

コンパニオンプランツのニガヨモギおよびタンジーがブロッコリー上の モンシロチョウ幼虫個体数に及ぼす影響

高 柳 春 希

Haruki TAKAYANAGI:

Effects of two companion plants, wormwood (*Artemisia absinthium*) and tansy (*Tanacetum vulgare*),
on the density of *Pieris rapae* caterpillars on broccoli

コンパニオンプランツによる害虫抑制効果を明らかにするため、ニガヨモギおよびタンジーがブロッコリー上のモンシロチョウ幼虫（以下、アオムシ）個体数に及ぼす影響を評価した。一般化線形混合モデルに基づくパラメーター推定の結果、ニガヨモギはアオムシ個体数を低減させる可能性が示された。一方、タンジーおよびニガヨモギとタンジーの交互作用による影響は示されなかった。以上の結果からニガヨモギの植栽は農業施用の制限が課された農耕地中のアオムシ防除に役立つ可能性が示唆された。

Key words: コンパニオンプランツ, ニガヨモギ, タンジー, モンシロチョウ, companion plants, *Artemisia absinthium*, *Tanacetum vulgare*, *Pieris rapae*

緒 言

農地には有用天敵を含む多様な生物種が生息している。これら生物種を持続的に活用すべく、化学農薬のみに依存しない環境保全型農業への関心が高まってきた。化学農薬に依存しない害虫管理技術のなかで有効な防除策の1つとして、作物以外の植物を間作あるいは混作、周辺に植栽する手法が挙げられる。詳述すると、バンカープランツ、おとり作物、コンパニオンプランツがそれに該当する¹⁾。

まず、バンカープランツとは害虫ではない代替餌を天敵に提供する植物のことで、天敵を温存する働きをもつ²⁾。近年明らかになった知見として、ダイズ畑に植えられたムギ類には、ムギに寄生するアブラムシが代替餌として機能することで、ダイズ害虫の天敵密度を高く維持する効果がある⁹⁾。また、水田のアゾラ (*Azolla japonica*) には緑肥効果や雑草防除効果に加え、造網性クモや徘徊性クモといった捕食天敵の個体数を増加させる効果があると示されている¹⁸⁾。

次に、おとり植物とは対象害虫が好んで選択する植物のことである。これを圃場周辺に植栽し、害虫を誘引さ

せることで作物への被害を低減できる¹⁹⁾。緑肥作物のクロタラリア (*Crotalaria juncea*) は害虫マメコガネ (*Popillia japonica*) に対するおとり植物として扱うことができ、レンコン圃場付近に植栽することで、圃場内のマメコガネ密度を低減できる²⁰⁾。

最後のコンパニオンプランツとは共栄作物のことで、作物近傍に植えると作物害虫の被害を低減する効果がある。例えばイノンド (*Anethum graveolens*) のように背丈の高い植物を作物付近に植えることで物理的な障壁が生まれ、飛翔性害虫の飛来を防ぐことができる^{10, 12)}。また害虫忌避成分を持つニガヨモギ (*Artemisia absinthium*³⁾) でアブラナ科野菜を囲むとモンシロチョウ (*Pieris rapae*) の産卵を抑制できることが示唆されている⁷⁾。さらにタンジー (*Tanacetum vulgare*) 中の樟脳やウンベルロン、 β -ツジオン^{1, 14)}は、コロラドハムシ (*Leptinotarsa decemlineata*)、ヒメハマキガ類、ハダニ類に対して忌避効果を持つ^{1, 2, 14)}。

このように作物以外の植物を作物周辺に植栽し、病害虫への低減効果を評価した知見は数多くある。しかし国内においてコンパニオンプランツを単独あるいは複数用いて有用性を評価した知見は、センチュウ防除を目的と

するマリーゴールド等の対抗植物¹⁶⁾の栽培を除き、ほとんど見当たらない。そこでコンパニオンプランツの有用性を国内で評価することを目的とし、植食性昆虫に対しての毒成分を有するニガヨモギおよびタンジーがブロッコリー (*Brassica oleracea* var. *italica*) を食害するモンシロチョウの幼虫 (以下、アオムシ) 個体数に及ぼす影響を明らかにした。

材料および方法

1. 供試作物

実験で用いる全ての供試作物は滋賀県立大学構内の風乾室で育苗管理した。風乾室の屋根はガラス製で、側壁はメッシュ状の鉄網で覆われており風通しの良い構造となっている。なお風乾室内には簡易温室 (幅125cm×奥行77cm×深さ20cm, 庫内温度25~28℃, 湿度95%以上) が設置されている。供試作物の初期育苗はこの簡易温室で行い、本葉展開後の供試作物は風乾室内へ出庫した後に、希釈した液肥 (ヨーキ産業(株)花と野菜の液肥 EC=1.5mS/cm) を適宜与えた。

ブロッコリーの種子 (日光種苗(株)緑花ヤサイ) は2016年2月19日に、灌水済の野菜用追肥型培土 (タキイ種苗(株)TM-1) を充填した128穴プラグトレイへ播種した。播種後55日目 (4月14日) に葉数が6枚程度のブロッコリー株を、野菜用追肥型培土350gを含む径14cm高さ13cmのプラスチックポットへ移植した。移植後、根が十分に活着し実験可能になるまでブロッコリー全体を防虫網で覆って管理した。

コンパニオンプランツとして、ニガヨモギの種子 (三笠園芸(株)) およびタンジーの種子 (三笠園芸(株)) を2016年1月28日に灌水済の培養土 (グリーンプラン(株)花と野菜の土) を充填した90mlプラスチックカップ (径5.3cm, 高さ5.5cm) へ播種した。4月初旬まで夜間の寒さを防ぐ目的で適宜、株全体を不織布で覆った。コンパニオンプランツがブロッコリーの株下を覆える葉数 (ニ

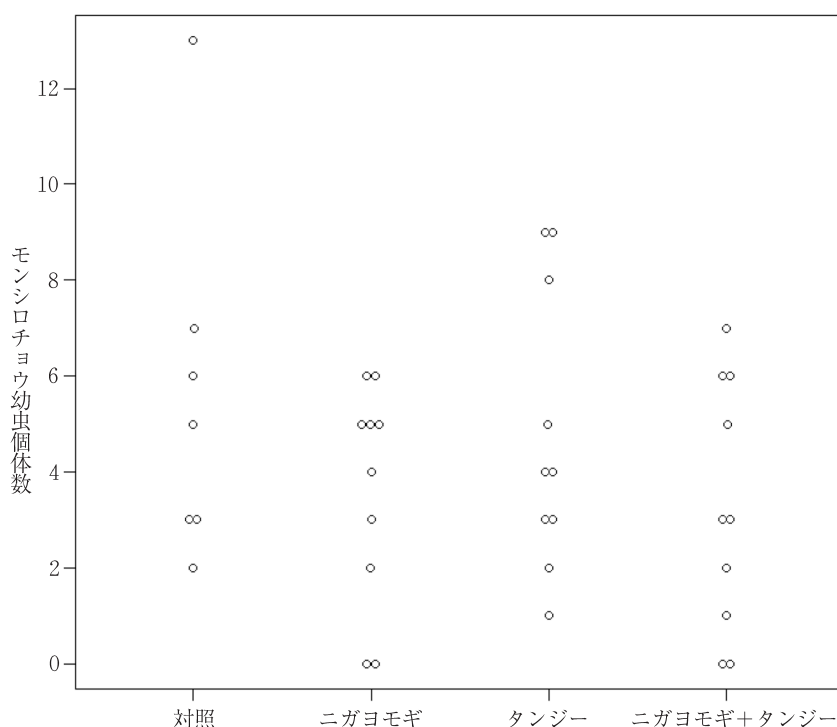
ガヨモギで5~14枚, タンジーで7~19枚) になるまで育苗管理を続けた。

2. コンパニオンプランツがブロッコリー上のアオムシ個体数に及ぼす影響

調査は2016年5月1日から5月19日まで、滋賀県立大学構内圃場の遮蔽物がない芝生上に (N35°15'30.9", E136°13'01.2"), 先述のポットに植栽したブロッコリーを配置して行った。処理区はブロッコリー株下にニガヨモギ植栽カップを2つ設置したニガヨモギ区, タンジー植栽カップを2つ設置したタンジー区, ニガヨモギ植栽カップとタンジー植栽カップをそれぞれ1つずつ設置したニガヨモギ+タンジー区とし, 対照区は培土だけのカップを2つ設置した区とした。乱塊法により10ブロックの配置とし, 各ブロック間は1.5mの間隔をあげ, ブロック内の調査区画はそれぞれ1.0mの間隔をあげた。コンパニオンプランツやブロッコリー株が萎れぬよう水を適宜与えた。各処理区におけるアオムシ個体数への影響を評価するため, 調査地周辺のカエルやヤドリバエなどの捕食者の有無を観察し, 5月19日にブロッコリー株上のアオムシの個体数を数えた。統計処理はlme4パッケージがインストールされたR (version 3.3.0¹³⁾) のglmer関数を用い, アオムシ個体数に対するニガヨモギおよびタンジーの影響を推定するために応答変数はアオムシ個体数 (ポアソン分布を仮定, リンク関数はlog) とし, 説明変数はタンジーの初期導入葉数 (固定効果, 以降, 葉数), ニガヨモギの葉数 (固定効果), ニガヨモギ葉数とタンジー葉数の交互作用 (固定効果) およびブロック要因 (ランダム効果), 調査区画 (ランダム効果) とする一般化線形混合モデル (GLMM) を用いた。係数の有意性はWald検定で評価した。また, 各処理区間の中央値の差を多重比較検定 (Steel-Dwass法) により解析した。

第1表 一般化線形混合モデルによるモンシロチョウ幼虫数に影響を与える要因の解析

応答変数	説明変数	係数	標準誤差	Waldのz値	P値
モンシロチョウ幼虫個体数	切片	1.81	0.20	8.88	<2e-16
	ニガヨモギ葉数	-0.039	0.017	-2.32	0.02
	タンジー葉数	-0.017	0.011	-1.59	0.11
	ニガヨモギ葉数×タンジー葉数	-0.002	0.003	-1.03	0.30



第1図 対照区とニガヨモギ区、タンジー区、ニガヨモギ+タンジー区におけるモンシロチョウ幼虫個体数の比較

結果

調査期間中、病気・栄養不足によるブロッコリーの枯死やアオムシによる葉の食い尽くしは見られなかった。また調査地内でカエル類、ヤドリバエ類あるいはコマユバチ類といった捕食者・捕食寄生者は一度も確認されなかった。一方で暴風の影響によりポットの倒伏や、ブロッコリー株の折れにより3つの欠損値が生じた。

GLMMによる解析の結果、ブロックと調査区画のばらつきを示す標準偏差は0.28および0.27となり、アオムシ個体数に影響を及ぼす要因としてニガヨモギの葉数が選択された。ニガヨモギを株元に設置したブロッコリー株上では、ニガヨモギ1葉につきアオムシ個体数が $\exp(-0.039) = 0.96$ 倍に減少したと推定された(第1表)。つまりニガヨモギ株(葉数中央値8枚)がアオムシ個体数に及ぼす減少効果は $\exp(-0.039 \times 8) = 0.73$ 倍と推定された。しかし、多重比較検定の結果では、対照区および各処理区間でアオムシ個体数に有意な差は見られなかった(第1図)。

考察

GLMMを用いた解析結果から、コンパニオンプランツであるニガヨモギの葉数はブロッコリー上のアオムシ個体数を減少させることが明らかとなった(第1表)。その一方で多重比較の結果では対照区および各処理区間でアオムシ個体数に有意な差は見られなかった(第1図)。これら相反する結果が生じた理由としてアオムシ密度が特定の場所に偏っていたことや区画内ブロッコリー株の個体差が挙げられる。つまり、GLMMを用いた解析ではランダム効果をブロックおよび調査区画とし、場所による誤差や供試作物の個体差を考慮できたのに対し、多重比較ではそれができなかったため、異なる結果が生じたと考えられた。

ニガヨモギがブロッコリー上のアオムシ個体数を減少させた要因として天敵による捕食またはモンシロチョウ成虫の産卵行動への影響が考えられる。このうち、天敵による捕食については、いずれの区においても調査期間中にカエル等の捕食者は見受けられず、ヤドリバエやコマユバチによる捕食寄生も観察されなかったことから、ニガヨモギが捕食天敵を増加させる効果はなかったと考えられる。一方、モンシロチョウ成虫の産卵行動への影

響については、ニガヨモギには節足動物忌避成分である揮発性のサビネン、タイムツヤノール、リナロール、酢酸ゲラニルが含まれることが知られており⁴⁾、これら忌避成分の影響によってモンシロチョウ成虫の産卵が妨げられた可能性が考えられる。本研究では、モンシロチョウの産卵数については調査していないためニガヨモギ設置による産卵数抑制効果は確認できていない。しかしアオムシについては、ブロッコリー食い尽くしによる他の宿主植物への移動は観察されていないことから、アオムシの個体数は産卵数を反映しており、ニガヨモギがモンシロチョウの成虫の産卵を妨げた結果、幼虫数が減少したのではないかと考えられる。

タンジールの葉数およびタンジール葉数×ニガヨモギ葉数の交互作用はアオムシ個体数に影響を及ぼさなかった(第1表, 第1図)。そのため、タンジールにはアオムシの密度ないしニガヨモギの効果に及ぼす影響がないと判明した。アオムシ密度に対するタンジールの効果がなかった理由として、タンジール中にモンシロチョウへの忌避因子がそもそもない可能性や、実験で用いたタンジール株が小さすぎて忌避効果が発揮されなかった可能性が挙げられる。過去の知見によるとタンジール親株は草丈1.8mに成長することが確認されている⁵⁾。それに対し本研究で用いたタンジールはブロッコリーの株下を覆っていたとはいえ、90mlカップ内に収まる小株である。このため、小さい株中に僅かな害虫忌避成分しか含まれておらず、モンシロチョウを忌避できなかった可能性がある。また、本実験を行った期間は雨や強風が吹き荒れたため⁶⁾、タンジール由来の害虫忌避成分が風雨の影響で効果を発揮できなかった可能性も考えられる。しかし、いずれについても今回の結果のみでは判断できないため今後詳細に検証する必要がある。

本研究の結果から、ニガヨモギがブロッコリー上へのアオムシ個体数を低減させる効果が認められたことから、農業使用に制限が課された農耕地における総合的な害虫管理技術⁸⁾の一部としてニガヨモギを用いたコンパニオンプランツが機能しうると示唆された。詳述すると、本技術は作付期初期におけるモンシロチョウの産卵数を抑制することにより農業施用を低減できる。ただしそれだけでは不十分で、とりわけ作付後期にはいくつかのアオムシ防除法を組み合わせることが不可欠と推察される。このような多面的な検討を加えることで防除技術としての価値を期待できるコンパニオンプランツだが、その一方で、実用面から問題点も挙げられる。1つ目は

コンパニオンプランツ育成のコスト・労力である。本研究では、コンパニオンプランツの育苗に約90日を要した。このことから判断して、育成により日数がかかるコンパニオンプランツの大型株の利用には、育苗期間の長期化や育成施設への設備投資などのコストが増大する可能性が非常に高く問題がある。2つ目は種子散布によって圃場外へ逸出し雑草化する等、環境への悪影響である。例えばタンジールは帰化植物として日本では問題視されており¹⁵⁾、これ以上蔓延しないためにもコンパニオンプランツとしての扱いには十分な配慮が必要である。また、ニガヨモギやハイイロヨモギ (*Artemisia sieversiana*) が圃場外へ逸出すれば同属近縁種である在来ヨモギ (*Artemisia indica* var. *maximowiczii*) との間で繁殖干渉¹⁷⁾が起き、最悪の場合、在来ヨモギがニガヨモギやハイイロヨモギに駆逐させるおそれがある。もし多様性保全を目的とするコンパニオンプランツの利用が、在来植物の衰退をもたらすとしたら本末転倒といえよう。

以上のことをまとめると、コンパニオンプランツとしてのニガヨモギの利用はブロッコリー上へのアオムシ個体数を減少させるが、タンジールの利用およびニガヨモギ×タンジールの交互作用はアオムシ個体数に影響を及ぼさなかった。またコンパニオンプランツ利用の際には労力・コストに対して、どの程度、害虫忌避効果があるか、そして多様性保全の上で問題がないかを慎重に検討する必要がある。

謝 辞

本論文をまとめるにあたって貴重なご意見、ご指導をいただいた滋賀県立大学 西田隆義教授に心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Chiasson, H., A. Bélanger, N. Bostanian, C. Vincent and A. Poliquin (2001) Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction. J. Econ. Entomol. 94 : 167 ~ 171.
- 2) Gabel, B. and D. Thiéry (1994) Non-host plant odor (*Tanacetum vulgare*; Asteracea) affects the

- reproductive behavior of *Lobesia botrana* Den. et Schiff (Lepidoptera: Tortricidae). J. Insect Behav. 7 : 149~157.
- 3) Goud, B. J. and B. C. Swamy (2015) A review on history, controversy, traditional use, ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of *Artemisia absinthium* Linn. Int. J. Adv. Res. Eng. A. Appl. Sci. 5 : 77~107.
- 4) Jaenson, T. G., K. Palsson and A. K. Borg-Karlson (2005) Evaluation of extracts and oils of tick-repellent plants from Sweden. Med. Vet. Entomol. 19 : 345~352.
- 5) Kaufman, S. R. and W. Kaufman (2013) Invasive plants: a guide to identification, impacts, and control of common North American species, 332~334, Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvania, U.S..
- 6) 気象庁 (2016) URL : <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> (2016年6月15日アクセス)
- 7) Latheef, M. A. and J. H. Ortiz (1983) The influence of companion herbs on egg distribution of the imported cabbageworm, *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae), on collard plants. Can. Entomol. 115 : 1031~1038.
- 8) 中筋房夫 (1997) 総合的害虫管理学, 273, 養賢堂, 東京.
- 9) 小野 亨・城所 隆 (2009) 生物間相互作用と害虫管理 (安田弘法・城所 隆・田中幸一 編), 201~222, 京都大学学術出版会, 京都.
- 10) Parker, J. E., C. Rodriguez-Saona, G. C. Hamilton and W. E. Snyder (2013) Weed and pest control conventional and new challenges: Companion planting and insect pest control, 1~29, InTech, Rijeka, Croatia.
- 11) Parolin, P., C. Bresch, N. Desneux, R. Brun, A. Bout, R. Boll and C. Poncet (2012) Secondary plants used in biological control: a review. Int. J. Pest Manage. 58 : 91~100.
- 12) Perrin, R. M. (1977) Pest management in multiple cropping systems. Agro-Ecosystems 3 : 93~118.
- 13) R Core Team (2016) URL : <https://www.r-project.org/> (2016年6月15日アクセス)
- 14) Scheerer, W. R. (1984) Components of oil of tansy (*Tanacetum vulgare*) that repel Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata*). J. Nat. Prod. 47 : 964~969.
- 15) 清水矩宏・広田伸七・森田弘彦 (2001) 日本帰化植物写真図鑑: Plant invader 600種, 393, 全農教, 東京.
- 16) 杉村和実・川崎安夫 (2008) クマモトネグサレセンチュウによるキクの病徴と対抗植物による密度抑制効果の検討. 日本線虫学会誌38 : 71~77.
- 17) 高倉耕一・西田佐知子・西田隆義 (2010) 植物における繁殖干渉とその生態・生物地理に与える影響. 分類10 : 151~162.
- 18) 高柳春希・西田隆義 (2016) 水田のアヅラ農法および紙マルチ農法がクモ類の個体数に及ぼす影響. 関西病虫研報58 : 131~133.
- 19) 藪 哲男・朴 永道 (1997) レンコン圃場におけるマメコガネの行動習性を利用した防除技術: 第1報 河北潟レンコン圃場周辺における寄主植物と寄主選好性. 北陸病虫研報45 : 53~57.
- 20) 藪 哲男・朴 永道 (1997). レンコン圃場におけるマメコガネの行動習性を利用した防除技術: 第2報 おとり作物, 化学的誘引剤および殺虫剤の複合防除効果. 北陸病虫研報45 : 59~64.
- 21) 矢野栄二 (2011) バンカー法の歴史と将来展望: ミニ特集 バンカー法の研究開発の現状と将来展望. 植物防疫65 : 673~676.

(2017年2月10日受理)