

ハーブ類の混作がキャベツ害虫の個体数と天敵寄生率におよぼす影響

| | |
|-------|----------------------------------|
| 誌名 | 東京農業大学農学集報 |
| ISSN | 03759202 |
| 著者名 | 足達,太郎 鳥海,航 大川原,亜耶 高橋,久光 |
| 発行元 | 東京農業大学 |
| 巻/号 | 53巻3号 |
| 掲載ページ | p. 259-263 |
| 発行年月 | 2008年12月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ハーブ類の混作がキャベツ害虫の個体数と天敵寄生率におよぼす影響

足達太郎*・鳥海 航**・大川原亜耶***・高橋久光*

(平成 20 年 5 月 23 日受付/平成 20 年 9 月 2 日受理)

要約: キャベツ畑に、ハーブ類のカモミール(カミツレ)およびキンレンカ(ノウゼンハレン)をそれぞれ混作した区と、キャベツを単作して化学合成殺虫剤を施用した区および施用しない区をもうけ、キャベツの主要害虫であるダイコンアブラムシ・モンシロチョウ・コナガの個体数変動と捕食寄生性天敵による寄生率を比較した。試験の結果、各害虫ともそれぞれの個体数がほぼピークとなる時期に、処理区間で個体群密度に有意な差がみられた。ダイコンアブラムシは、カモミール混作区における個体群密度がキンレンカ混作区やキャベツ単作/殺虫剤無施用区または施用区よりも高かった。モンシロチョウの幼虫個体数は、キャベツ単作/殺虫剤無施用区>キンレンカ混作区>カモミール混作区>キャベツ単作/殺虫剤施用区の順に多かった。また、モンシロチョウの卵数は、両ハーブの混作区における値がキャベツ単作区(殺虫剤施用および無施用)における値よりも多かった。コナガは、キャベツ単作/殺虫剤施用区およびカモミール混作区で幼虫の個体数が多かった。いっぽう、モンシロチョウの幼虫におけるアオムシコマユバチの寄生率は、キャベツの生育中期において、キンレンカ混作区およびキャベツ単作/殺虫剤無施用区で最も高かった。これに対し、コナガ幼虫におけるコナガコマユバチの寄生率は、処理区間で有意な差は認められなかった。

キーワード: キャベツ, 混作, カモミール, キンレンカ, 総合的害虫管理

緒 言

ひとつの畑で複数の作物を同時に耕作する混作(mixed cropping)は、熱帯地域の在来農業でひろく見られる作付様式である。このような混作については、作物同士の相互作用による収量増などといった栽培学的意義や、総合的な生産性の向上あるいは不作リスクの回避といった社会経済学的意義が論じられているほか、雑草や病害虫の発生を抑制することが指摘されている¹⁾。しかし、混作の害虫抑制効果については、経験的に知られているというだけで、かならずしも実証されたものではない事例も少なくない。

混作が害虫を抑制する機構については、おもに2つの仮説が提唱されている。ひとつは、資源集中仮説とよばれるもので、混作の畑では害虫にとっての餌資源が分断されているため、餌の探索にコストがかかり、繁殖がさまたげられるというものである²⁾。もうひとつは、天敵仮説とよばれ、混作の畑では害虫の天敵にとっての餌や棲みかが多様かつ継続的に得られるため、天敵の活動が活発になり、害虫の発生が抑制されるというものである³⁾。これらの仮説は、作物と害虫、あるいは害虫と天敵との関係に基づいてたてられている。しかし、圃場生態系においては、もとより作物-害虫-天敵の三者間でそれぞれ相互作用が働いているのであり、これらの関係を総合的に理解しなければなら

ない。さらに、混作の効果は作物や害虫種によって異なるため、混作を総合的害虫管理の一環として活用するためには、それぞれの作物・害虫ごとに、混作が害虫および天敵の個体群におよぼす効果を検証する必要がある。

香辛料などに利用されるハーブ類は、精油などの香気成分に富み、昆虫類に対する忌避作用や誘引作用があることが知られている⁴⁾。そこで本研究では、キャベツ *Brassica oleracea* var. *capitata* の畑に2種のハーブ類、カモミール(カミツレ) *Matricaria recutita* (キク科) およびキンレンカ(ノウゼンハレン) *Tropaeolum majus* (ノウゼンハレン科) をそれぞれ混作し、キャベツの主要害虫の個体数変動と捕食寄生性天敵による寄生率をキャベツ単作の場合と比較した。さらに、化学合成殺虫剤の影響を検討するため、キャベツ単作区を殺虫剤施用区と無施用区に分けて試験を行なった。

材 料 と 方 法

1. 供試植物

キャベツの品種は YR 夏晴を用いた。セルトレイに播種し、3~4 葉期にワグネルポットに鉢上げした。カモミールはセルトレイに播種して3 葉期にポットに鉢上げした。キンレンカはワグネルポットに直接播種して育苗を行なった。

* 東京農大農学国際食料情報学部国際農業開発学科

** 東京農大農学国際食料情報学部国際農業開発学科 (現在 アグロカネショウ株式会社)

*** 東京農大農学国際食料情報学部国際農業開発学科 (現在 青年海外協力隊・ソロモン諸島)

2. 試験区

試験は2005年5月から7月にかけて、東京都世田谷区の東京農業大学用賀圃場で実施した。試験区は1区画を160×100 cmとし、2本の畝をたて、畝間100 cm、株間40 cmでキャベツ苗を6株、5月16日に定植した。ハーブ混作区では、キャベツの畝の中間と外側にカモミールまたはキンレンカを植えた。ハーブを混作しない単作区は、化学合成殺虫剤を施用する区と施用しない区に分け、4処理3反復の乱塊法により試験を行なった(写真1)。なお、キャベツ単作/殺虫剤施用区には、定植後7日より14日おきに4回、モスピラン®液剤(有効成分:アセタミプリド、住友化学園芸(株))を500倍に希釈して散布した。

3. 主要害虫の個体数変動におよぼすハーブ混作と殺虫剤施用の影響

定植直後より、キャベツを加害する主要害虫であるダイコンアブラムシ *Brevicoryne brassicae*、モンシロチョウ *Pieris*



写真1 試験区の全景。

rapae crucivora、コナガ *Plutella xylostella* の個体群密度を7日ごとに調査した。各試験区からキャベツ3株を無作為にえらび、ダイコンアブラムシは成虫と幼虫、モンシロチョウは幼虫と卵、コナガは幼虫について、株ごとに見とり調査を行なった。

4. 捕食寄生性天敵による寄生率におよぼすハーブ混作と殺虫剤施用の影響

定植後31日(キャベツの結球初期)、52日(結球中期)、63日(収穫期)に、各試験区よりキャベツ1株を無作為にぬきとって、ポリ袋に入れて実験室にもちかえり、株に生息しているモンシロチョウとコナガの全幼虫個体を採集した。採集個体はプラスチックシャーレ(直径35 mm、高さ14 mm)内で個別に飼育し、モンシロチョウおよびコナガをそれぞれ寄主とする幼虫内部寄生蜂のアオムシコマユバチ *Apanteles glomeratus* とコナガコマユバチ *Cotesia plutellae* による寄生の有無を調べた。

5. 統計分析

各害虫の個体数については、分散分析を行なって処理間での有意性を検定し、有意差があった場合は最小有意差法により各処理について平均値のグループ分けを行なった。天敵寄生率については、4×2分割表によるカイ二乗検定を行なった⁵⁾。各検定とも有意水準は5%とした。

結 果

1. 主要害虫の個体数変動におよぼすハーブ混作と殺虫剤施用の影響

定植直後より収穫直前までの、各害虫の個体数の推移を表1~4に示した。コナガ幼虫以外は、いずれもその害虫の個体数が調査期間を通して最大値を示したピーク時に、処理間で個体群密度に有意な差がみとめられた。

表1 ダイコンアブラムシ(成虫・幼虫)の個体数変動(キャベツ1株あたりの平均個体数±標準誤差)

| 処 理 | 定植後日数 | | | | | | | |
|----------------|---------|------------|---------------|-----------|-----------|---------|----|----|
| | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 38 | 45 | 52 |
| カモミール混作区 | 0.7±0.7 | 112.0±61.2 | 250.7±123.9 a | 7.3±2.8 | 18.7±18.1 | 0 | 0 | 0 |
| キンレンカ混作区 | 0 | 25.0±7.2 | 14.0±1.0 b | 32.7±6.2 | 48.0±13.9 | 0.7±0.7 | 0 | 0 |
| キャベツ単作/殺虫剤無施用区 | 0.3±0.3 | 47.0±10.0 | 20.3±4.6 b | 38.3±16.5 | 32.3±8.3 | 2.7±2.7 | 0 | 0 |
| キャベツ単作/殺虫剤施用区 | 4.7±2.6 | 48.7±8.7 | 4.7±2.9 b | 65.3±24.5 | 6.3±6.3 | 6.0±3.8 | 0 | 0 |

平均値に文字がついている調査日では、分散分析により処理間で有意差がある($p < 0.05$)。各調査日においておなじ文字がついた平均値は、最小有意差法による多重検定の結果、たがいに有意差がない($p > 0.05$)。

表2 モンシロチョウ(幼虫)の個体数変動(キャベツ1株あたりの平均個体数±標準誤差)

| 処 理 | 定植後日数 | | | | | | | |
|----------------|-------|---------|----------|----------|-------------|-----------|-----------|----------|
| | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 38 | 45 | 52 |
| カモミール混作区 | 0 | 0 | 7.0±2.0 | 29.7±9.7 | 38.3±5.4 bc | 44.0±8.5 | 30.0±9.0 | 14.3±5.2 |
| キンレンカ混作区 | 0 | 0 | 11.3±3.5 | 27.3±9.1 | 60.3±3.3 ab | 44.7±6.2 | 30.3±10.1 | 16.7±6.7 |
| キャベツ単作/殺虫剤無施用区 | 0 | 0.3±0.3 | 9.3±1.5 | 39.0±6.8 | 82.3±14.5 a | 63.3±5.8 | 32.7±8.7 | 11.7±3.4 |
| キャベツ単作/殺虫剤施用区 | 0 | 0 | 3.0±1.2 | 38.7±9.0 | 19.7±2.4 c | 63.3±18.9 | 47.7±3.8 | 23.0±4.0 |

平均値に文字がついている調査日では、分散分析により処理間で有意差がある($p < 0.05$)。各調査日においておなじ文字がついた平均値は、最小有意差法による多重検定の結果、たがいに有意差がない($p > 0.05$)。

表 3 モンシロチョウ (卵) の個体数変動 (キャベツ 1 株あたりの平均個体数±標準誤差)

| 処 理 | 定植後日数 | | | | | | |
|----------------|---------|-----------|--------------|-------------|-----------|------------|--------------|
| | 8 | 16 | 24 | 29 | 36 | 43 | 50 |
| カモミール混作区 | 1.7±0.9 | 31.0±4.6 | 50.3±11.0 c | 33.0±4.6 c | 21.0±4.4 | 2.0±1.5 b | 39.0±1.0 c |
| キンレンカ混作区 | 3.3±0.9 | 53.7±21.2 | 63.0±4.0 bc | 52.7±12.3 c | 29.7±11.3 | 5.3±2.6 b | 58.3±7.8 bc |
| キャベツ単作/殺虫剤無施用区 | 5.3±2.8 | 54.3±10.4 | 101.3±8.3 ab | 91.7±6.7 b | 27.0±8.5 | 3.7±1.2 b | 84.7±13.8 b |
| キャベツ単作/殺虫剤施用区 | 3.7±2.7 | 52.7±9.7 | 106.7±19.7 a | 183.0±5.1 a | 75.3±25.9 | 29.3±8.6 a | 120.7±11.9 a |

平均値に文字がついている調査日では、分散分析により処理間で有意差がある ($p < 0.05$)。各調査日においておなじ文字がついた平均値は、最小有意差法による多重検定の結果、たがいに有意差がない ($p > 0.05$)。

表 4 コナガ (幼虫) の個体数変動 (キャベツ 1 株あたりの平均個体数±標準誤差)

| 処 理 | 定植後日数 | | | | | | | |
|----------------|-----------|---------|---------|----------|----------|----------|------------|---------|
| | 3 | 10 | 17 | 24 | 31 | 38 | 45 | 52 |
| カモミール混作区 | 0 b | 0 | 1.0±0.6 | 5.7±3.7 | 17.0±1.7 | 15.0±3.2 | 9.3±1.8 ab | 4.3±1.9 |
| キンレンカ混作区 | 0.7±0.3 a | 0 | 2.0±0.6 | 8.7±3.2 | 16.3±3.5 | 8.3±3.9 | 7.0±1.5 b | 3.3±1.5 |
| キャベツ単作/殺虫剤無施用区 | 0 b | 0.3±0.3 | 1.0±0.6 | 15.3±4.1 | 13.7±4.3 | 8.0±2.6 | 5.7±0.3 b | 2.3±0.3 |
| キャベツ単作/殺虫剤施用区 | 0 b | 0 | 0.3±0.3 | 16.0±5.0 | 6.3±1.8 | 16.0±2.1 | 13.3±1.3 a | 4.7±2.2 |

平均値に文字がついている調査日では、分散分析により処理間で有意差がある ($p < 0.05$)。各調査日においておなじ文字がついた平均値は、最小有意差法による多重検定の結果、たがいに有意差がない ($p > 0.05$)。

表 5 モンシロチョウ幼虫におけるアオムシコマユバチの寄生率 (%)

| 処 理 | 定植後日数 | | |
|----------------|---------------|--------------|--------------|
| | 31* | 52* | 63 |
| カモミール混作区 | 20.2 (119) | 29.8 (47) | 25.0 (12) |
| キンレンカ混作区 | 12.3 (155) | 57.4 (47) | 40.0 (10) |
| キャベツ単作/殺虫剤無施用区 | 26.7 (131) | 57.4 (47) | 31.8 (22) |
| キャベツ単作/殺虫剤施用区 | 11.1 (54) | 36.8 (87) | 28.8 (52) |

かつこ内の数値は供試個体数。アステリスクがついている調査日では、 4×2 分割表によるカイ二乗検定により処理間で寄生率に有意差がある ($p < 0.05$)。

表 6 コナガ幼虫におけるコナガコマユバチの寄生率 (%)

| 処 理 | 定植後日数 | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 31 | 52 | 63 |
| カモミール混作区 | 8.2 (49) | 52.8 (36) | 71.4 (7) |
| キンレンカ混作区 | 11.4 (35) | 44.8 (29) | 0 (1) |
| キャベツ単作/殺虫剤無施用区 | 15.9 (44) | 51.9 (27) | 40.0 (5) |
| キャベツ単作/殺虫剤施用区 | 11.1 (27) | 61.0 (41) | 80.0 (10) |

かつこ内の数値は供試個体数。いずれも調査日においても、 4×2 分割表によるカイ二乗検定により処理間で寄生率に有意差がない ($p > 0.05$)。

ダイコンアブラムシは、定植後 17 日で個体数がピークに達し、その密度はカモミール混作区における値がキンレンカ混作区やキャベツ単作/殺虫剤無施用区または施用区における値よりも高かった (表 1)。モンシロチョウの幼虫個体数は、定植後 31 日でピークに達し、キャベツ単作/殺虫剤無施用区およびキンレンカ混作区で個体数が多かった (表 2)。また、モンシロチョウの卵数は、定植後 29 日でピークに達し、両ハーブの混作区における値がキャベツ単作区 (殺虫剤施用および無施用) における値よりも少なかった (表 3)。コナガは、定植後 31 日で幼虫数がピークに達したが、処理間で有意な差は見られなかった。その後、定植後 45 日ではキャベツ単作/殺虫剤施用区およびカモミール混作区で幼虫数が多かった (表 4)。

2. 捕食寄生性天敵による寄生率におよぼすハーブ混作と殺虫剤施用の影響

モンシロチョウおよびコナガ幼虫における天敵寄生率を、それぞれ表 5 と 6 に示した。

モンシロチョウ幼虫を寄主とするアオムシコマユバチの寄生率は、キャベツの結球初期 (定植後 31 日) と中期 (同

52 日) に処理間で有意な差が見られ、いずれの調査日とも、キャベツ単作/殺虫剤無施用区における寄生率がそれぞれ 27% および 57% と最も高かった。また、結球中期にはキンレンカ混作区でも、キャベツ単作/殺虫剤無施用区と同程度の高い寄生率が観察された (表 5)。

コナガ幼虫を寄主とするコナガコマユバチの寄生率は、キャベツの結球中期 (定植後 52 日) には、すべての処理区で 45~61% と高かったが、いずれの調査日においても、処理区間で寄生率に有意な差は認められなかった (表 6)。

考 察

本研究の結果、カモミールあるいはキンレンカを混作することによって、モンシロチョウの幼虫および卵の数が抑制されることがわかった。また、コナガ幼虫についても、キャベツの生育時期によっては、ハーブ混作区における個体数が単作区よりも少なかった。いっぽう、ダイコンアブラムシでは、カモミール混作区において個体数のいちじるしい増加が見られた。これらの事実は、ハーブ類の混作によって受ける影響が害虫種によって顕著に異なることを示している。

このような害虫個体数の増減が、ハーブの香気成分の誘引効果に起因するものなのか、あるいは逆に忌避効果によるものなのかは不明である。なぜなら、ハーブ混作によってキャベツ上の害虫個体数が減少したケースについてみると、ハーブを忌避した害虫がそのままキャベツ畑から移出した可能性があるだけでなく、ハーブがキャベツ上の害虫を誘引して、いわゆる「おとり作物」の役割をはたしたとも考えられるからである⁶⁾。実際、野外でキンレンカがコナガを誘引したという事例が報告されている⁷⁾。ハーブ混作による害虫個体数の変動が忌避・誘引のいずれによるものなのかを明らかにするには、オルファクトメーターなどを用いてハーブの揮発成分と害虫の行動との関係を検証する必要がある。

殺虫剤施用が害虫におよぼす影響については、ほとんどの場合、殺虫剤施用区における個体数が処理のあいだで最も少なくなっている。唯一の例外として、殺虫剤施用区におけるモンシロチョウの卵数が他の区とくらべて有意に多かったが、これは殺虫剤無施用区や混作区でモンシロチョウやコナガによってキャベツの葉が食害され、産卵可能な部分が縮小したことによるものと思われる。

捕食寄生性天敵への影響については、モンシロチョウではキャベツの生育中期において、キンレンカ混作区における寄生率が高い値を示した。このことから、ハーブの混作が害虫に対するものと同様、天敵の寄生行動に何らかの影響をおよぼしているものと考えられる。近年、東アフリカにおいて、トウモロコシ畑にイネ科牧草のトウミツソウ *Melinis minutiflora* を混作することによって、トウモロコシ害虫であるズイムシ類の一種 *Chilo partellus* がこれを忌避するとともに、同種の天敵である寄生蜂 *Cotesia sesamiae* を誘引することが報告された⁸⁾。東アフリカでは、

このような害虫忌避作物やおとり作物、天敵誘引作物を活用して圃場内に意図的に配置することによって害虫による被害を抑制する「プッシュ・プル法」が実用化されている⁹⁾。今後、本研究で供試したようなハーブ類も、圃場内の害虫や天敵の行動を制御する天然資材としての活用が期待される。

引用文献

- 1) RICHARDS, P., 1985. Indigenous Agricultural Revolution : Ecology and Food Production in West Africa. Hutchinson, London.
- 2) ROOT, R.B., 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats : the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecol. Monogr.* **43**, 95-125.
- 3) 中筋房夫, 1997. 総合的害虫管理学. 養賢堂, 東京.
- 4) VISSER, J.H., 1986. Host odor perception in phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* **31**, 121-144.
- 5) ZAR, H.J., 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- 6) BANKS, J.E. and EKBOM, B., 1999. Modelling herbivore movement and colonization : pest management potential of intercropping and trap cropping. *Agric. Forest Entomol.* **1**, 165-170.
- 7) 土生昶毅・竹内 純・小林俊明・渡辺健司, 1995. キンレンカ (ノウゼンハレン科) におけるコナガの発生. 関東東山病虫研報 **42**, 293-294.
- 8) KHAN, Z.R., AMPONG-NYARKO, K., CHILISWA, P., HASSANALI, A., KIMANI, S., LWANDE, W., OVERHOLT, W.A., PICKETT, J.A., SMART, L.E., WADHAMS, L.J. and WOODCOCK, C.M., 1997. Intercropping increases parasitism of pests. *Nature* **388**, 631-632.
- 9) COOK, S.M., KHAN, Z.R. and PICKETT, J.A., 2007. The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annu. Rev. Entomol.* **52**, 375-400.

Effects of Mixed Cropping of Herbs on the Population and Parasitism of Cabbage Pests

By

Tarô ADATI*, Wataru TORIUMI**, Aya OHKAWARA*** and Hisamitsu TAKAHASHI*

(Received May 23, 2008 / Accepted September 2, 2008)

Summary : Population dynamics of cabbage pests including the cabbage aphid (CA), *Brevicoryne brassicae*, the diamond back moth (DBM), *Plutella xylostella* and the cabbage white butterfly (CWB), *Pieris rapae crucivora* and their natural enemies were compared in the plots of monocropped cabbage without insecticide application, cabbage mix-cropped with nastatium, *Tropaeolum majus*, cabbage mix-cropped with German chamomile, *Matricaria recutita* and monocropped cabbage with insecticide application. Significant difference in the population of each pest was observed at its peak. The average number of CA on the cabbage with German chamomile was larger than that on other treatments at 17 days after planting (DAP). On the other hand, the levels of larval population of DBM in the plots of monocropped cabbage with insecticide application and mix-cropped chamomile were relatively high at 45 DAP. Meanwhile the larval population of CWB was different at 31 DAP between four treatments, namely monocropped cabbage without spray > cabbage mix-cropped with nastatium > cabbage mix-cropped with German chamomile > cabbage with insecticide spray. The average numbers of CWB eggs laid in the two mix-cropped plots were less than those in the plots of monocropped cabbage with and without insecticide application. The parasitism rate in CWB by *Apanteles glomeratus* in the nastatium-mix-cropped plots was significantly high at 52 DAP. The parasitism rates in DBM by *Cotesia plutellae* were not significantly different between the treatments throughout the experiment.

Key words : cabbage, mixed cropping, nastatium, German chamomile, integrated pest management

* Department of International Agricultural Development, Faculty of International Agriculture and Food Studies, Tokyo University of Agriculture

** Department of International Agricultural Development, Faculty of International Agriculture and Food Studies, Tokyo University of Agriculture (Present address : Agro-Kanesho Co., Ltd.)

*** Department of International Agricultural Development, Faculty of International Agriculture and Food Studies, Tokyo University of Agriculture (Present address : Japan Overseas Cooperation Volunteers, Solomon Islands)