

リビングマルチによるキャベツ害虫の密度抑制効果

宮城県農業・園芸総合研究所 増^{ます}田^だ俊^{とし}雄^お

はじめに

カバークロープは、主に作物の休閑期や休耕地等に栽培され、土壌浸食の防止、緑肥効果、雑草の抑制効果等を目的に、従来から用いられてきた技術である。今回紹介するリビングマルチは、カバークロープの範疇に含まれるが、カバークロープが主に作物の生育時期と重ならないときに栽培されるのに対し、リビングマルチは作物の生育期間に重ねて栽培され、畝間や畦畔等作物の周辺を被覆植物で覆う方法である。近年、リビングマルチの新たな効果として、キャベツなどのアブラナ科野菜害虫の密度抑制が知られるようになってきた (FINCH and KIENEGER, 1997; ASMAN et al., 2001; 赤池ら, 2004; 増田・宮田, 2008)。キャベツは害虫の発生種および発生量が多く、化学合成農薬の使用を削減した防除体系を構築することが難しい作物であり、リビングマルチの利用は露地作物の総合的害虫管理 (IPM) を推進するうえで重要な技術になるものと考えられる (山下, 2009; 2010)。

本稿では、リビングマルチによるキャベツ害虫類の密度抑制効果、土着天敵であるゴミムシ類との関係、さらにモンシロチョウの密度抑制要因について、現在まで明らかとなった調査結果を紹介する。

I リビングマルチ混植による密度抑制効果

2007～09年まで宮城県農業・園芸総合研究所内の露地圃場において、春まきキャベツ (5月上旬定植) と秋まきキャベツ (9月中旬定植) で実験を行った。リビングマルチに用いた植物は白クローバ、ヘアリーベッチおよび大麦で、キャベツ定植時に畝間を中心に5～7kg/10aを均一に播種した。なお、リビングマルチが発芽し、ある程度繁茂するまでは害虫密度抑制効果が期待できないので、定植時に殺虫剤のアセフェートあるいはベンフラカルブ粒剤を植穴処理し、生育初期の害虫発生を抑制した。また、除草区には除草剤のブタミドホス

あるいはトリフルラリン粒剤を土壌表面に散粒した。生育期後半に発生してきた雑草は手取り除草とした。

年度や作型によって発生した害虫種は異なっているものの、春まきおよび秋まきキャベツにおいてリビングマルチを混植したリビングマルチ区は、除草区と比較してモンシロチョウ *Pieris rapae curcivora*、アブラムシ類 (モモアカアブラムシ *Myzus persicae*、ニセダイコンアブラムシ *Lipaphis erysimi*) の密度が明らかに低く、ウワバ類 *Autographa* spp. (主はタマナギンウワバ *Autographa nigrisigna*) も低い傾向を示した。それに対し、コナガ *Plutella xylostella* では顕著な密度低下は認められなかった (図-1, 3, 4)。特にモンシロチョウに代表される大型鱗翅目害虫の発生が明らかに抑制されたことから、キャベツの被害程度も軽減された (図-2)。また、試験に用いた3種のリビングマルチ間では、害虫密度抑制効果には大きな違いはなく、少なくとも白クローバ、ヘアリーベッチおよび大麦のいずれの場合も害虫類に対して密度抑制を示すものと考えてよい。

II ゴミムシ類との関係

露地作物のIPMを推進するうえで、土着天敵の保護利用は極めて重要であり (永井, 1993; 大野, 2010)、キャベツにおいては、特にゴミムシ類は有望な天敵である (SUENAGA and HAMAMURA, 2001; 赤池, 2004)。リビングマルチは天敵類に好適な生息環境を与えることが知られており (山下, 2009; 根本, 2010)、ゴミムシ類の発生も多くなることが確認されている (表-1)。当研究所内のキャベツ圃場で普通に見られるオオアトボシアオゴミムシ *Chlaenius micans*、アオゴミムシ *Chlaenius pal-lipes*、セアカヒラタゴミムシ *Dolichus halensis* およびキンナガゴミムシ *Pterostichus planicollis* は、コナガ、モンシロチョウ、ヨトウ類等の鱗翅目害虫類やアブラムシ類等の捕食者として特に重要な天敵と考えられる (データ省略)。キャベツ圃場とその周辺部でのピットフォールトラップにおけるこれらゴミムシ類の発生消長を図-5に示した。それぞれの発生ピークは少しずつ異なり、これらを圃場内に誘引・定着させることができれば、5～10月までの害虫発生時期を通して、害虫の密度抑制効果が期待できるものと考えられる。

一方、天敵による害虫密度の抑制は、経済的被害が生

Effects of Living Mulch on Occurrence of Insect Pests in Cabbage Field. By Toshio MASUDA

(キーワード:リビングマルチ,カバークロープ,IPM,土着天敵,ゴミムシ類,モンシロチョウ,コナガ,ウワバ類,アブラムシ類)

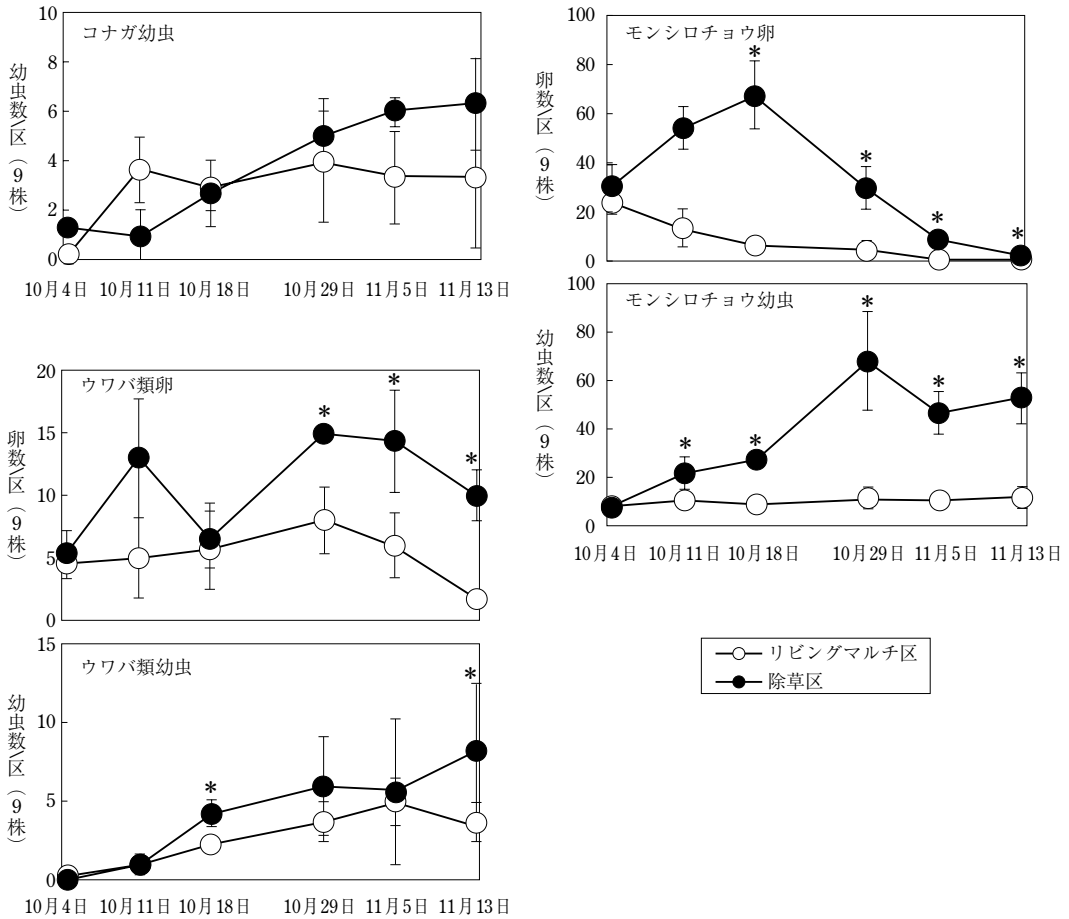


図-1 リビングマルチ（ヘアリーベッチ）による秋まきキャベツ害虫類の密度抑制効果（2007）
*は5%水準で有意差があることを示す。

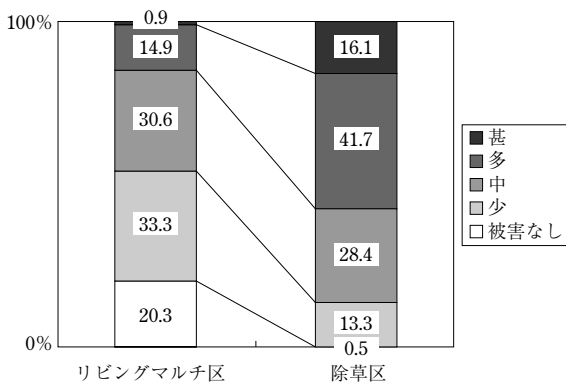


図-2 秋まきキャベツの害虫被害程度（2007）

じないレベル以下にすでに害虫密度を抑えることとは別の問題であり（大野，2010），実際にゴミムシ類がどの程度キャベツ害虫密度を抑制しているのかを確認しておく必要がある。そこで，高さ30 cmの畦畔板を用いてキャベツ株を囲い込み（20 m²），その中にピットフォールトラップを12日間設置して捕獲されたゴミムシ類を枠外に出し，ゴミムシ排除区とした。リビングマルチには大麦を使用し，リビングマルチ区（囲いなし），ゴミムシ排除リビングマルチ区，除草区，ゴミムシ排除除草区を設けて，害虫類の発生と被害程度を調査した（増田・宮田，2008）。

その結果を表-2と図-6に示した。リビングマルチを播種した区はIの場合と同様で，除草区に比べて害虫密度が低く，キャベツの被害程度も著しく軽減された。ゴミムシを排除した場合と排除しなかった場合を比較する

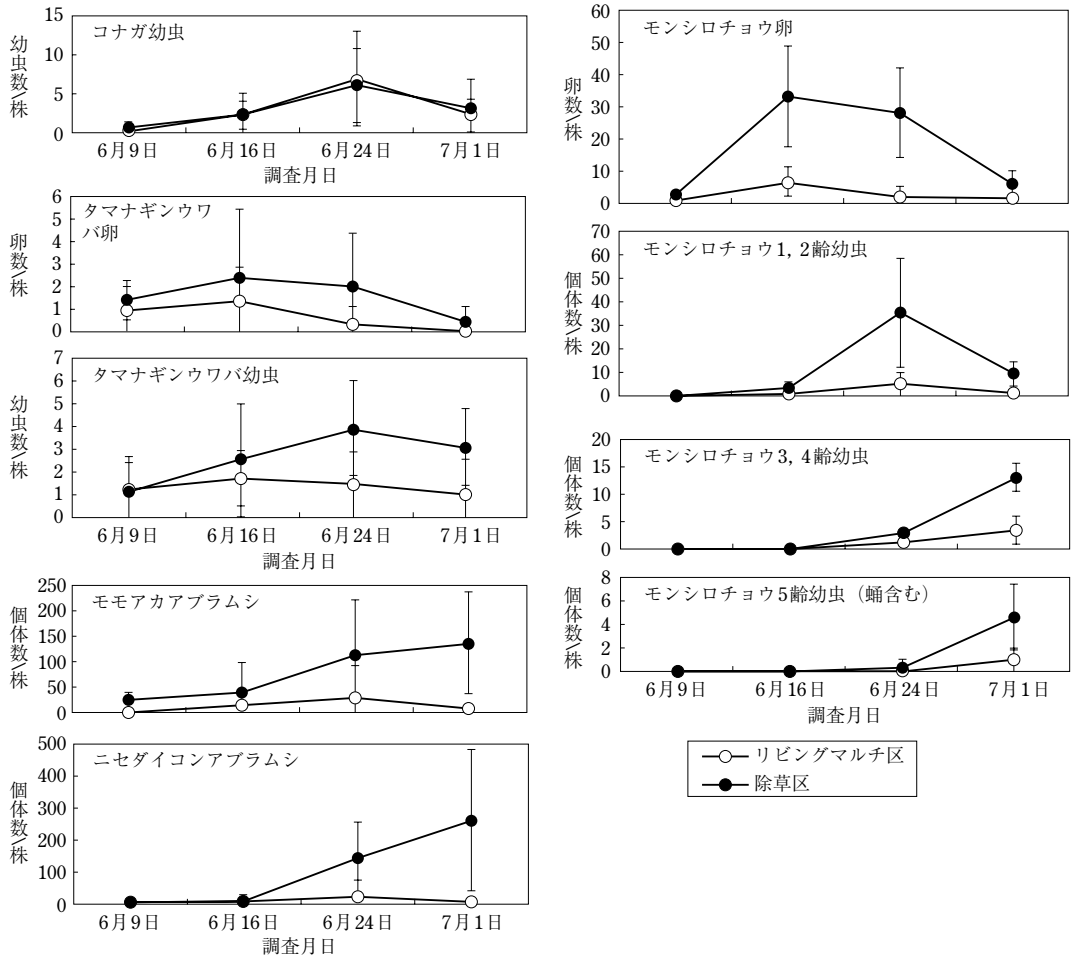


図-3 リビングマルチ (白クローバ) による春まきキャベツ害虫類の密度抑制効果 (2008)
縦棒は標準偏差を表す。

と、排除しなかった方が害虫数が少ない傾向があり、被害程度も軽くなっている。また、リビングマルチ区では鱗翅目害虫の重要な捕食者と考えられるオオアトボシアオゴミムシやキンナガゴミムシが早期から多く捕獲されていたことから (データ省略)、春まきキャベツにおけるゴミムシ類の天敵としての効果は、少なくとも害虫の被害程度を 10 ~ 20% 程度軽減するものであると考えられる。

一方、秋まきキャベツでは、天敵として有望なセアカヒラタゴミムシ以外のゴミムシ類の発生が減少する時期であることから (図-5)、秋まきキャベツの害虫密度抑制には捕食者としてのゴミムシ類の関与は小さく、リビングマルチの直接的な効果が中心であると考えられる。

III モンシロチョウの密度抑制要因

リビングマルチによる害虫密度抑制効果のうち、特にモンシロチョウの卵数や幼虫数が極めて少なくなり、これは春まき、秋まきにかかわらず同様であった。この現象は、リビングマルチによる物理的な障壁効果が産卵を抑制している、あるいは、視覚的、臭覚的な障壁効果が関与している可能性が高い。これまでの実験圃場での観察から、リビングマルチを混植するとモンシロチョウ成虫の飛翔・産卵行動がかく乱されるような傾向が認められたことから、I で実施した秋まきキャベツの試験時にキャベツ圃場におけるモンシロチョウ成虫の飛翔数と産卵数、リビングマルチとして混植した白クローバの草丈との関係等を調査した (増田, 2009)。

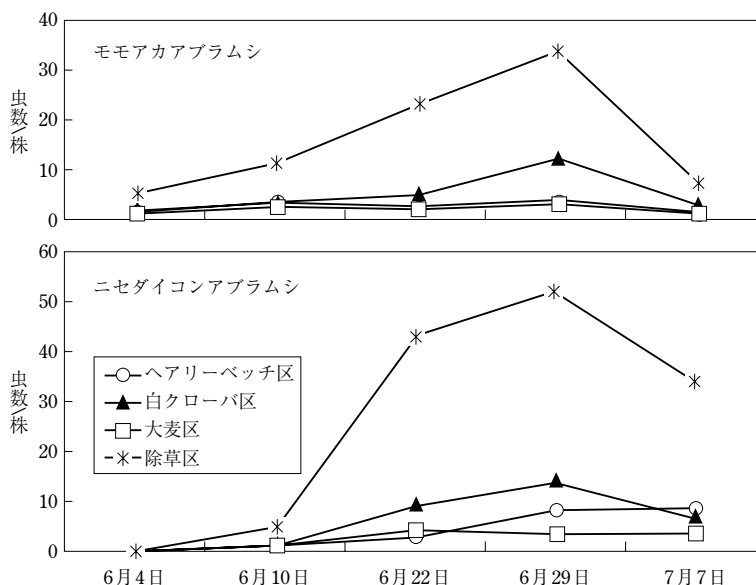


図-4 リビングマルチ3種による春まきキャベツのアブラムシ類の密度抑制効果 (2008)

表-1 各区で捕捉された主要ゴミムシ類(6月14日~7月18日, 2010)

| 種類 | リビングマルチ (大麦) 区 | 除草区 |
|--------------|----------------|------|
| トックリナガゴミムシ | 4.7 | 1.0 |
| キンナガゴミムシ | 41.7 | 10.0 |
| ホシボシゴミムシ | 4.3 | 0.3 |
| アオゴミムシ | 7.3 | 1.0 |
| アトボシアオゴミムシ | 1.0 | 0.7 |
| オオアトボシアオゴミムシ | 68.3 | 16.3 |
| キボシアオゴミムシ | 3.3 | 2.7 |
| セアカヒラタゴミムシ | 3.0 | 0.3 |
| マルガタゴミムシの一種 | 14.3 | 14.7 |
| アオオサムシ | 0 | 0 |
| クロオサムシ | 0.7 | 0 |

各区ピットフォルトラップ3台の平均値で3個体以上捕捉された種。

キャベツ圃場に飛来するモンシロチョウの成虫は、雄雌ともに除草区よりもリビングマルチ区で少ない結果となった(図-7)。このときの白クローバの草丈は、キャベツに比較して10 cm程度低く、キャベツの中~上位展開葉には白クローバは到達していなかったことから、少なくとも中位以上の展開葉には産卵は可能であったと思われる(図-8)。しかし、実際にはほとんど産卵はなく(図-3)、リビングマルチの存在は単に物理的な障壁効果だけでなく、視覚的な隠蔽、あるいは匂い等の嗅覚的な隠蔽効果による産卵行動の抑制であると考えられる。

FINCH and KIENEGGER (1997)によれば、アブラナ科野菜にサブタレニアンクローバーを混植すると、裸地に植えた場合に比較してモンシロチョウおよびオオモンシロチョウ *Pieris brassicae* の産卵数が大幅に減少するという。しかし、サブタレニアンクローバーを枯死させ茶色に変色させた場合は、減少が認められず、この現象は緑色による寄主植物の視覚的な隠蔽や、リビングマルチによる物理的な障壁であるとしている。本稿ではモンシロチョウ成虫の飛翔行動調査を行い、リビングマルチ区では除草区と比較して雌雄ともに飛翔数が明らかに少なく、また、飛翔調査時の観察から、雌成虫はリビングマルチ区では産卵のため寄主のキャベツにとどまることが少なかった。これは主に寄主発見の第一段階である視覚的な寄主植物の発見がリビングマルチにより隠蔽されたためと考えられ、続いて起こる産卵行動が解発されなかったと推察できる。

一方、モンシロチョウと同様に除草区よりもリビングマルチ区で少なかったウワバ類は、キャベツの中位葉以下の葉裏に産卵する傾向が強いこと、また、アブラムシ類も中位葉以下の葉裏に寄生することが多いことから、これらは被覆植物による物理的な障壁効果が大きいものと考えられる。ただし、アブラムシ類の密度抑制に関しては、アブラムシ類を比較的好んで捕食するキンナガゴミムシが関与している可能性は十分考えられる(増田, 未発表)。

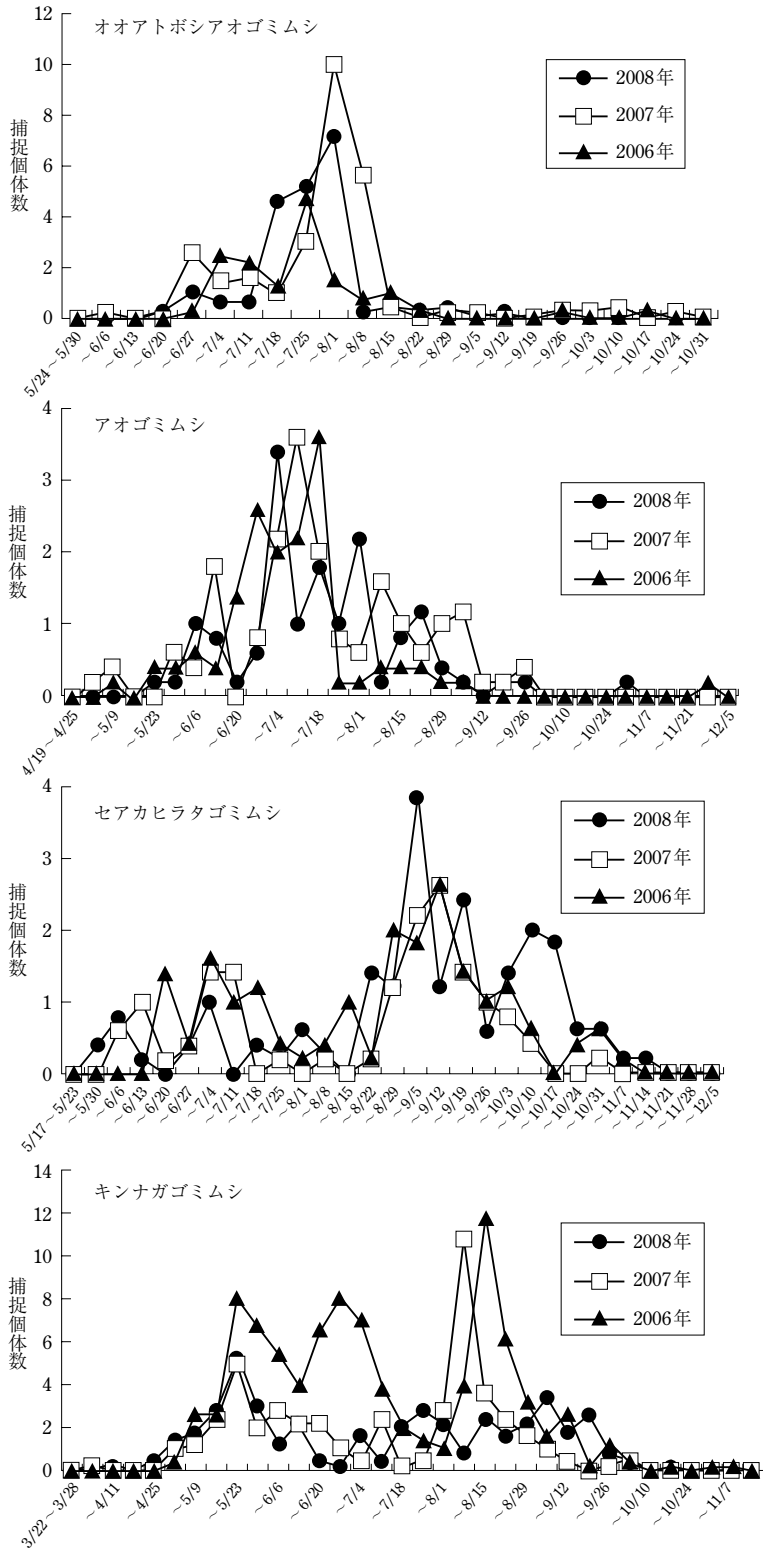


図-5 キャベツ圃場とその周辺部における4種ゴミムシ類の発生消長

表-2 リビングマルチの混植およびゴミムシ類排除が春まきキャベツの寄生害虫数に与える影響

| 区別 | 株あたり虫数±S.E. ^{a)} | | | | | | |
|----------------|---------------------------|-------------------|--------------|-----------|-----------|-----------------|----------------|
| | コナガ幼虫 | モンシロチョウ | | ウワバ類 | | ニセダイコン アブラムシ | モモアカ アブラムシ |
| | | 卵 | 幼虫 | 卵 | 幼虫 | | |
| リビングマルチ区 | 6.9 ± 2.2 | 0 a ^{b)} | 0.8 ± 0.1 a | 0.8 ± 0.8 | 2.7 ± 1.9 | 29.1 ± 25.5 | 59.2 ± 27.4 a |
| ゴミムシ排除リビングマルチ区 | 11.9 ± 3.4 | 0.8 ± 0.6 ab | 2.2 ± 1.1 a | 0 | 1.1 ± 0.9 | 8.7 ± 5.5 | 30.0 ± 25.8 a |
| 除草区 | 22.2 ± 5.9 | 7.2 ± 2.3 b | 10.2 ± 4.2 b | 0.8 ± 0.5 | 2.4 ± 1.1 | 50.9 ± 25.9 | 47.3 ± 15.4 a |
| ゴミムシ排除除草区 | 13.6 ± 0.6 | 7.3 ± 1.9 b | 13.3 ± 1.8 b | 1.3 ± 0.8 | 4.9 ± 1.0 | 55.4 ± 14.0 | 192.2 ± 41.8 b |

a) 標準誤差.

b) 同一英文字間に有意差なし (Tukey's test, $p < 0.05$).

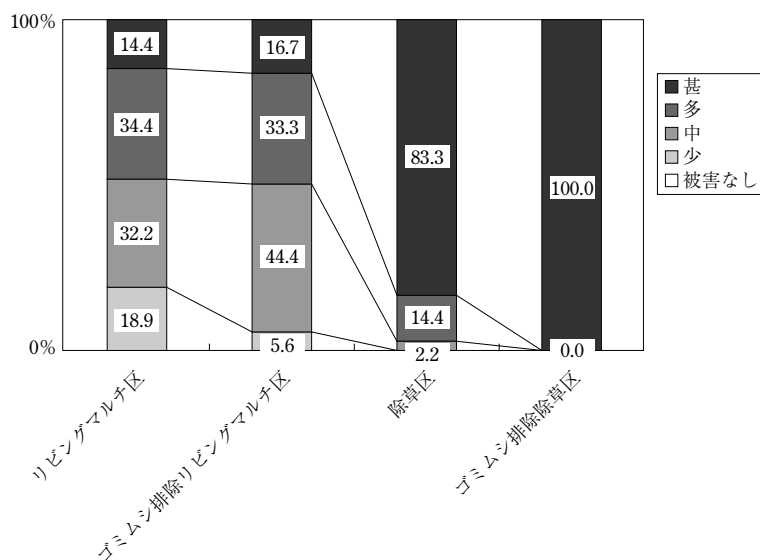


図-6 春まきキャベツの害虫被害程度 (2007)

おわりに

リビングマルチの混植による複数害虫の密度抑制は、露地栽培作物における IPM 技術実現の有効な手段となりうるものである。もちろん、リビングマルチでは密度抑制できない害虫もあり、例えば、本稿でのコナガのような害虫に対しては、BT 剤など天敵等に影響の小さい薬剤を防除体系に組み込むことが必要である。また、リビングマルチの効果は、葉が展葉し、播種した通路部分が緑色に見え始めるころから現れることから、作物の定植前に前もって播種しておいたり、初期害虫に対する他の防除手段を考えておかなければならない。さらに、作物とリビングマルチの肥料競合による収量低下を防ぐため畝内施肥を行ったり、高畝栽培では草丈が確保できる

リビングマルチ (ヘアリーベッチや大麦等) を使用する等の工夫が必要である。

今後解決しなければならない課題は多いが、リビングマルチを含むカバークロップの利用は、農生態系およびその周辺における天敵等他の多くの生物の生息や繁殖に好適な環境を提供することから、生物多様性の維持にも有効に働くものである。この技術は、今後の土地利用型作物栽培の進むべき方向として、決して間違っていないと考えている。今後は、リビングマルチ混植における生物的防除資材 (特に微生物資材) の有効利用に関する実証試験、より効果的に害虫の被害を軽減できるようなリビングマルチの検索、作物との肥料競合の回避技術、他種作物における害虫密度抑制効果についても検討していきたい。

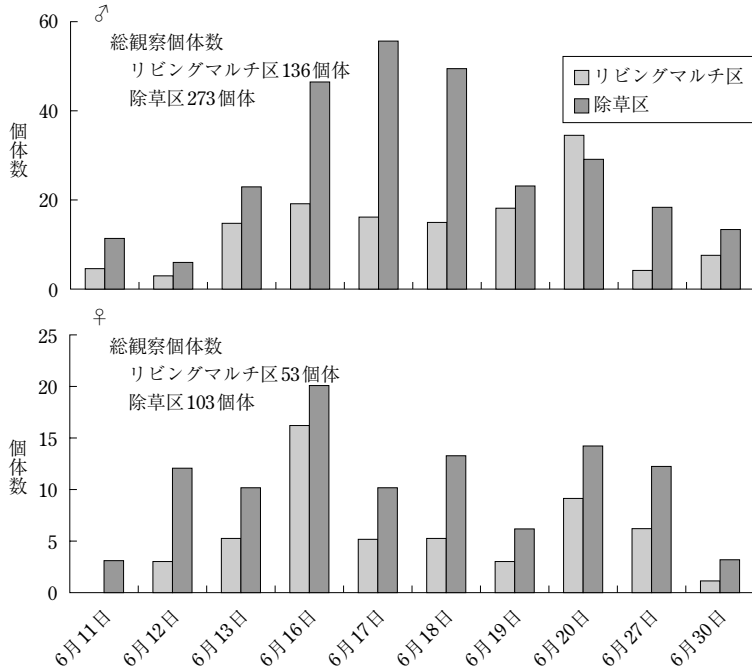


図-7 リビングマルチ区と除草区におけるモンシロチョウ成虫の飛翔個体数
 注) 調査月日ごとの個体数は、各調査日(降雨なし)の午前9時30分～10時30分の間の任意の10分間について、それぞれ1分毎の瞬間(5秒以内)に飛翔している雄と雌を計数し、10回計数した値の合計値で示した。

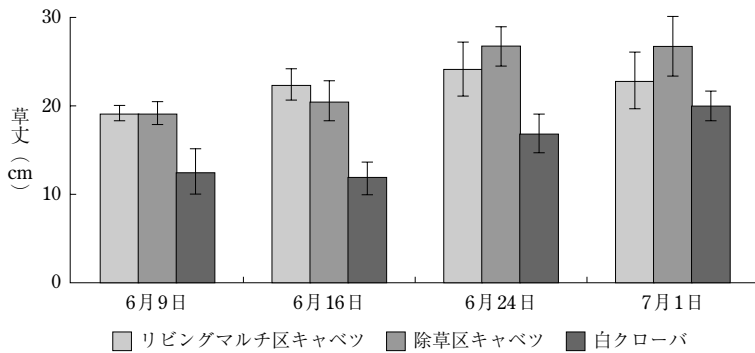


図-8 リビングマルチ区と除草区におけるキャベツと白クローバの草丈
 注) キャベツは12株、白クローバは30株の平均値。図中の縦棒は標準偏差を示す。

引用文献

- 1) 赤池一彦ら (2004): 山梨総農試研報 14: 1 ~ 10.
- 2) ASMAN, K. et al. (2001): Environ.Entomol. 30: 288 ~ 294.
- 3) FINCH, S. and M. KIENEGER (1997): Entomol. Exp. Appl. 84: 165 ~ 172.
- 4) SUENAGA, H. and T. HAMAMURA (2001): Appl. Entomol. Zool. 36: 151 ~ 160.
- 5) 増田俊雄・宮田将秀 (2008): 北日本病虫研報 59: 153 ~ 157.
- 6) ——— (2009): 同上 60: 208 ~ 211.
- 7) 永井一哉 (1993): 岡山県農試臨時報告 82: 1 ~ 55.
- 8) 根本 久 (2010): 農林水産技術研究ジャーナル 33: 26 ~ 30.
- 9) 大野和朗 (2010): 同上 33: 17 ~ 21.
- 10) 山下伸夫 (2009): 農業技術 64: 169 ~ 174.
- 11) ——— (2010): 農林水産技術研究ジャーナル 33: 27 ~ 30.