージー	3	3	0	2	3	4	0	2	4	3	2

^{a)} 表中の数字は本文参照. ^{b)} 表中の1年目/2年目の累積推定個体数を示す. ‘/’がない植物種は1年間だけ調査を実施した. ^{c)} 卵を含む. (永井・飛川, 2007を改変)

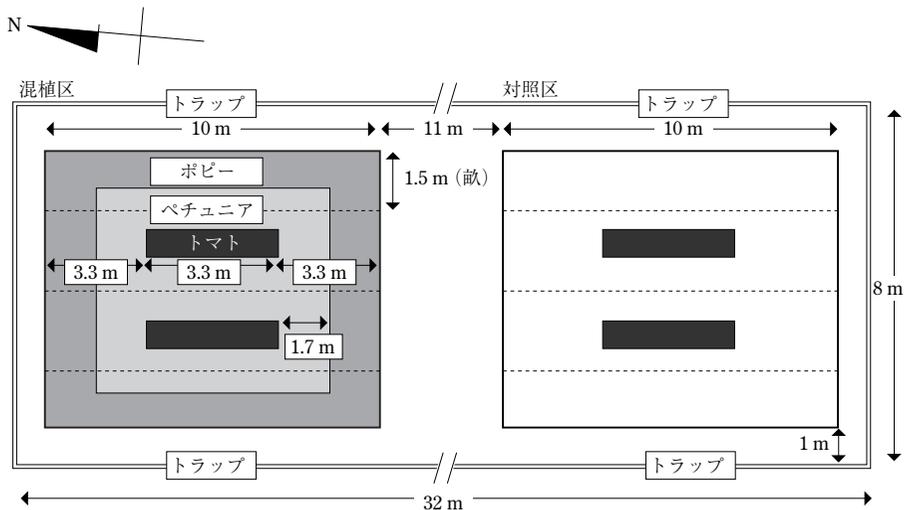


図-1 調査圃場の概要 (永井・飛川, 2010を改変)

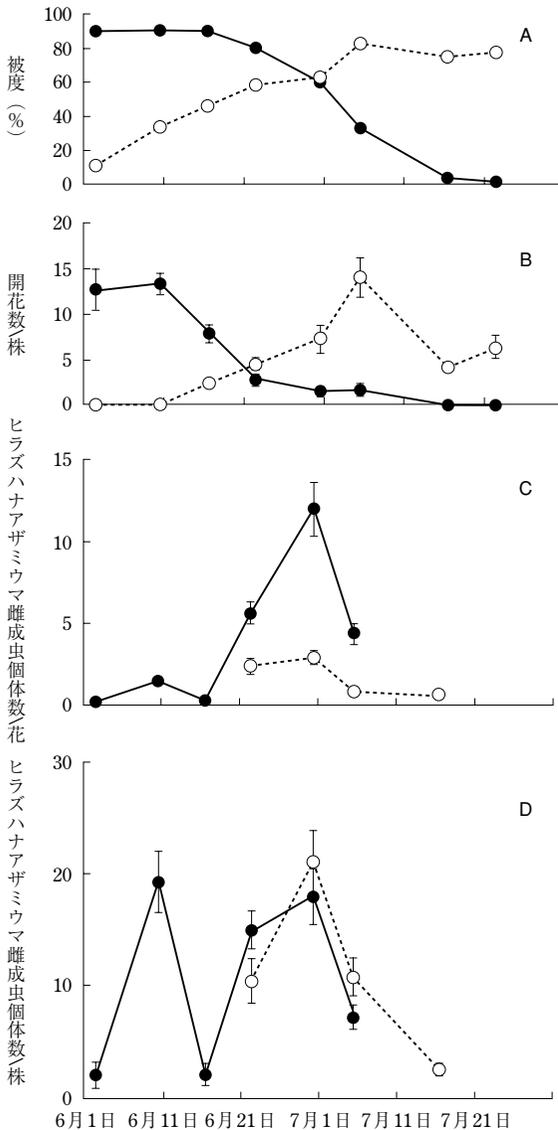


図-2 ポピー (●) とペチュニア (○) における被度 (A), 開花数 (B), ヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり個体数 (C) および株当たり個体数 (D) の推移。縦線は標準誤差を示す。(永井・飛川, 2010 を改変)

た(表-2)。この原因として、混植区ではヒラズハナアザミウマ雌成虫がポピーやペチュニアの花に誘引されたとどまったり、ペチュニアの茎葉などに付着したりして死亡した個体が多く観察されたことから、誘引植物の存在によりトマトの花への飛来が抑制されたと推察される。

おわりに

圃場外からの移入個体が直接農作物を加害して生じる

被害を天敵で阻止することは困難である。このような害虫被害の例として、ヒラズハナアザミウマによるトマトの白ぶくれ症があり、減農薬のためには生物的防除以外の防除法の開発が必要である。本稿で述べたように、トマトにポピーとペチュニアを誘引植物として混植すると、白ぶくれ症が抑制できた(永井・飛川, 2010)が、この試験は小面積の区画に誘引植物を高密度で混植しての効果であり、そのまま実用化することは難しい。しかし、白ぶくれ症が問題になる雨除け栽培では、ヒラズハナアザミウマの侵入可能な空間はビニルハウス側面の開口部に限定されることから、ハウス開口部の外側に誘引植物を栽培すると、ビニルハウス内へのヒラズハナアザミウマの侵入を抑制できる可能性はある。

施設栽培の果菜類では、トマト黄化葉巻病ウイルスを媒介するタバココナジラミのようなウイルス病媒介昆虫の施設内への侵入を防ぐことは、防除対策として特に重要である。トマト黄化葉巻病ウイルスのように経卵伝染が起こらない場合、ウイルスの獲得源とならない草種を誘引植物として利用すると、次世代成虫は無保毒化されることから、このような誘引植物の利用が有効な対策となるかもしれない。また、野菜類では圃場内への害虫の飛来防止に防虫ネット、光反射マルチ、紫外線除去フィルム等の物理的防除資材が広く利用されている。そこで、これら防除資材で農作物への害虫の到達を抑制し、誘引植物に引き寄せる push-pull 法が開発できる可能性がある。

草本性の景観植物を誘引植物として安定的に栽培するためには、解決すべき課題も多い。種子繁殖性草本では直播すると小型の種子はアリに持ち去られ、発芽後はナメクジ、コオロギ、ネキリムシ等による被害を受けやすい。また、生育中は雑草と競合し、生育が悪化する。このため殺虫剤を配合したコーティング種子の開発、初期害虫の防除対策や、マルチ資材の敷設による抑草手法の開発等が必要である。さらに、誘引植物が近隣に栽培されている農作物の害虫やウイルス病など病虫害の発生源となることがないように、弊害についても十分な事前検討が必要である。

引用文献

- 1) ALTHERRI, M. A. (1995): *Agroecology, The Science of Sustainable Agriculture*, 2nd ed., Westview Press, Colo., 433 pp.
- 2) ——— and C. I. NICHOLLS (2004): *Biodiversity and pest management in agroecosystems*, 2nd ed., The Haworth Press, Inc., New York. 236 pp.
- 3) ATSATTI, P. R. and D. J. O'DOWD (1976): *Science* **193**: 24 ~ 29.
- 4) COOK, S. M. et al. (2007): *Annu. Rev. Entomol.* **52**: 375 ~ 400.
- 5) GLIESSMAN, S. R. (1997): *Agroecology, Ecological processes in sustainable Agriculture*, Lewis Publ., Florida, 357 pp.
- 6) GODFREY, L. D. and T. F. LEIGH (1994): *Environ. Entomol.* **23**: 1106 ~ 1118.

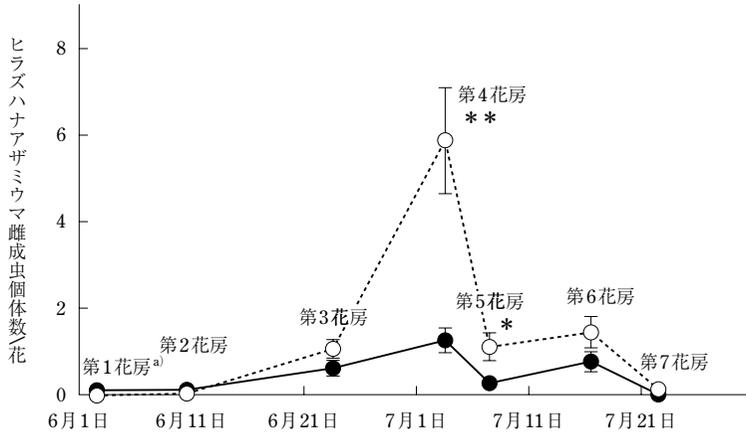


図-3 混植区(●)と対照区(○)のトマトの花におけるヒラズハナアザミウマ雌成虫個体数の推移

a) 調査対象とした花房を示す。

*および**は、同一花房間に t -検定により 5% および 1% の水準で、それぞれ有意差があることを示す。(永井・飛川, 2010 を改変)

表-2 ポピーとバチユニアの混植によるトマト白ぶくれ症抑制効果 (2007 年)

調査月日	6月22日	7月5日	7月16日	7月22日
開花時期 ^{a)}	5月下旬～6月上旬	6月上～下旬	6月下旬～7月中旬	7月中～下旬
調査果数				
混植	40	72	36	39
対照	40	70	36	31
産卵痕数/果実 ^{b)}				
混植	0.38 a ^{d)}	0.83 a	0.53 a	0.10 a
対照	0.65 a	1.91 b	0.83 a	0.29 a
被害果率 (%) ^{c)}				
混植	12 a ^{e)}	19 a	14 a	3 a
対照	15 a	47 b	11 a	7 a

a) 調査対象となった果房の開花時期を示す。b) 背軸面(果実の平面)当たりの産卵痕数を示す。c) 白ぶくれ症による被害果率を示す。d) 同一文字は 5% 水準で有意差がないことを示す (t -検定)。e) 同一文字は 5% 水準で有意差がないことを示す (χ^2 -検定)。(永井・飛川, 2010 を改変)

- 7) HOKKANEN, H. M. T. (1991): Annu. Rev. Entomol. 36: 119 ~ 138.
- 8) KHAN, Z. R. and J. K. PICKETT (2004): The 'push-pull' strategy for stem borer management, In Ecological engineering for pest management, CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, pp. 155 ~ 164.
- 9) 村井 保 (1988): 鳥根農試研報 23: 1 ~ 73.
- 10) 永井一哉・飛川光治 (2007): 応動昆虫支会報 49: 31 ~ 37.
- 11) _____ (2010): 応動昆虫 54: 65 ~ 70.
- 12) 長森茂之ら (2007): 岡山農試研報 25: 17 ~ 28.
- 13) NENTWIG, W. (1998): Weedy plant species and their beneficial arthropods, Potential for manipulation in field crops. In

- Enhancing Biological Control, Habitat management to promote natural enemies of agricultural pests, University of California Press, Berkeley, p. 49 ~ 71.
- 14) PAIR, S. D. (1997): J. Econ. Entomol. 90: 1307 ~ 1314.
 - 15) SCHOONHOVEN, L. N. et al. (2005): Insect-plant biology, 2nd ed., Oxford University Press, Oxford, 429 pp.
 - 16) SHELTON, A. M. and F. R. BADENES-PEREZ (2006): Annu. Rev. Entomol. 51: 285 ~ 308.
 - 17) 宇田 明ら (2001): 園学雑 70: 753 ~ 759.
 - 18) WIKLUND, C. (1975): Oecologia 18: 186 ~ 197.
 - 19) ZEHNDER, G. et al. (2007): Annu. Rev. Entomol. 52: 57 ~ 80.