

# リビングマルチを利用した害虫と雑草の管理技術

(独)農研機構東北農業研究センター <sup>やま</sup>山 <sup>した</sup>下 <sup>のぶ</sup>伸 <sup>お</sup>夫

## はじめに

リビングマルチ栽培は、畑作物や野菜等の主作物の周りに、収穫を目的としない被覆植物のマルチ用麦やクローバー等を混作，または間作的に作付する栽培である。同じく地表面を被覆するカバークロープ栽培は時間的に主作物とほとんど重ならないのに対して，リビングマルチは主作物と時間的，空間的に大きく重なるのが特徴である。このため被覆作物と主作物間のみならず，それらを餌やすみかとして利用する天敵や害虫，または雑草等の生物間相互作用がより直接的に強く複雑に働くと考えられる。近年，リビングマルチなどを含む植生管理技術が天敵相の増強や害虫の侵入抑制および雑草の発生抑制に及ぼす効果に注目が集まりつつある (LANDIS et al., 2000)。特にリビングマルチは 2011 年度より始まっている農林水産省の環境保全型農業直接支援制度に対応した営農活動として関心を持つ生産者も多く，今後，技術的対応を急ぐ必要がある。ここでは最近の研究を中心に紹介し，問題点と今後の研究方向について述べる。

## I リビングマルチによる虫害抑制

リビングマルチの害虫抑制効果については，天敵相が増強され，害虫数が減ったとする事例的研究がこれまで多かったが (山下，2009；2010)，近年は，害虫抑制効果のメカニズム解明にアプローチしたもの，天敵効果以外の物理的または化学的な障壁効果についての報告も増えてきている。

### 1 天敵相の増強による害虫密度低減効果

ハワイにおけるクローバーをリビングマルチに用いたブロッコリー栽培では，ブロッコリー生育後期のクモの個体数が，リビングマルチ栽培で慣行の 3 倍程度と多くなり，モンシロチョウなどチョウ類幼虫の被害が軽減された (HOOKS and JOHNSON, 2004；2006)。北米のアイオワにおけるダイズ栽培では，アルファルファのリビングマルチ区は天敵個体数は慣行区に比べて 45% 多く，ダイズアブラムシ (*Aphis glycines*) の個体数も経済的被害許

容水準以下になった (SCHMIDT et al., 2007)。リビングマルチで多かった天敵が本当に害虫の密度抑制に働いているかどうかの判断は，直接的に圃場における捕食量を調査し評価することが望ましいが，実際は技術的にも困難である。評価するためには，圃場における天敵の個体数だけでなく，その天敵が対象害虫を捕食することの確認や，捕食量の量的評価，確認した天敵の密度を制御した圃場試験系での捕食試験を行うことが必要である。増田・宮田 (2008) は，シロクローバーのリビングマルチ区におけるモンシロチョウの幼虫数減少について，主要捕食者である捕食性ゴムシの密度を人為的に操作した試験区をリビングマルチ圃場に設け，リビングマルチ栽培下での捕食の重要性を評価した。このような，より直接的な実験的アプローチなどにより，抑制メカニズムの解明や評価が進めば，各地におけるリビングマルチの利用可能性の判断や防除体系の構築に寄与できるものと考えられる。

### 2 行動阻害効果 (障壁効果)

主作物間の畝間，株間を分断するように被覆するリビングマルチが，害虫の作物への侵入や産卵行動に対する物理的障壁になったり，忌避物質を発生する等の化学的障壁となりその加害行動を軽減することが知られている。最近では，アブラムシやコナジラミ等小型の害虫に対する障壁効果とそのメカニズム解明，特に作物の周辺の色と作物の色のコントラストが誘引数に及ぼす効果についての研究が報告されている。

FINCH and COLLIER (2000) によると，アブラナ科植物に集まるダイコンアブラムシ，ヨトウガ，モンシロチョウ等は宿主探索の際に，葉などの緑の物体に無差別的に定位する一方，地面のように表面が茶色のものは避ける。また，DORING et al. (2004) は，アブラムシの作物への定位行動と周りの色彩との関係を，作物の緑を模した水盤のバックに 13 色のシートを敷いて調べたところ，アブラムシ捕獲数は，シートを置かない地表面に水盤を置いた場合に最も多く，次いで赤と黒のシートがその 3 分の 1 程度の個体数となり，緑は地表面の 9 分の 1 と少なかった。このことは，緑に近いリビングマルチによる定位阻害が，色彩のコントラストかく乱によることを示唆している。ムギをリビングマルチに利用したダイズ栽培においても，播種後 30 日以降には畝間にムギが繁茂

Control of Insect Pests and Weeds by Living-Mulch. By Nobuo YAMASHITA

(キーワード：害虫管理，雑草管理，リビングマルチ，天敵，障壁効果)

し、ダイズの緑と混然一体となり地表面は隠れて見えない(口絵③)。そのときのダイズ上のアブラムシ密度はムギなしの場合の半分以下に減少する(小野・城所, 2007)が、これも障壁効果が一因であると考えられる。BROAD et al. (2008) は、ブロッコリ定植前に刈り倒したライ麦カバークロップがダイコンアブラムシ(*Brevicoryne brassicae*)の密度を抑制した原因は、寄生蜂による寄生率では説明できず、土とブロッコリ株で明瞭だったコントラストが緑の麦を株間におくことで弱まって視覚的混乱が生じたのではないかとしている。

シロクローバーをリビングマルチに利用したキャベツ栽培におけるチョウ類害虫の産卵数や幼虫数が顕著に減少する一因として、リビングマルチ区におけるモンシロチョウの産卵行動時間の減少があげられている(増田, 2009)(口絵①)。この減少の原因がアブラムシやコナジラミのように色彩コントラストの弱化によるのか、嗅覚などのような化学的なものなのかは明らかにされていないが、このような抑制メカニズムの解明が進めば、より安定的な防除体系の構築に寄与できるものと考えられる。

天敵による害虫防除効果は、年次変動や土壌条件等の周辺環境条件等で変動する天敵相の動態やその活性に依存するため、不確定要素が入り込みがちであるが、障壁効果をはじめとする行動阻害効果は、効果の発現が直接的で比較的、安定性が高いと考えられる。植生による防除効果としては天敵相保全効果に目が向きがちであるが、行動阻害効果についてもそのメカニズムの解明やそれに基づく技術開発に力を入れることが望まれる。

なお、リビングマルチ栽培で保たれる高湿、気温変動緩和条件は、天敵だけでなく有害生物をも増加させる場合があることに留意する必要がある。被覆効果が高く、地表面の湿度を高める効果が大きいヘアリベッチは葉菜類を加害するナメクジやワタアブラムシを誘引し、被害を及ぼす可能性が指摘されている(花野ら, 1998)。

## II リビングマルチによる抑草技術

リビングマルチの抑草効果のメカニズムは、リビングマルチが雑草を被陰することで生ずる光不足で雑草の生育が抑えられることや、リビングマルチが有するアレロパシー作用と考えられている(花野ら, 1998; 藤原・吉田, 2000; 小林ら, 2008)。これらの特性をもった草種を利用し、除草剤の軽減と作業の省力をねらう研究が行われている。

### 1 飼料作物におけるリビングマルチ栽培

雑草抑制効果を得るために十分なリビングマルチの被度を確保するための、播種時期、主作物との養分や光競

合等を防ぐためのリビングマルチの草勢抑制技術や草種選択について多くの研究が行われている。

#### (1) 播種時期

クローバーなど成長の比較的ゆっくりした豆類をリビングマルチに用いる場合、播種を主作物播種当年に行うよりも前年の夏期から秋期までに行う方が被陰度が進み抑草効果は高い(藤野ら, 2007; 平久保ら, 2007; 中坪ら, 2008)。しかし経営的には、前年の播種は、作業的に煩雑となるほか、リビングマルチに夏期の圃場が占有されること、越冬条件の変動により植生維持が不安定となる等の問題があげられる。

#### (2) 草勢抑制の省力化

リビングマルチの草勢抑制には刈り払いが行われるので、大規模圃場での栽培が前提となる飼料作物では、その作業も省力化が望まれる。主作物の発芽後に行うリビングマルチの刈り払いは作業的に困難であり、発芽前に全刈りすることが必須となる。魚住・黒川(2009)はクローバーなどのマメ科植物でソルガムの、魚住ら(2010)はヘアリベッチで飼料用トウモロコシ、藤野ら(2007)はクローバーでスイートコーンの作付け前の全刈りの有効性を確認し、省力化技術を提案している(口絵②)。

#### (3) 草種選択

養分競合の点で、養分収奪が比較的少なく、緑肥効果が期待できる豆類の利用が多く検討されている。雑草を抑制するための被覆を十分に得るためには、飼料用トウモロコシの栽培では、シロクローバーのフィアが有望で、その播種時期は、岩手県盛岡市ではトウモロコシ播種前年の6月である(平久保ら, 2007)。北東北でのソルガム栽培におけるリビングマルチとしては、赤クローバーはソルガムとの競合が大きく、減収するので避けた方がよい(魚住・黒川, 2009)。

ヘアリベッチはクローバー類より生育が旺盛で、比較的遅くの播種でも、被陰が進んで抑草効果を発揮するが、主作物との養分競合や絡みついて収穫困難にするなど、栽培上の難点も見られる。このためトウモロコシ収穫前に枯れる早生種の利用が提唱されている(中坪ら, 2008)。

### 2 ダイズにおけるリビングマルチ栽培

ダイズのリビングマルチ栽培では、秋播性の高いムギ類をダイズと同時期に播種し、ムギの被陰で雑草の生育を抑制する手法が研究されている(口絵③)。秋播性の高いムギ類は大豆と同時期に播種しても出穂することなく枯れるため、収穫作業の邪魔や汚粒の原因にならない。東北地域ではダイズの生育初期は梅雨の時期にあたるために、茎葉剤散布や中耕培土が適期にできない場合

があり、これらの作業をリビングマルチによる抑草効果で代替することは大きなメリットである。栽培技術の核となるダイズとムギの同時播種機の開発(小林ら, 2008)、雑草防除効果を得るための麦類の生育目標(好野ら, 2009)など、重要な技術ポイントが確立されており、現在、東北各地の農家圃場で実証試験が行われている。

### 3 野菜におけるリビングマルチ栽培

野菜ではビニルマルチを用いて抑草する技術が圧倒的な効果を有し、既に普及しているため、飼料作やダイズほどはリビングマルチ利用をめざした研究例は多くない。しかしビニルマルチの廃棄が環境問題となってきたため、その代替え技術として研究されている。東北農研でも、キュウリ、キャベツ、ネギ等主要野菜において数多くの草種で検討したが、収量減が課題となっている。

暖地における研究では、ヘアリーベッチは雑草抑制効果が高く、オクラ、サツマイモやシトウ等では裸地・薬剤防除栽培区と同等、特にショウガではフィルムマルチ栽培に比べても収量的に上回ることが示されている(藤原・吉田, 2000)。同じく温暖地におけるヘアリーベッチをマルチとしたジャガイモの栽培試験でも、除草作業不要の結果が得られている(吉川ら, 2007)。なお野菜での利用試験の多くがヘアリーベッチを利用しているが、どれも抑草効果だけでなくベッチ由来の窒素の肥効が示唆される点の特徴である。一方、莖葉の繁茂に伴う作物への絡みつきなど、作業性の低下が問題点であることも指摘されている。

## III 問題点と今後の研究方向

### 1 栽培の安定化

リビングマルチ利用による害虫や雑草の制御技術は、被覆植物という生物を利用した制御方法であるため、環境条件に大きく影響を受け、単独で安定かつ十分な防除効果を得ることは難しい。このため他の技術との組合せによる効果の安定化をはかる必要がある。具体的には、虫害制御では、リビングマルチに集まった天敵を利用するため、天敵昆虫に影響の少ない防除薬剤の利用(山下, 2008)、作物周辺における害虫の障壁作物や天敵誘引植物栽培、クモ類等天敵の越冬場所としての不耕起植生の利用が考えられる。雑草防除では、リビングマルチは雑草の生育は抑制するが、発芽は抑制しないため、埋土種子が多いところでは初期除草として土壌処理除草剤との組合せが必要である(三浦ら, 2004)。主作物との養分競合を軽減する上では、無施肥でもリビングマルチが良く育つ地力が高いところでの実施が望ましい。特にダイズのリビングマルチ栽培では、生育初期のムギとの養分

競合でやや徒長気味となり、倒伏傾向が高まるので、倒伏しにくい品種の選択が基本である(三浦ら, 2004; 大川ら, 2005)。

リビングマルチ栽培に利用する種子は、粒が多少小さいだけで価格が格段に安い規格外の種子も利用可能である。たとえ発芽率が多少悪くとも量を増やして播くことで対応できると考えられる。規格外のムギ種子をリビングマルチに利用し、害虫や雑草抑制に効果を上げている農家が雑誌などで紹介されている。地域で産出された麦などの種子をリビングマルチなどの栽培に利用することは、地域資源の活用をうたった食料・農業・農村基本計画に合致し、進められるべきである。

### 2 環境保全型農業直接支援対応技術としてのリビングマルチ

2011年から始まった直接支払い制度は、気候温暖化の抑止や生物多様性の保全に効果のある農業技術の普及促進を目的に始まったが、この制度を受ける条件として、リビングマルチやカバークロップ栽培などの指定された営農活動を、化学合成肥料の窒素分量や化学合成農薬の成分回数を50%削減して行うことが必須とされている。リビングマルチ栽培は、慣行栽培を大きく変えるものでなく、特別な機械も必要としないため、農家にとっては比較的受け入れやすい技術である。またリビングマルチの生育が不良で十分な抑草機能が期待できない場合も、薬剤散布や中耕といった即効的な技術に切り替えられる柔軟な技術なので、不測時の対応も立てやすい利点がある。

しかしながら、この化学肥料・化学合成農薬の50%削減条件は生産者にとっては高いハードルである。これまでのリビングマルチ栽培技術は、多くは除草剤削減技術として開発されているものであり、病虫害抑制についてはまだ技術的に確立されたものはない。その中で成分回数50%削減の要件はリスクが高いといわざるを得ない。とはいえ、これらの資材の50%削減による環境負荷軽減と、農業サイドにおける地球温暖化抑止や生物多様性保全への寄与は、これからの農業の模索すべき一つの方向である。この条件で生産者が安心してリビングマルチ栽培を行える技術を提供する必要がある。最も実効性が高いのは、既に化学合成農薬の50%削減を実現している、特別栽培圃場などでの実施である。そこで問題となっている害虫に対して適切なリビングマルチの利用ができれば、害虫、雑草抑制の一層の安定化が図れる可能性がある。一方、新たにリビングマルチの実施を検討する場合は、その地域の病虫害、雑草害等の状況をよく分析し、化学合成農薬や化肥由来窒素量を絞れるかど

うかを判断し、リビングマルチで期待できる効果を考慮して使用資材などを取捨選択する必要がある。化肥由来窒素量の削減は有機質肥料での置き換えやマメ科植物の緑肥としての利用が、また農薬では、地域の主要病虫・雑草害には化学合成農薬を切り札としてあて、成分回数に関係しない防除法を補完的に組合せることが考えられる。

## おわりに

作物の収量や品質を環境保全的に高位安定させるためには、病害虫・雑草だけでなく土壌養分などの制御など総合的な作物管理体系(ICM)を構築することが不可欠である。リビングマルチは、虫害、雑草抑制以外に土壌養分動態などに作用を及ぼすことが明らかになりつつある。当センター環境保全型農業研究領域環境保全グループではリビングマルチを基幹技術とした畑作ICMの構築をめざしている。

## 引用文献

- 1) BROAD, S. T. et al. (2008): *Entomologia Experimentalis et Applicata* 129: 166 ~ 171.
- 2) DORING, T. F. et al. (2004): *ibid.* 113: 54 ~ 61.
- 3) FINCH, S. and COLLIER, R. H. (2000): *ibid.* 96: 91 ~ 102.
- 4) 藤野 剛ら (2007): *日作紀* 76: 401 ~ 409.
- 5) 藤原伸介・吉田正則 (2000): *四国農試報* 65: 17 ~ 32.
- 6) 花野義雄ら (1998): *同上* 62: 45 ~ 70.
- 7) 平久保友美ら (2007): *岩手県農業研究センター研究報告* 7: 49 ~ 54.
- 8) HOOKS, C. R. R. and JOHNSON, M. W. (2004): *International Journal of Pest Management* 50(2): 115 ~ 120.
- 9) \_\_\_\_\_ (2006): *Bio Control* 51: 485 ~ 506.
- 10) 小林浩幸ら (2008): *雑草研究* 53: 63 ~ 68.
- 11) LANDIS, D. A. et al. (2000): *Annu. Rev. Entomol.* 45: 175 ~ 201.
- 12) 増田俊雄・宮田将秀 (2008): *北日本病虫研報* 59: 153 ~ 157.
- 13) 増田俊雄 (2009): *同上* 60: 208 ~ 211.
- 14) 三浦重典ら (2004): *日作東北支部報* 47: 71 ~ 72.
- 15) 中坪あゆみら (2008): *日草誌* 54: 31 ~ 39.
- 16) 大川茂範ら (2005): *東北農業研究* 58: 85 ~ 86.
- 17) 小野 亨・城所 隆 (2007): *北日本病虫研報* 58: 99 ~ 105.
- 18) SCHMIDT, N. P. et al. (2007): *Environmental Entomology* 36: 416 ~ 424.
- 19) 魚住 順ら (2010): *東北農業・畜産, 畜産草地 研究成果情報*.
- 20) \_\_\_\_\_・黒川俊二 (2009): *日草誌* 55: 161 ~ 165.
- 21) 山下伸夫 (2008): *今月の農業* 5: 72 ~ 77.
- 22) \_\_\_\_\_ (2009): *農業技術* 64: 169 ~ 174.
- 23) \_\_\_\_\_ (2010): *農林水産技術研究ジャーナル* 33(9): 27 ~ 30.
- 24) 吉川省子ら (2007): *農業および園芸* 82: 463 ~ 468.
- 25) 好野奈美子ら (2009): *雑草研究* 54: 139 ~ 146.

(新しく登録された農薬24ページからの続き)

グルホシネートPナトリウム塩: 11.5%

水田作物, 畑作物(休耕地)(青森県, 岩手県, 宮城県, 福島県, 茨城県, 千葉県内の東日本大震災により津波被害を受けた農地及びその農地に隣接する道路, のり面, 堤とう等): 一年生及び多年生雑草(無人ヘリコプターによる雑草茎葉散布)

●グリホサートイソプロピルアミン塩液剤 ※新規参入  
22974: 東日本大震災により津波被害を受けた農地専用草枯らしMIC(三井化学アグロ) 11/10/11  
グリホサートイソプロピルアミン塩: 41.0%

水田作物, 畑作物(休耕地)(青森県, 岩手県, 宮城県, 福島県, 茨城県, 千葉県内の東日本大震災により津波被害を受けた農地及びその農地に隣接する道路, のり面, 堤とう等): 一年生及び多年生雑草(無人ヘリコプターによる雑草茎葉散布)

●グリホサートカリウム塩液剤 ※新規参入  
22975: 東日本大震災により津波被害を受けた農地専用ラウンドアップマックスロード(日産化学工業) 11/10/11  
グリホサートカリウム塩: 48.0%

水田作物, 畑作物(休耕地)(青森県, 岩手県, 宮城県, 福島県, 茨城県, 千葉県内の東日本大震災により津波被害を受けた農地及びその農地に隣接する道路, のり面, 堤とう等): 一年生及び多年生雑草(無人ヘリコプターによる雑草茎葉散布)

●ピリミスルファン・ベンゾビシクロン粒剤 ※新混合剤  
22976: ザンテツ1キログラム粒剤(クミアイ化学工業) 11/10/12  
22977: SDS ザンテツ1キログラム粒剤(エス・ディー・エスバイオテック) 11/10/12

ピリミスルファン: 0.67%, ベンゾビシクロン: 2.0%  
移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ(北海道を除く), ヘラオモダカ(北海道, 東北), ヒルムシロ, セリ

●ピラゾレート・プロピリスルフロロン粒剤 ※新混合剤  
22984: キクンジャーZ1キログラム粒剤(三井化学アグロ) 11/10/12

ピラゾレート: 15.0%, プロピリスルフロロン: 0.90%  
移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ(北海道, 東北), ミズガヤツリ(北海道を除く), ウリカワ, ヒルムシロ, セリ(関東・東山・東海, 九州)

## 登録が失効した農薬 (23.10.1 ~ 10.31)

掲載は、種類名, 登録番号: 商品名(製造者又は輸入者) 登録失効年月日。

### 「殺虫剤」

- DDVP乳剤  
4555: デス(三井化学アグロ) 11/10/01
- マシン油乳剤  
12603: サンケイスピンドロン乳剤(サンケイ化学) 11/10/05
- ペルメトリン水和剤  
15971: ヤシマアディオオン水和剤(協友アグリ) 11/10/25

- DDVP乳剤  
18775: ヤシマDDVP乳剤75(協友アグリ) 11/10/25  
18776: ヤシマDDVP乳剤50(協友アグリ) 11/10/25
- DDVPくん蒸剤  
22267: 園芸用バボナ殺虫剤(アース製薬) 11/10/08  
(42ページに続く)